

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

CAMILA PINHEIRO CONSANI

CONCRETO PIGMENTADO: TÉCNICA, CROMÁTICA E DURABILIDADE



São Paulo

2022

CAMILA PINHEIRO CONSANI

CONCRETO PIGMENTADO: TÉCNICA, CROMÁTICA E DURABILIDADE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (USP) para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Área de Concentração: Tecnologia da Arquitetura

Linha de Pesquisa: Tecnologia da Construção

Orientadora: Profa. Dra. Fabiana Lopes de Oliveira

EXEMPLAR REVISADO E ALTERADO EM RELAÇÃO À VERSÃO ORIGINAL, SOB RESPONSABILIDADE DA AUTORA E ANUÊNCIA DA ORIENTADORA.

São Paulo

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço Técnico de Biblioteca
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Consani, Camila Pinheiro
Concreto Pigmentado: técnica, cromática e durabilidade /
Camila Pinheiro Consani; orientadora Fabiana Lopes de
Oliveira. - São Paulo, 2022.
328 p.

Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e
Urbanismo da Universidade de São Paulo. Área de
concentração: Tecnologia da Arquitetura.

1. Concreto Pigmentado. 2. Cor. 3. Pigmento. 4.
Durabilidade. I. Oliveira, Fabiana Lopes de, orient. II.
Título.

Dedico este trabalho à minha amada mãezinha, Rozeli, que sempre esteve ao meu lado com muito zelo e apoio, e não mensurou esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Deus, primeiramente, pela proteção e por colocar em meu caminho pessoas de luz.

Aos meus pais, José Carlos (*in memoriam*) e Rozeli, por todo amor e encorajamento aos estudos para realização deste sonho.

À minha segunda mãe, Cristina, e à minha irmã de coração, Giovanna, por todo carinho e motivação.

À minha filha *pet*, Lolla, por ser minha “cãopanheira” durante toda a escrita.

Aos meus familiares pelo apoio, em especial ao meu avô João pelo apreço, ao Alisson pela correção da gramática, ao Daniel pelas fotos, ao Kevy pelas aulas de química e à Nicole pela torcida.

Aos meus amigos pelo incentivo, em especial à Camilla e à Karla pela força e cumplicidade durante todo o processo.

À minha estimada orientadora Profa. Dra. Fabiana Lopes de Oliveira pela amorosidade, paciência, dedicação, experiências e conselhos.

Às “meninas” da iniciação científica, Deborah, Gabriela e Renata pela ajuda incansável.

Às Prof.as Dra. Cláudia T. de Andrade Oliveira e Dra. Sheila W. Ornstein pelo aprendizado.

Aos Profs. Dr. Carlos Amado Britez e Dr. Ercio Thomaz pelo ensinamento.

À Seção Técnica de Modelos, Ensaio e Experimentações Construtivas da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo e aos técnicos pelo amparo.

Ao Laboratório da Engemix S. A., do grupo Votorantim Cimentos e aos técnicos pelo auxílio.

À Lanxess e à MC Bauchemie pelo fornecimento dos produtos.

Ao Laboratório de Materiais de Construção Civil do Instituto de Pesquisas Tecnológicas e aos técnicos pela ajuda.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

*“A vida é um sopro, é um momento. A gente vem aqui,
conta uma história e vai embora.”*

(Oscar Niemeyer)

RESUMO

CONSANI, Camila Pinheiro. **Concreto Pigmentado: técnica, cromática e durabilidade.** Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

O concreto pigmentado é um concreto especial que permite agregar valor estético às construções por meio da cor, proporcionando liberdade criativa e versatilidade aliadas ao desempenho elevado. Além disso, o material promove a substituição de revestimentos e acabamentos, gerando uma redução do tempo da obra e menor necessidade de manutenção. Entretanto, a produção e a execução do concreto pigmentado requerem um controle rigoroso para obter um material de boa qualidade e de integridade estrutural, principalmente no que se refere à cor e à durabilidade. No Brasil, as pesquisas sobre as propriedades e a durabilidade do material, referentes ao seu comportamento quando exposto às condições climáticas tropicais, ainda são escassas. Diante disso, a presente dissertação tem por objetivo geral avaliar as propriedades físico-mecânicas do concreto pigmentado e analisar a durabilidade e a alteração ou não da cor frente à ação da agressividade do ambiente, considerando o uso de pigmentos inorgânicos à base de hidróxido de ferro (amarelo), óxido de cobalto (azul) e óxido de cromo (verde). Para se atingir o objetivo proposto foram realizados os seguintes ensaios em laboratórios: caracterização do concreto em estado fresco e em estado endurecido; lixiviação acelerada; envelhecimento acelerado com medição da cor utilizando o sistema CIELAB. Por fim, com a análise dos resultados, conclui-se que o concreto pigmentado produzido é um material que apresentou baixa porosidade, alta resistência mecânica e durabilidade, porém revela mudança cromática ao longo do tempo, inclusive com relação à aplicação ou não de proteção de superfície - hidrofugante. No entanto, o uso do concreto pigmentado continua sendo vantajoso, tornando-o um material promissor, inserindo benefícios à área de arquitetura e de engenharia.

Palavras-chave: concreto pigmentado, cor, pigmento, durabilidade, desempenho.

ABSTRACT

CONSANI, Camila Pinheiro. **Pigmented Concrete: technique, chromatic and durability.** Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

Pigmented concrete is a special type of concrete that may add esthetic value to the constructions through color, providing creative freedom and versatility along with high performance. The material also provides an alternative to the use of coatings and finishings, which generates a reduction of construction time and reduces the need for maintenance. However, the production and execution of pigmented concrete require a rigorous control to obtain a good quality material and structural integrity, mainly in what concerns to color and durability. In Brazil, the research about properties and durability of the material, regarding its behavior when exposed to tropical climatic conditions, is still scarce. Therefore, the general objective of the present dissertation is to evaluate the physical-mechanical properties of pigmented concrete and to analyze the durability and the change of the color against the aggressiveness of the environment, considering the use of inorganic pigments based on iron hydroxide (yellow), cobalt oxide (blue) and chromium oxide (green). To achieve the proposed goal, the following tests were conducted: characterization of the concrete in its fresh and hardened state; accelerated leaching; accelerated aging with color measurement using the CIELAB system. With the analysis of the results, it is concluded that the pigmented concrete produced is a material that showed low porosity, high mechanical resistance and durability, but it reveals chromatic change over the time, including with regards to the application or not of the surface protection - hydro repellent. Nevertheless, the use of pigmented concrete is still advantageous, making it a promising material, bringing benefits to both architecture and engineering.

Keywords: pigmented concrete, color, pigment, durability, performance.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
1.1 JUSTIFICATIVA	23
1.2 OBJETIVOS	24
1.3 METODOLOGIA	25
2. OBRAS EM CONCRETO PIGMENTADO	26
2.1 PANORAMA INTERNACIONAL	35
2.2 PANORAMA NACIONAL	45
2.3 OUTROS USOS	66
3. A CORE E O CONCRETO PIGMENTADO	70
3.1 IMPORTÂNCIA DA COR	72
3.2 COLORIMETRIA	75
3.3 ENVELHECIMENTO DA COR	81
4. CONCRETO PIGMENTADO: UM CONCRETO ESPECIAL	84
4.1 MATERIAIS CONSTITUINTES	89
4.1.1 Cimento Portland	90
4.1.2 Agregados	92
4.1.3 Água	94
4.1.4 Pigmentos Inorgânicos	95
4.1.5 Adições Minerai s	99
4.1.6 Aditivos Químicos	102
4.2 PRODUÇÃO E EXECUÇÃO	104
4.2.1 Fôrmas e Desmoldantes	105
4.2.2 Dosagem e Traço	107
4.2.3 Mistura e Lançamento	109

4.2.4 Cura e Desenforma	110
4.3 MANUTENÇÃO	112
5. CONCRETO PIGMENTADO: DURABILIDADE	115
5.1 TÉCNICAS PARA LONGEVIDADE	117
5.1.1 Sistemas de Proteção de Superfície	117
5.1.2 Detalhes Construtivos da Arquitetura	122
6. PROGRAMA EXPERIMENTAL: ESTRUTURAÇÃO	126
6.1 PLANEJAMENTO E MÉTODOS	128
6.2 MATERIAIS CONSTITUINTES	130
6.3 PRODUÇÃO E EXECUÇÃO	133
7. PROGRAMA EXPERIMENTAL: ENSAIOS, RESULTADOS E ANÁLISES	139
7.1 ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS	139
7.1.1 Ensaios de Caracterização do Concreto em Estado Fresco	139
7.1.1.1 Ensaio de determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual - Método do cone de Abrams	140
7.1.1.2 Ensaio de determinação da habilidade passante - Método do anel J	143
7.1.1.3 Ensaio de determinação da habilidade passante - Método da caixa L	144
7.1.1.4 Ensaio de determinação da massa específica e do teor de ar em concreto fresco - Método pressométrico	145
7.1.2 Ensaios de Caracterização do Concreto em Estado Endurecido	146
7.1.2.1 Ensaio de determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica	146
7.1.2.2 Ensaio de determinação da absorção de água por capilaridade	148
7.1.2.3 Ensaio de determinação da resistência à compressão	150
7.2 ENSAIOS DE DURABILIDADE	153
7.2.1 Ensaio de Lixiviação Acelerada	153
7.2.2 Ensaio de Envelhecimento Acelerado com Medição da Cor	158

8. CONCLUSÕES	175
REFERÊNCIAS	181
APÊNDICES	212
ANEXOS	272

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o crescimento industrial aliado ao desenvolvimento das cidades resultou em um grande consumo de recursos naturais, o que gerou sérios problemas ambientais para o planeta. Com a intenção de minimizar os impactos ao meio ambiente, a indústria da construção civil está enfrentando um desafio de âmbito mundial da crescente exigência em produzir, aprimorar e reutilizar materiais e sistemas construtivos, como também, a necessidade de inovações (AGOPYAN; JOHN, 2011).

Decerto, o setor da construção civil se encontra em um processo de modernização, e faz parte deste contexto a padronização de procedimentos, racionalização de atividades, redução de desperdícios e o desenvolvimento de novos materiais e produtos com tecnologia avançada. Para que este avanço tecnológico seja global, os projetos de arquitetura e engenharia precisam acompanhar a transformação do atual cenário (PASSUELO, 2004).

Em consideração a estes aspectos, atualmente a tecnologia do concreto tem apresentado inúmeros exemplos de aplicações e materiais decorrentes da premissa de reduzir os efeitos ambientais no setor, com a produção de concretos com adições ou modificações na mistura. Logo, pode-se encontrar vários “tipos” de concretos, tais como: concreto autocicatrizante, concreto autolimpante, concreto de alto desempenho, concreto leve, concreto com agregados de RCD (Resíduos de Construção e Demolição), concreto autoadensável e concreto pigmentado, dentre outros.

De acordo com Piovesan (2009), o uso do concreto na construção civil em pequenas e grandes obras para fins estruturais e estéticos se deve, principalmente, pela versatilidade e vantagens oferecidas por este material. O principal motivo do vasto consumo é o equilíbrio entre a qualidade e o preço competitivo, além de possibilitar variabilidade de formas e apresentar elevada resistência mecânica que, relacionada com a sua durabilidade, promove o seu uso em diversas construções.

Embora o concreto seja globalmente utilizado, alguns profissionais consideram-no pouco atrativo e com valor arquitetônico e estético limitado, principalmente quando se trata da superfície exposta deste material. Logo, por estar relacionado a um aspecto monótono devido à cor acinzentada, alguns profissionais relutam em especificá-lo como objeto de criatividade em seus projetos, optando por outros tipos de materiais que na maioria das vezes não têm a mesma durabilidade (AGUIAR, 2006).

O concreto pigmentado pode ser uma concepção urbanística de integração do edifício com o entorno que está ganhando cada vez mais destaque e para isto é fundamental a correta escolha dos materiais, das texturas das superfícies e principalmente das cores. Por meio da utilização de cores no mobiliário urbano, nos pisos, nas paredes e nos edifícios, consegue-se um entorno mais agradável e humano, conforme as exigências estéticas da sociedade (CARVALHO, 2002).

Segundo Carvalho (2002), é comprovado que as cores despertam nas pessoas diversas reações e influenciam nos julgamentos estéticos, fazendo com que certos objetos sejam mais agradáveis que outros de acordo com a cor. Desse modo, adicionar cor às estruturas cinzas de concreto é uma maneira de afastar a monotonia, atribuindo calor e alegria a este material.

Incorporado a esse cenário de inovação, o concreto pigmentado surge apresentando versatilidade cromática, possibilitando novas criações e valorização da estrutura em concreto. O uso deste material almeja destacar sua utilização como um elemento estético, preservando suas propriedades mecânicas e atendendo às exigências do mercado (MENDONÇA et al., 2018).

Conforme Mendonça et al. (2018), o concreto pigmentado é obtido por meio da associação de pigmentos inorgânicos ao cimento Portland branco ou cinza, permitindo a sua confecção em diversas cores. A mistura ocasiona um material moldável, mas que exige um controle maior durante a dosagem, o preparo e a aplicação para obter um resultado satisfatório, levando em consideração que o aspecto visual da cor é um dos principais objetivos deste material.

No atual contexto de transformação da construção civil, além da importância do aspecto visual da cor, outro principal objetivo e intrínseco ao concreto pigmentado são as características de durabilidade. Essas características são compreendidas por baixa porosidade, alta resistência à compressão e menor propensão às manifestações patológicas, o que contribui com a sustentabilidade por meio de uma vida útil longínqua, porém, necessita da aplicação de proteção de superfície para garantir maior durabilidade.

O concreto pigmentado pode ser utilizado em diversos tipos de construções, sendo frequentemente utilizado em elementos estruturais, pisos, fachadas de edifício, paredes e painéis, podendo dispensar a utilização de revestimento. Isso pode representar benefício e economia para algumas edificações, isentando a obra de chapisco, emboço, reboco, pinturas, texturas e azulejos, possibilitando um diferencial estético e arquitetônico (SOUSA; RAMALHO; OLIVEIRA, 2018).

Do mesmo modo que o concreto convencional, o concreto pigmentado pode alcançar uma vida útil igual ou superior a 50 anos (conforme a norma ABNT NBR 15575-1:2021), bem como possuir uma conservação mais econômica do que revestimento de tintas, que carece de intervenções periódicas aproximadamente a cada 5 anos. No entanto, a dificuldade encontrada para utilização deste material de forma assídua ocorre pela falta de conhecimento sobre a técnica, o que deixa os profissionais e usuários resistentes, principalmente em relação à uniformização da cor, que está associada à dosagem e ao controle durante a execução do concreto pigmentado (VALENÇA; PRISZKULNIK, 2017).

Todavia, no Brasil essa relutância aos poucos vem mudando com o avanço das pesquisas voltadas ao concreto pigmentado, que estão esclarecendo muitas características específicas do material e podendo apresentar indícios de uma previsão de vida útil igual ou superior ao do concreto convencional. Vale observar que, hoje em dia perante a tecnologia da construção, 50 anos para uma estrutura de concreto é muito pouco, sendo que, uma estrutura com previsão de vida útil maior torna-se relevante e sustentável.

O sucesso final de uma obra está relacionado com uma série de fatores que devem ser considerados em conjunto durante a concepção do projeto arquitetônico, levando-se em conta os aspectos funcionais, estruturais e executivos da construção, além dos diferentes materiais que serão utilizados. Portanto, a introdução de um novo material ou de um material modificado, como no caso do concreto pigmentado, exige um cuidado especial, não apenas em relação às propriedades físico-mecânicas, mas também, ao seu aspecto estético para se obter um resultado satisfatório (PASSUELO, 2004).

Conforme Piovesan (2009), para que o concreto pigmentado seja inserido de forma ampla e confiável no setor da construção civil, é imprescindível conhecer profundamente este material, no sentido de caracterizar suas propriedades e avaliar as possíveis interferências do pigmento na mistura em relação à resistência e durabilidade. E, assim, evitar possíveis manifestações patológicas decorrentes de falhas ao longo do processo produtivo e durante a sua utilização.

Assim sendo, a presente pesquisa almeja abordar as características e a produção do concreto pigmentado, visando contribuir para o melhor desempenho e durabilidade deste material ao longo do tempo. Além disto, a pesquisa possui uma abordagem voltada ao Brasil, com uma revisão bibliográfica específica e levando-se em consideração o clima tropical e a agressividade do ambiente no país.

Vale ressaltar, também, que o programa experimental apresenta ensaios em laboratório e resultados inéditos, até então não realizados no Brasil, no contexto do

concreto pigmentado. Desse modo, ao final do estudo, espera-se gerar subsídios para a concepção de projetos e obras que empreguem a tecnologia do concreto pigmentado de maneira eficaz, contribuindo para a arquitetura e a engenharia.

Para isso, a dissertação foi dividida em oito capítulos, sendo o primeiro capítulo formado pela introdução, que está constituída pela justificativa, objetivos e metodologia empregada. O segundo capítulo está estruturado de modo a apresentar obras em concreto pigmentado no âmbito internacional e nacional, assim como outros usos do material e suas especificidades.

O terceiro capítulo discorre sobre a cor e o concreto pigmentado, além disso, incorpora a importância da cor, a ciência da medição da cor (colorimetria) e o envelhecimento da cor ao longo do tempo. O quarto capítulo aborda o concreto pigmentado e suas particularidades, caracterizando-o como um concreto especial e, apresenta os materiais constituintes, os cuidados para com a produção e a execução e a manutenção recomendada ao material.

O quinto capítulo abrange a durabilidade do concreto pigmentado e a sua importância para a vida útil das estruturas. Neste capítulo, também são abordadas as técnicas para longevidade que são capazes de proteger a superfície deste material da agressividade ambiental.

O sexto capítulo aborda o programa experimental com a estruturação e prospecto para a realização dos ensaios em laboratório. Sendo exposto, neste capítulo, todo o planejamento e os métodos utilizados, além da definição dos materiais constituintes e as etapas de produção e execução empregadas para o concreto pigmentado da pesquisa.

O sétimo capítulo apresenta a continuidade do programa experimental e transcorre sobre os ensaios, os resultados e as análises dos experimentos realizados em laboratório. Para melhor aprofundamento e conhecimento do concreto pigmentado em estudo, foram realizados ensaios de avaliação de propriedades físico-mecânicas e de durabilidade.

Por fim, o oitavo capítulo engloba as conclusões alcançadas como produto da dissertação, que foram fundamentadas nos resultados e nas análises propostas no decorrer da realização da pesquisa e estão subdivididas em “conclusões sobre os aspectos projetuais” e “conclusões sobre a análise experimental”. Além disso, no final encontram-se sugestões para a continuidade dos estudos sobre o concreto pigmentado.

1.1 JUSTIFICATIVA

Mediante um levantamento bibliográfico realizado, verificou-se que são escassas as pesquisas sobre as propriedades e a durabilidade do concreto pigmentado, sendo ainda grande parte da bibliografia encontrada, em âmbito internacional e nacional, pesquisas limitadas à avaliação de propriedades físico-mecânicas do material. Logo, faz-se necessário desenvolver um amplo estudo sobre o concreto pigmentado por meio de métodos e procedimentos tecnológicos para melhor implementação e adequação deste material, evitando que o mesmo seja comprometido por resultados não confiáveis.

Desse modo, é fundamental um equilíbrio entre a durabilidade, resistência e cromaticidade do concreto pigmentado para se obter resultados confiáveis ao longo da vida útil do material. Configura-se, também pertinente, a obtenção de informações referentes ao seu comportamento quando exposto às condições climáticas tropicais, principalmente no Brasil, pois ao se optar por este material - que permite confecção de elementos aparentes, deixando-o mais suscetível à ação das intempéries - a cor torna-se tão relevante quanto as propriedades mecânicas.

Para melhor aplicabilidade deste material, é essencial proceder estudos específicos com a finalidade de identificar e propor medidas adequadas, para maior aproveitamento na construção civil, tornando-o um material de solução arquitetônica vantajosa. Portanto, o concreto pigmentado é uma solução técnico-científico que permite aliar técnica à arte, qualidade à economia e construção à preservação, porém com uma demanda de cuidados igual a qualquer outra aplicação do concreto na construção.

Acredita-se que os resultados obtidos neste estudo permitem uma maior compreensão sobre o comportamento do concreto pigmentado, de modo a proporcionar aos profissionais da área que o especifique em projeto e o execute corretamente. Além disso, o conhecimento sobre a durabilidade da cor ao longo do tempo, de acordo com o pigmento escolhido, poderá ser uma ferramenta projetual para arquitetos e engenheiros, possibilitando a previsão da alteração da cor no concreto pigmentado frente ao meio ambiente em que se encontra.

1.2 OBJETIVOS

Considerando-se a importância e a justificativa do tema para elaboração da dissertação, evidencia-se a necessidade do conhecimento científico e tecnológico sobre o concreto pigmentado para produção de um material durável e adequado às especificidades de obras e suas diversas aplicações. A seguir são apresentados os objetivos - geral e específicos - da pesquisa com o intuito de contribuir para um maior entendimento e aprofundar o conhecimento sobre a tecnologia de execução deste material.

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar a alteração ou não da cor frente à ação da agressividade do ambiente. Para isso, delimitou-se o estudo sobre concreto pigmentado com uso de pigmentos inorgânicos à base de hidróxido de ferro (amarelo), óxido de cobalto (azul) e óxido de cromo (verde), visando compreender a influência dos pigmentos e das propriedades dos materiais empregados na produção.

Os objetivos específicos desta pesquisa são para apontar e difundir ao meio técnico os resultados obtidos no programa experimental desenvolvidos em laboratório, buscando:

- Conhecer e analisar a influência dos materiais constituintes do concreto pigmentado;
- Avaliar as propriedades físico-mecânicas do concreto pigmentado em relação ao estado fresco e endurecido por meio de ensaios;
- Analisar a durabilidade do concreto pigmentado frente ao possível surgimento de manifestações patológicas com foco nas eflorescências por meio de ensaio acelerado;
- Analisar as mudanças cromáticas do concreto pigmentado quando submetido à exposição ambiental ao longo do tempo por meio do ensaio de envelhecimento acelerado com medição da cor utilizando o sistema CIELAB;
- Analisar os efeitos da aplicação do sistema de proteção de superfície em relação à cromaticidade.

1.3 METODOLOGIA

A dissertação foi dividida em oito capítulos, como mencionado anteriormente, sendo a metodologia estruturada em duas partes, que são as seguintes:

- Parte Teórica: revisão bibliográfica (capítulos 1 ao 5);
- Parte Experimental: programa experimental (capítulos 6 ao 8).

A revisão bibliográfica consiste basicamente na consolidação das informações disponíveis sobre o concreto pigmentado, desde a contextualização e conceituação básica até normas técnicas e métodos de ensaio. A fundamentação da pesquisa está desenvolvida na seleção de referências, por meio da escolha e triagem dos temas pertinentes ao material em estudo.

O levantamento bibliográfico está baseado na consulta de pesquisas internacionais e nacionais em configuração de livros, dissertações, teses e publicações em anais de congressos, todos obtidos por meio digital em bancos de dados e/ou em bibliotecas de universidades. Pelo tema estar em constante progressão, optou-se pelo foco em pesquisas mais recentes.

O programa experimental foi realizado em laboratórios parceiros e com infraestrutura para alcançar os objetivos propostos, foram eles:

- Laboratório de Modelos e Ensaio da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP (LAME), que atualmente é Seção Técnica de Modelos, Ensaio e Experimentações Construtivas (STMEEC);
- Laboratório da Engemix S. A., do grupo Votorantim Cimentos;
- Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

2. OBRAS EM CONCRETO PIGMENTADO

A tecnologia do material em questão enquadra-se no contexto atual de transformação da construção civil. Por este motivo, para melhor compreensão é necessário analisar o cenário no qual o concreto pigmentado está inserido em âmbito internacional e nacional, apresentando um panorama do material no campo da arquitetura e da engenharia.

De acordo com Isaia (2011), o desenvolvimento e o aperfeiçoamento do concreto como um material estrutural esteve atrelado ao nível de conhecimento de cada época da história. Levou mais de vinte séculos, a datar da sua descoberta, no princípio como mero aglomerante, para configurar-se como o maior material produzido pelo homem atualmente. E nos últimos cem anos, com a descoberta do concreto armado, fruto do seu uso em conjunto com o aço, houve um notório crescimento no conhecimento e na sua aplicação, principalmente para obras de edificações e de infraestrutura.

Uma das principais razões do grande emprego do concreto é a sua constituição como material cerâmico, cuja matéria-prima existe em praticamente todos os lugares do mundo. As vantagens inerentes a esse material fazem-no o maior destaque da construção civil, adaptando-se a todos locais e circunstâncias em vista de suas propriedades, como: versatilidade, durabilidade e desempenho, que proporcionam vida útil adequada às construções e um custo competitivo com outros materiais estruturais (ISAIA, 2011).

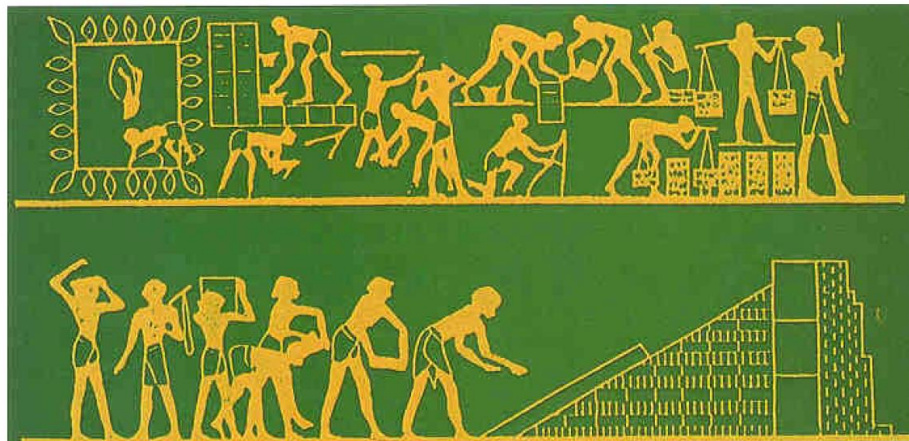
Conforme Isaia (2011), além disso, o concreto é um dos materiais que mais se adaptam ao conceito de sustentabilidade, tão difundido e requerido no tempo atual em todos os setores da sociedade. Visto que, graças ao efeito de escala do seu uso, pequenos ganhos unitários podem se transformar em valores expressivos em economia de matéria-prima, de energia e de emissão de gases tóxicos à atmosfera, além da possibilidade de utilização, em larga escala, de resíduos potencialmente poluidores do meio ambiente, originados de outros processos industriais.

O uso de materiais se confunde com a própria história da civilização, pelo motivo que o homem sempre teve de servir-se deles para sobreviver e satisfazer suas necessidades básicas. O aprimoramento das descobertas por ele realizadas elevou o conhecimento em direção ao uso de materiais mais complexos, desde a coleta e o uso daqueles encontrados na própria natureza, que deram o nome aos estágios iniciais de civilização humana (Idade da Pedra, do Bronze e do Ferro). Apesar de não ser classificada como uma era na escala evolutiva, o domínio dos materiais cerâmicos foi fundamental para facilitar a vida quotidiana do ser humano (ISAIA, 2011).

Segundo Levy e Helene (2002), o concreto é um material utilizado há milhares de anos e faz parte da história das civilizações e das construções. No decorrer dos anos o material evoluiu com o desenvolvimento das civilizações e permanece sendo utilizado para os mais diversos tipos de construções.

O concreto mais antigo encontrado até então, data de 5600 a.C., produzido em um assentamento da pré-história europeia chamado Lepenski Vir, na Sérvia, em que foi utilizado no piso de um casebre com 250 mm de espessura e era composto de cal, argila e agregados. Já em 2500 a.C. a primeira das pirâmides Egípcias, localizada na cidade de Gisé, foi parcialmente construída em concreto. E, pode-se mencionar a descoberta de um mural egípcio datando de 1950 a.C. que mostra o concreto sendo misturado e aplicado manualmente (LEVY; HELENE, 2002). A seguir, na **Figura 01**, é possível observar o mural egípcio e a produção do concreto.

Figura 01: Mural egípcio de 1950 a.C.



Fonte: Levy e Helene (2002).

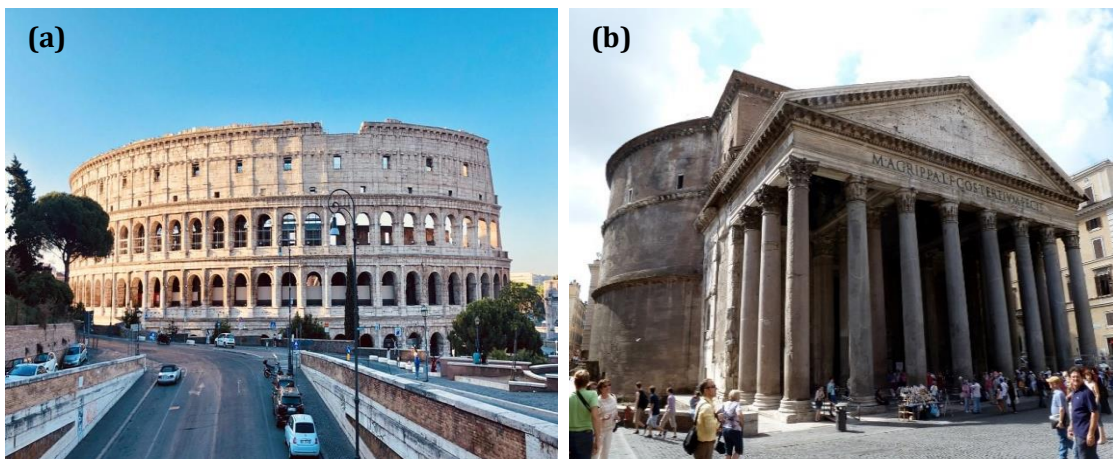
Na Grécia, apesar dos materiais aglomerantes e a argamassa não terem sido amplamente usados, a cal hidráulica, já era conhecida desde o começo do século V a.C. e foi popularmente utilizada para revestir fontes atenienses do período. As construções gregas apresentavam arquitetura de linhas nobres e proporções harmoniosas, num sistema estrutural de cargas simplesmente apoiadas de colunas e de vigas, executadas com pedras de cantaria, cortadas de modo refinado e preciso, geralmente de mármore branco (ISAIA, 2011).

Nas ilhas da Grécia onde não havia jazidas de mármore, foram usados materiais como terra vulcânica com cal para a confecção da argamassa de cal hidráulica empregada na construção de edifícios e obras de infraestrutura. Em determinadas ocasiões, essa

argamassa era misturada com agregado vulcânico, concebendo um concreto moldável nas formas desejadas, principalmente para a construção de obras hidráulicas. Todavia, nas grandes construções gregas, o material mais utilizado foram as pedras aparelhadas em sistemas de colunas e vigas, ao contrário dos romanos, que utilizaram o concreto como material estrutural, abordando vantagens técnicas e práticas (ISAIA, 2011).

Portanto, o concreto foi desenvolvido por muitas civilizações, destinando-o a aplicações diversas, porém os romanos são os responsáveis pelo uso do concreto em construções civis em grande escala e o uso de concreto em sistemas de drenagem e água. Visto que, diversas construções romanas que utilizaram concreto na sua concepção podem ser visitadas hoje enquanto modelos de durabilidade, como exemplo: o Anfiteatro, de Pompéia, construído em 75 a.C.; o Coliseu, em Roma, erguido em 80 d.C.; e o Panteão, em Roma, edificado no ano 127 d.C. (LEVY; HELENE, 2002). Abaixo, na **Figura 02**, encontram-se algumas das edificações mencionadas.

Figura 02: Roma - (a) Coliseu e (b) Panteão.



Fonte: (a) Baldwin (2021) e (b) Fiederer (2017).

De acordo com Isaia (2011), os romanos se destacaram na criação de espaços amplos com abóbodas e cúpulas de grande diâmetro e altura que, até então, não tinham sido construídas. Eles possuíam cultura e hábitos higiênicos refinados, e assim, por terem disponibilidade de materiais aglomerantes em abundância, empregaram-no na configuração de cal hidráulica para construção de edificações, casas de banhos, aquedutos, pontes, rodovias e obras em geral ao longo de todo o Império, expandindo-se por toda Europa, parte da Ásia e África.

Segundo Isaia (2011), em todas as construções romanas a técnica construtiva “obra cimentícia ou aglomerada” tornou-se popular a partir do século II a.C., era constituída de um núcleo entre paredes de blocos de pedra, tijolos ou placas de turfa (formada por musgos e pedaços vegetais) que faziam o papel de fôrmas. O interior das paredes era preenchido com pedaços de pedras ou tijolos quebrados entre as camadas de argamassa de cal, pozolana e areia, cuja técnica é hoje conhecida como concreto ciclópico.

A boa resistência à compressão do concreto e o conhecimento intuitivo dos materiais levaram os romanos a construir obras arrojadas. E assim, possibilitou o emprego de noções estruturais hiperestáticas com vinculações entre paredes, tetos e coberturas, revolucionando a ambientação dos espaços internos pelo afastamento dos apoios e utilização de arcos, abóbodas, cúpulas e paredes delgadas (ISAIA, 2011).

Conforme Levy e Helene (2002), depois da queda do Império Romano, as construções de concreto na Europa sofreram um declínio. Somente 800 anos mais tarde, por volta do ano 1200 d.C., que os construtores reabilitaram o concreto como material de construção, utilizando-o em fundações e estruturas. O concreto utilizado neste período ficou conhecido como “concreto medieval”, existem diversos exemplos de obras edificadas com este material, como por exemplo: a Catedral de Salisbury, na Inglaterra.

De acordo com Isaia (2011), a princípio, em 1796, o inglês James Parker obteve patente para produzir o primeiro cimento hidráulico natural, que ficou conhecido como cimento Parker ou Romano. Após 1810, quando a patente expirou, sua produção e vendas declinaram devido a concorrência de vários fabricantes. No entanto, apenas em 1824, com a invenção do cimento Portland pelo inglês Joseph Aspdin, foi possível estabelecer a tecnologia de produção do “concreto moderno”.

No Brasil, a fabricação do cimento Portland foi iniciada em 1888 com a instalação da usina em Sorocaba – SP pelo comendador Antônio Proost Rodovalho, operando de forma intermitente até 1907. Contudo, o ano de 1924, com a construção da fábrica da Companhia Brasileira de Cimento Portland em Perus – SP, é considerado o marco da implantação da indústria brasileira de cimento (ISAIA, 2011).

O cimento e seus derivados transformaram-se nos principais produtos industriais consumidos pelo homem devido às suas inúmeras aplicações, especialmente em estruturas de concreto. Atualmente, o progresso da humanidade está vinculado a eles, por se tratar de materiais interdependentes que possibilitam soluções para as necessidades básicas do homem: abrigo, segurança e conforto (ISAIA, 2011).

Segundo Vasconcellos (2004), a viabilidade de associação do ferro e do concreto num material dotado de propriedades novas, é baseado numa aderência natural que lhes permite uma integração de naturezas semelhantes. Logo, ao introduzir-se no concreto o

reforço de ferro - e posteriormente do aço - atribuiu-lhe a capacidade de suportar não somente os esforços de compressão, mas também os de tração.

Os obstáculos da fase inicial da exploração do concreto armado, até a sua consolidação como material utilizável em um sistema construtivo completo, situam-se no período entre o fim do século XIX e início do século XX. Antes deste período o concreto armado foi o resultado de um conjunto de determinadas ideias, experiências e aplicações que foram realizadas (VASCONCELLOS, 2004).

No final do século XIX, Gustav Wayss e sua empresa *Wayss & Freitag*, em Berlim, difundiram o uso do concreto armado pela Europa e pelo mundo, com inúmeras filiais, inclusive na América do Sul: Argentina, Uruguai e Brasil. Destaca-se que foi o arquiteto Matthias Koenen a pedido da empresa *Wayss & Freitag*, o qual por meio de ensaios em laboratório que confirmou o comportamento e a eficiência do conjunto concreto/aço sob carga (ISAIA, 2011).

Em meados do século XX com o surgimento do movimento arquitetônico do Modernismo e o ímpeto de grandes arquitetos como Le Corbusier, Walter Gropius e Alvar Aalto, na busca por novas formas, é que se inicia o interesse pelas características e requisitos estruturais do concreto, impulsionando a utilização ampla do material (TORRES, 2003). Logo, as obras construídas em concreto na primeira metade do século XX, determinaram padrões teóricos e sistemas construtivos elaborados, que viriam a consolidar-se, no século XXI em estruturas mais intrépidas e esbeltas (ISAIA, 2011).

A partir de 1945, após a Segunda Guerra Mundial, o uso do concreto se difundiu ainda mais pelo mundo, principalmente na reconstrução dos países atingidos pelo conflito. Pode-se dizer que o uso crescente do concreto se deve às vantagens, à variabilidade e à aplicação, tornando-o indispensável para a maioria das construções (ISAIA, 2011).

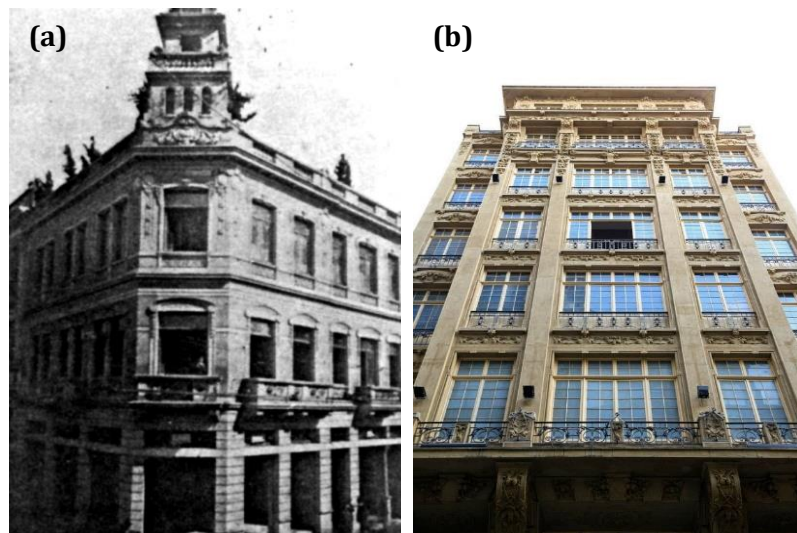
Tanto as obras de arquitetura como de engenharia estão estreitamente ligadas a um processo de aprovação de conhecimento que envolve adaptação, cognição, estabelecimento de normas e verificação. Estes elementos foram percorridos pelo concreto armado no Brasil e com o aparecimento dele, que se constituiu a indústria da construção civil em nosso país (VASCONCELLOS, 2004).

De acordo com Vasconcelos (1985 apud VASCONCELLOS, 2004), o primeiro edifício em “cimento armado” no estado de São Paulo é de autoria do arquiteto Francesco Notaroberto. O edifício está localizado na esquina da Praça do Patriarca com a Rua São Bento e sua construção data de 1907 a 1908, competindo com outras obras pioneiras desta técnica no Rio de Janeiro, Santos e Belo Horizonte, a partir de 1904.

É importante destacar que as obras registradas anteriormente, até então realizadas, eram de médio e pequeno porte (um a três pavimentos). A partir de 1913, a

construção do Edifício Guinle, em São Paulo e de autoria do arquiteto Hyppolito Gustavo Pujol Júnior, com sete pavimentos e função residencial e base comercial, é quando o concreto armado se afirma definitivamente na construção civil brasileira (VASCONCELLOS, 2004). A seguir, na **Figura 03**, é possível apreciar as edificações do primeiro edifício em “cimento armado” e o primeiro edifício em concreto armado.

Figura 03: São Paulo - (a) O primeiro edifício em “cimento armado” e (b) O primeiro edifício em concreto armado - Edifício Guinle.



Fonte: (a) Vasconcelos (1985 apud VASCONCELLOS, 2004) e (b) Baratto (2014).

Segundo Isaia (2011), o uso do concreto armado no Brasil deve-se a Lambert Riedlinger, engenheiro alemão que trouxe a tecnologia da Europa, fundando em 1912 a Cia Construtora de Cimento Armado, que logo foi encampada pela empresa *Wayss & Freitag*, denominando-se Cia Construtora Nacional, de 1924 até 1974. O engenheiro Riedlinger desempenhou um papel fundamental na formação de técnicos brasileiros, destacando-se Emilio Baumgart.

O nome mais importante do concreto armado no Brasil na primeira metade do século XX foi Emilio Baumgart, conhecido como “o pai do concreto armado no Brasil”. Ele estagiou na empresa de Riedlinger, com quem muito aprendeu e, como estudante, projetou a ponte Maurício de Nassau em Recife. No ano de 1923, iniciou como projetista estrutural independente elaborando projetos que predominavam ousadia e inovação, resultando em soluções técnicas harmoniosas e arrojadas, algumas vezes contrariando normas de cálculo

então vigentes, destacando-se: o Edifício A Noite, no Rio de Janeiro, em 1928; a Ponte Herval, no rio do Peixe em Santa Catarina, no ano de 1930; as Oficinas Gerais da Escola de Aviação Militar, no Rio de Janeiro, em 1930; a Ponte Ferroviária sobre o rio Mucuri em 1939 e entre outros (ISAIA, 2011).

O Plano Piloto de Brasília foi projetado por Lúcio Costa, e a maioria dos prédios públicos por Oscar Niemeyer, ambos arquitetos e urbanistas, constituindo-se como um acontecimento marcante para a arquitetura e a engenharia brasileira e mundial. A construção iniciada em 1957, apresenta edifícios em concreto armado, com exceção de 12 blocos dos Ministérios e das torres do Congresso Nacional estruturados em aço, os demais edifícios públicos tiveram no concreto a ferramenta necessária que permitiu a materialização da imaginação de Niemeyer (ISAIA, 2011). Em seguida, na **Figura 04**, encontram-se edificações emblemáticas de Brasília com o emprego do concreto.

Figura 04: Brasília - (a) Congresso Nacional e (b) Palácio do Planalto.

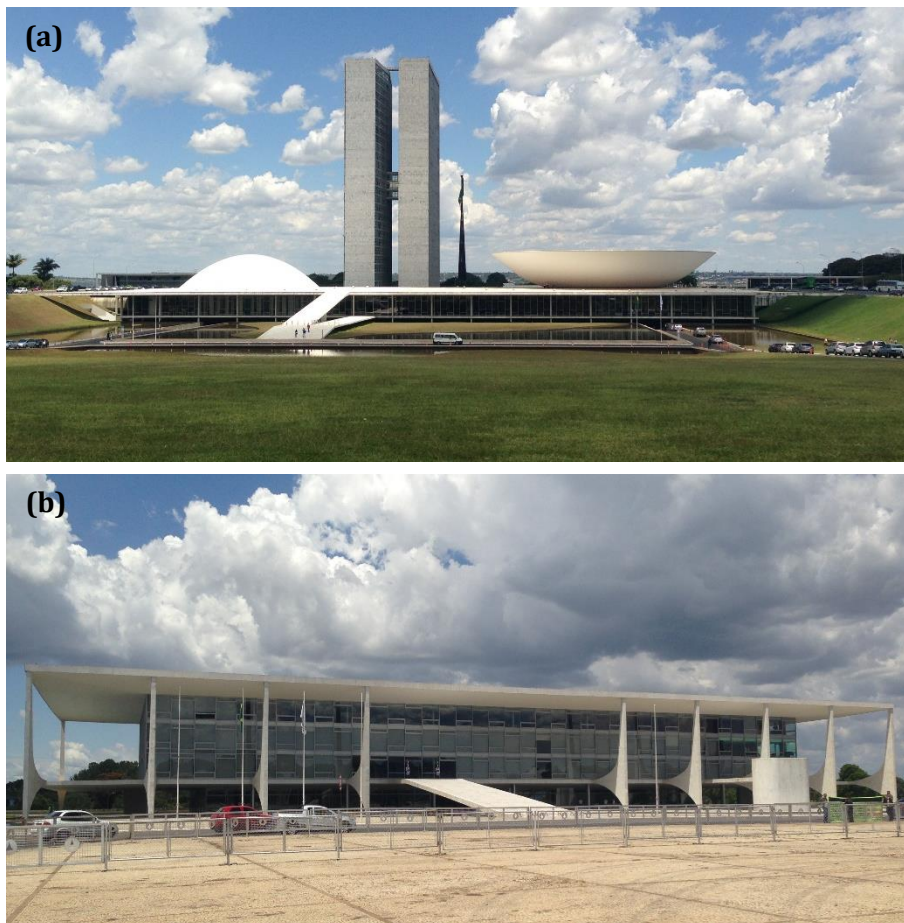


Foto: (a) e (b) Autora (2015).

O Brasil distinguiu-se por construções que se destacaram no cenário mundial, graças a projetistas e a construtoras de vanguarda que possibilitaram construções em concreto armado. Várias obras em concreto armado de diversos tipos destacam-se ainda hoje, como: o Edifício Martinelli, em São Paulo (1929); o Elevador Lacerda, em Salvador (1930); o Cristo Redentor no morro do Corcovado, no Rio de Janeiro (1930); a Ponte sobre o rio das Antas, no Rio Grande do Sul (1952); o Museu de Arte de São Paulo, em São Paulo (1968); a Ponte Rio-Niterói, no Rio de Janeiro (1974); a Usina Hidrelétrica de Itaipu, no Paraná (1982) e entre outras (ISAIA, 2011).

A cor sempre esteve presente na construção. Desde os tempos mais antigos os projetistas utilizavam a cor como elemento essencial que atribuíam às suas criações um valor especial. A presença de cor na construção civil se inicia em 1920 com a produção pela primeira vez do cimento colorido pela empresa *G. & T. Ltda.*, de Hull, na Grã-Bretanha. E a incorporação da cor na execução de peças pré-fabricadas foi primeiramente adotada pela *Art Pavements & Decorations*, de Camden Town (COELHO, 2003).

Provavelmente, a fábrica de cigarros *The Carreras Black Cat* foi o primeiro edifício em concreto pigmentado e está situada em Londres, na Inglaterra. Ela foi construída entre 1926 e 1928 e projetada pelos arquitetos Marcus Evelyn Collins e Owen Hyman Collins com Arthur George Porri como consultor (ARCHITECTURALLY, 2000). Abaixo, na **Figura 05**, é possível conferir a fábrica de cigarros.

Figura 05: Londres - (a) e (b) A fábrica de cigarros - *The Carreras Black Cat*.



Fonte: (a) e (b) Look Up London (2020).

A técnica utilizada no edifício de estilo Art Déco, considerado como o primeiro edifício em concreto pigmentado, foi a mistura do cimento Portland e areia colorida com os ocres provenientes da África do Sul, proporcionando aos elementos de concreto reflexos em tons amarelos. Também foi empregado vidro moído de Veneza nas colunas e cornijas, resultando em brilhos vermelhos, verdes, azuis e pretos (COELHO, 2003). Vale observar que, a areia e o vidro moído empregado na mistura do concreto tiveram a mesma função do pigmento, ou seja, a de proporcionar cor ao material.

Na mesma época, a *Wharf Lane Concrete Company*, de Ilminster, na Inglaterra, também, produziu figuras de adornos utilizando concreto pigmentado (CARVALHO, 2002). Entretanto, mesmo com um resultado satisfatório da inovadora técnica, não se obteve continuidade e a indústria de cimento Portland derivou para a pré-fabricação de diversos elementos de acabamentos e revestimentos, como mosaicos, ladrilhos hidráulicos, azulejos e telhas (COELHO, 2003).

Após longo período sem ser empregado na construção, só na década de 80 que o concreto pigmentado voltou a ser utilizado, inicialmente como revestimento de painéis pré-fabricados em diferentes zonas dos Estados Unidos (COELHO, 2003). Já no Brasil, as primeiras peças em concreto pigmentado foram os pavimentos intertravados, denominados “pavers”, que foram utilizados em diversas praças e parques a partir da década de 70 (PIOVESAN, 2009).

2.1 PANORAMA INTERNACIONAL

De acordo com o levantamento realizado, no panorama internacional, o concreto pigmentado foi utilizado inicialmente na década de 20 e, após declínio, volta a ser empregado em edifícios a partir da década de 90. Atualmente, diversas obras com este material podem ser encontradas em países como Inglaterra, Suíça, Polônia, Áustria, Espanha, Portugal, Itália, França, Alemanha, Bélgica, Noruega, Finlândia, Jordânia, África do Sul, Coréia do Sul, China, Índia, Estados Unidos da América, México, Colômbia, Peru, Argentina e Chile.

No **Apêndice A** são apresentadas diversas obras com este material e sua respectiva ficha técnica contendo informações sobre nome, autor do projeto, ano de construção, país, estrutura e cor do pigmento utilizado. Vale observar que a maioria delas fazem uso do pigmento nas cores amarelo, marrom, preto e vermelho, sendo excepcional o emprego do pigmento nas cores azul e verde.

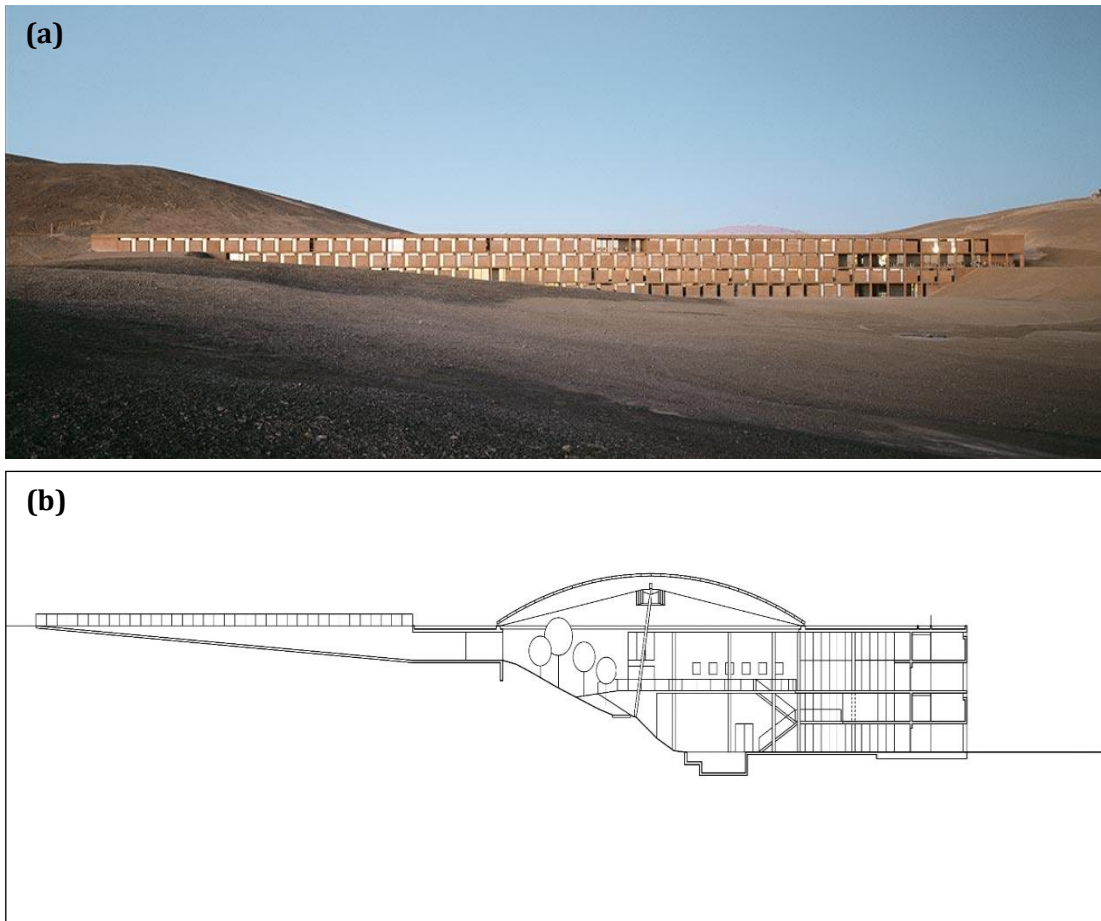
Dentre as 73 obras encontradas durante o levantamento bibliográfico, quatro edificações em concreto pigmentado foram selecionadas para serem exibidas a seguir. As construções destacadas são: o Hotel ESO com concreto pigmentado marrom no Chile; o Museu de Aviação e Parque de Exposições de Aviação Lotnictwa Polskiego com concreto pigmentado preto na Polônia; a Casa CVC com concreto pigmentado vermelho no México; e a Vinícola Les Davids com concreto pigmentado ocre na França.

A primeira obra destacada é o Hotel ESO ou Hotel European Southern Observatory, que está localizado a 2600 metros acima do nível do mar na região de Cerro Paranal no deserto do Atacama, no Chile. O hotel - situado nas proximidades do observatório com o mesmo nome e detentor do maior telescópio do mundo, o *Very Large Telescope (VLT)* - funciona como uma casa de hóspedes para cientistas que desenvolvem pesquisas no observatório durante determinados períodos (LANXESS, 2010).

A edificação foi projetada pelo escritório de arquitetura *Auer Weber* localizado em Munique e sua construção foi concluída em 2002. A obra monolítica com 8000 m² de área integra-se à paisagem, por meio do seu concreto pigmentado com pigmento de óxido de ferro que reflete os tons avermelhados do deserto (LANXESS, 2010). Em seguida, na **Figura 06**, pode-se verificar a fachada do Hotel ESO e parte do projeto arquitetônico com um corte esquemático.

Segundo Auer Weber (2010), a edificação do Hotel ESO conta com pátios internos com generosa vegetação, um restaurante, uma academia e uma piscina, além dos quartos e dos escritórios, remetendo o hotel à um oásis de cor quente e terrosa em meio ao deserto. O projeto ganhou dois prêmios, sendo eles: em 2004, *Leaf Awards Kategorien "New Build Overall"*; e em 2005, *Cityscape Architectural Review Awards*.

Figura 06: Hotel ESO - (a) Fachada e (b) Corte.



Fonte: (a) Auer Weber (2010) e (b) Archello (2010).

A estrutura maciça em concreto pigmentado da edificação possui propriedades termicamente inertes que têm uma influência sobre as temperaturas internas, promovendo a compensação das variações extremas de temperatura entre o dia e a noite. Logo, a energia térmica armazenada pelo concreto pigmentado durante o dia é gradualmente transferida à noite para os espaços internos, concebendo uma temperatura agradável aos ambientes (LANXESS, 2010).

De acordo com Beton (2008), a estrutura em concreto pigmentado foi toda executada diretamente no canteiro de obras. Na mistura do concreto utilizou o pigmento óxido de ferro na cor marrom, da Lanxess - produto Bayferrox 600 - e dosagem de 2,3% de pigmento sobre a massa de cimento.

Um feito considerado ousado, pois no caso de uma construção em concreto pigmentado é mais difícil garantir a uniformidade da cor, uma vez que a concretagem foi *in loco*. Além disso, também pelas condições particulares do deserto, como: vento, areia, altas temperaturas etc., em que os desafios são ainda maiores na dosagem do material. Abaixo, na **Figura 07**, é possível conferir alguns espaços da edificação em concreto pigmentado.

Figura 07: Hotel ESO - (a) Pátio interno e piscina e (b) Terraço do restaurante.



Fonte: (a) e (b) Archello (2010).

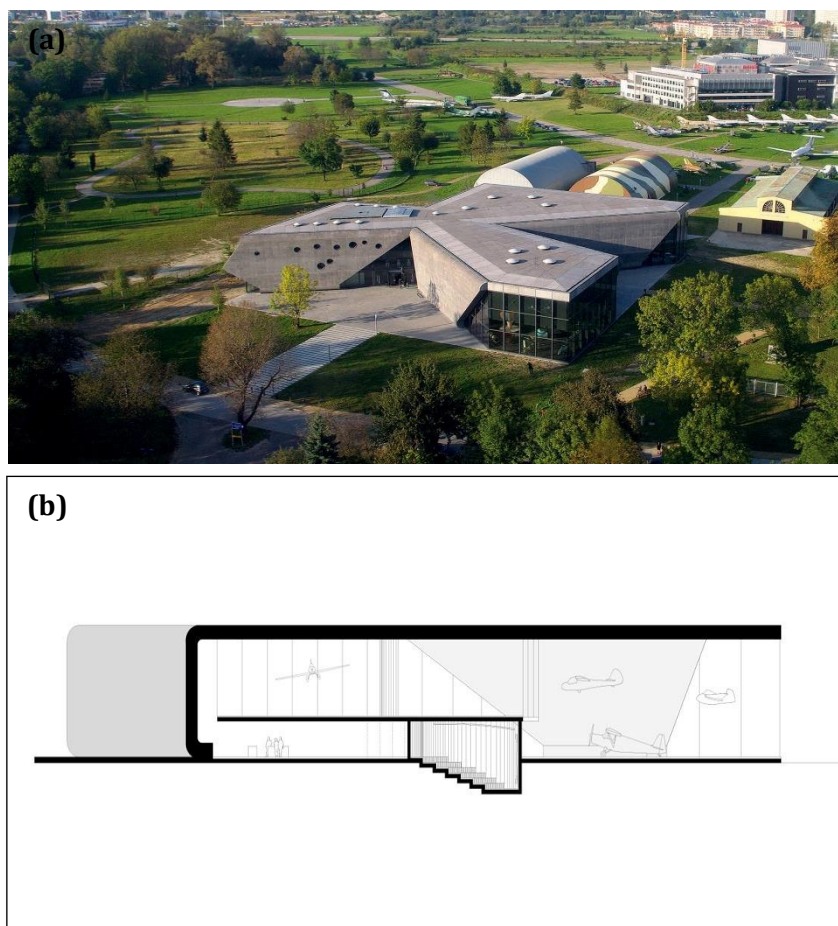
De maneira surpreendente, o resultado da edificação do Hotel ESO foi positivo, sendo que as próprias irregularidades - inicialmente temidas - criaram superfícies agradavelmente diversas que se harmonizaram com os tons mutantes do deserto. Certamente, a proposta do escritório de arquitetura, em criar um refúgio para os cientistas, foi alcançado por essa construção que parece um grande planalto exposto à erosão com apenas uma fachada voltada para o Pacífico e o pôr do sol (BETON, 2008).

A segunda obra destacada é o Museu de Aviação e Parque de Exposições de Aviação Lotnictwa Polskiego ou Muzeum Lotnictwa Polskiego, que está localizado em Cracóvia, na Polônia. A edificação é projeto dos escritórios de arquitetura *Pysall. Ruge Architekten* e *Bartłomiej Kisielewski*, sendo a construção realizada desde 2008 e concluída em 2010

(LANXESS, 2011). Em seguida, na **Figura 08**, pode-se verificar a implantação do Museu de Aviação e parte do projeto arquitetônico com um corte esquemático.

O museu está situado em edifícios e hangares historicamente preservados do antigo campo de aviação de *Rakowice-Czyzyny* na Cracóvia, o primeiro campo de aviação em território polonês construído em 1912 para a frota aérea número 7 do Império Austro-Húngaro. Em 2005, foi realizado um concurso para o novo edifício principal, o primeiro concurso internacional após a adesão da Polónia à União Europeia, a ser ganho e concretizado por um arquiteto alemão (ARCHDAILY, 2011).

Figura 08: Museu de Aviação Lotnictwa Polskiego - (a) Implantação e (b) Corte.



Fonte: (a) Archello (2011) e (b) ArchDaily (2011).

Segundo Archello (2011), o novo edifício do Museu de Aviação Lotnictwa Polskiego retoma intelectualmente a ideia de voar, o espírito do lugar e a estrutura do aeródromo histórico, e as sincronizam em uma estrutura expressiva e emblemática. Os hangares antigos

definiram a escala modular do novo edifício (60 x 60 m) e a altura (12 m), com uma proposta similar a um avião de papel, compreendido de alas triangulares em concreto pigmentado, porém com aspecto leve como um cata-vento ou uma hélice.

O novo edifício possui uma área de 4504 m² e três pisos que fornecem uma boa direção ao visitante, sendo que, o tamanho e a orientação das alas da edificação foram desenvolvidos a partir de três funções diferentes. As alas são envidraçadas abrindo-se em todas as direções, o que favorece a conexão visual da exposição com a paisagem ao seu redor do Parque de Exposições de Aviação de maneira harmônica. Ao entrar no edifício tem-se a opção de ir para a ala da educação com cinema 3D ou diretamente para a área de exposição com os aviões (ARCHDAILY, 2011). Abaixo, na **Figura 09**, é possível verificar alguns espaços do edifício em concreto pigmentado.

Figura 09: Museu de Aviação Lotnictwa Polskiego - (a) Área de exposição e (b) Sala de conferências.



Fonte: (a) ArchDaily (2011) e (b) Archello (2011).

Os aviões da ala Norte não parecem fechados, mas sim protegidos e prontos para rolar em direção a pista a qualquer momento. O primeiro andar dispõe de uma sala de conferências, uma biblioteca, uma seção multimídia e um restaurante com vista para a exposição, e o segundo andar possui os escritórios da administração (ARCHDAILY, 2011).

Os arquitetos optaram por uma estrutura em concreto pigmentado e pelo emprego na mistura do pigmento óxido de ferro na cor preto, da Lanxess - produto Bayferrox 330. No total, foram 3500 m³ de concreto com 39 toneladas de pigmento em pó na mistura para a produção do concreto pigmentado pela concreteira Cemex Polska. O resultado foi um novo

edifício atrativo com peças de exposição que revelam um contraste entre o fundo escuro do concreto pigmentado, com o avião azul, prateado ou vermelho (LANXESS, 2011).

A terceira obra destacada é a Casa CVC localizada no pitoresco bairro de Coyoacán, que está situado no centro geográfico-sul da Cidade do México, no México. O projeto é do escritório de arquitetura *Estudio MMX* e consiste na inserção de um programa compacto com a articulação entre espaço construído e aberto em uma estrutura em concreto pigmentado (OZUNA, 2020). A seguir, na **Figura 10**, pode-se verificar a fachada da Casa CVC e parte do projeto arquitetônico com um corte esquemático.

Figura 10: Casa CVC - (a) e (b) Fachada e (c) Corte.



Fonte: (a) e (b) Ozuna (2020); e (c) ArchDaily (2020).

A edificação concebida em 2018 gera um diálogo entre o espaço construído e aberto por meio do jardim, dos terraços e do pátio central, o que permite a passagem gradual do grande espaço na rua para o espaço verde na parte detrás da edificação. Dentro de uma

malha quadrangular, os 10 volumes são distribuídos ao redor de um pátio central, permitindo que duas unidades sejam habitadas independentemente (ARCHDAILY, 2020).

De acordo com Ozuna (2020), a Casa CVC com área de 550 m² possui espaços internos com ótimas condições de luz solar e vistas, sem comprometer a privacidade de seus ocupantes e sem reduzir as áreas abertas. A escolha pelo concreto pigmentado com pigmento óxido de ferro na cor vermelho na estrutura e acabamento permitiu a geração de pérgulas, lajes, vigas e paredes com caráter integrador entre a natureza e o projeto. Abaixo, na **Figura 11**, é possível conferir o pátio central da edificação que evidencia as características arquitetônicas destacadas, além da materialidade do concreto pigmentado marcante e singular da estrutura.

Figura 11: Casa CVC - (a), (b) e (c) Pátio central.



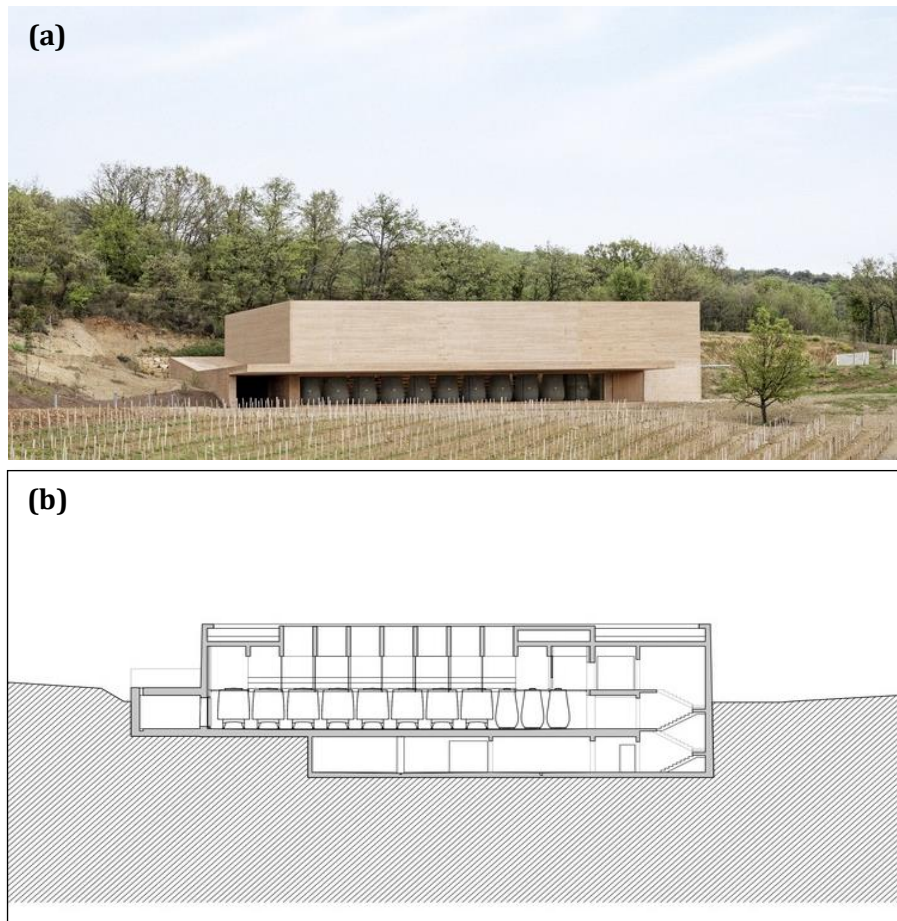
Fonte: (a), (b) e (c) Ozuna (2020).

A quarta e última obra destacada é a Vinícola Les Davids localizada no município de Ménerbes na região de Provença-Alpes-Costa Azul, na França. O projeto de arquitetura da nova vinícola de propriedade da marca de vinhos Les Davids é do *Atelier Marc Barani* (CHRONIQUES ARCHITECTURE, 2021).

A edificação construída no topo de um vale em forma de concha foi concluída na primavera do ano de 2021 e possui 2130 m² de área que combina o processo gravitacional de vinificação com a arquitetura que se integra na paisagem de maneira natural. A vinícola chama a atenção pelo envidraçamento que revela um arranjo monumental dos barris de tulipas de concreto convencional, fazendo uma comunicação entre as vinhas externas e os barris de vinho no interior (ARCHDAILY, 2021).

Conforme Chroniques Architecture (2021), a vinícola tem a estrutura em concreto pigmentado que lembra, pela forma e pela cor, as rochas e os terrenos vizinhos. Atualmente, a Les Davids conta com vinte hectares de vinhas, rodeada de pomares e jardins e produz onze vinhos orgânicos. Abaixo, na **Figura 12**, pode-se verificar a fachada da Vinícola Les Davids e parte do projeto arquitetônico com um corte esquemático.

Figura 12: Vinícola Les Davids - (a) Fachada e (b) Corte.



Fonte: (a) e (b) ArchDaily (2021).

A arquitetura da Vinícola Les Davids consiste no primeiro pavimento a recepção das uvas e o enchimento dos tanques; no térreo a vinificação, a montagem e a venda; e no subsolo o engarrafamento e o armazenamento na adega. Além disso, o térreo ainda contempla para acesso ao público uma loja, uma sala de degustação e um terraço coberto que oferece uma vista sobre as montanhas circundantes (ARCHDAILY, 2021).

Na propriedade, também há a disponibilidade de alugar casas de veraneio. A propriedade rural exclusiva de Hameaux des Davids conta com um total de seis casas de temporada independentes espalhadas por três aldeias, contendo cinco piscinas aquecidas, dois spas, duas quadras de tênis e jardins paisagísticos (ARCHDAILY, 2021).

Durante a construção da vinícola, o concreto pigmentado da estrutura foi moldado com tábuas de madeira, o que gerou uma superfície com textura natural. O pigmento empregado na mistura do concreto foi na cor ocre (óxido de ferro), atribuindo a edificação que possui uma forma alargada, semelhança com uma mastaba da antiguidade por parecer sair do solo (CHRONIQUES ARCHITECTURE, 2021). Abaixo, na **Figura 13**, pode-se conferir alguns espaços internos da edificação e a presença do concreto pigmentado da estrutura.

Figura 13: Vinícola Les Davids - (a) Primeiro pavimento e (b) Térreo.

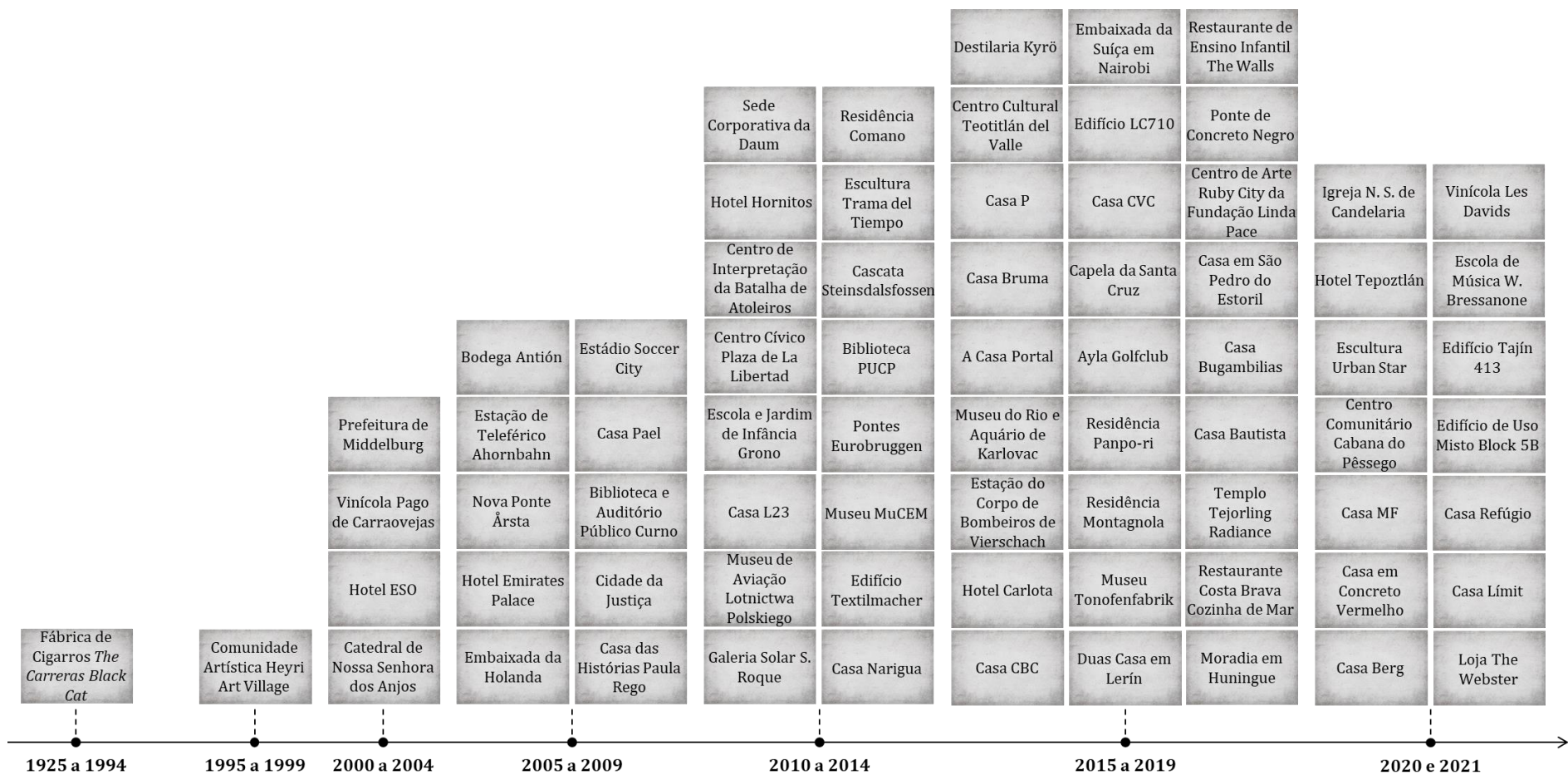


Fonte: (a) Chroniques Architecture (2021) e (b) ArchDaily (2021).

A seguir, na **Figura 14**, é apresentada uma linha do tempo com as obras e o ano da construção de cada uma delas. A linha do tempo é composta por 73 construções em concreto pigmentado espalhadas pelo mundo, iniciando com a fábrica de cigarros *The Carreras Black Cat*, entre 1926 e 1928, e finalizando com a Vinícola Les Davids na França, no ano de 2021.

Vale ressaltar que, a linha do tempo foi estruturada com as obras encontradas durante a realização da pesquisa, sendo que, é possível uma ou outra obra tenha ficado de fora do levantamento. Porém, as 73 edificações foram catalogadas e apresentaram ao menos informações relevantes para sua identificação.

Figura 14: Linha do tempo da utilização do concreto pigmentado - Panorama Internacional.



Fonte: Autora.

2.2 PANORAMA NACIONAL

No panorama nacional o concreto pigmentado, segundo o levantamento realizado, apresenta a primeira obra documentada com a utilização do material na década de 70 e, após quase vinte anos, que outras obras foram construídas com uma maior frequência pelo país. A primeira obra em concreto pigmentado que se tem documentos é titulada de “Obelisco Diamante dos Bandeirantes”, e por ser uma construção pioneira com a utilização de pigmento na mistura do concreto, será discutida com mais detalhe sobre sua estrutura mais adiante.

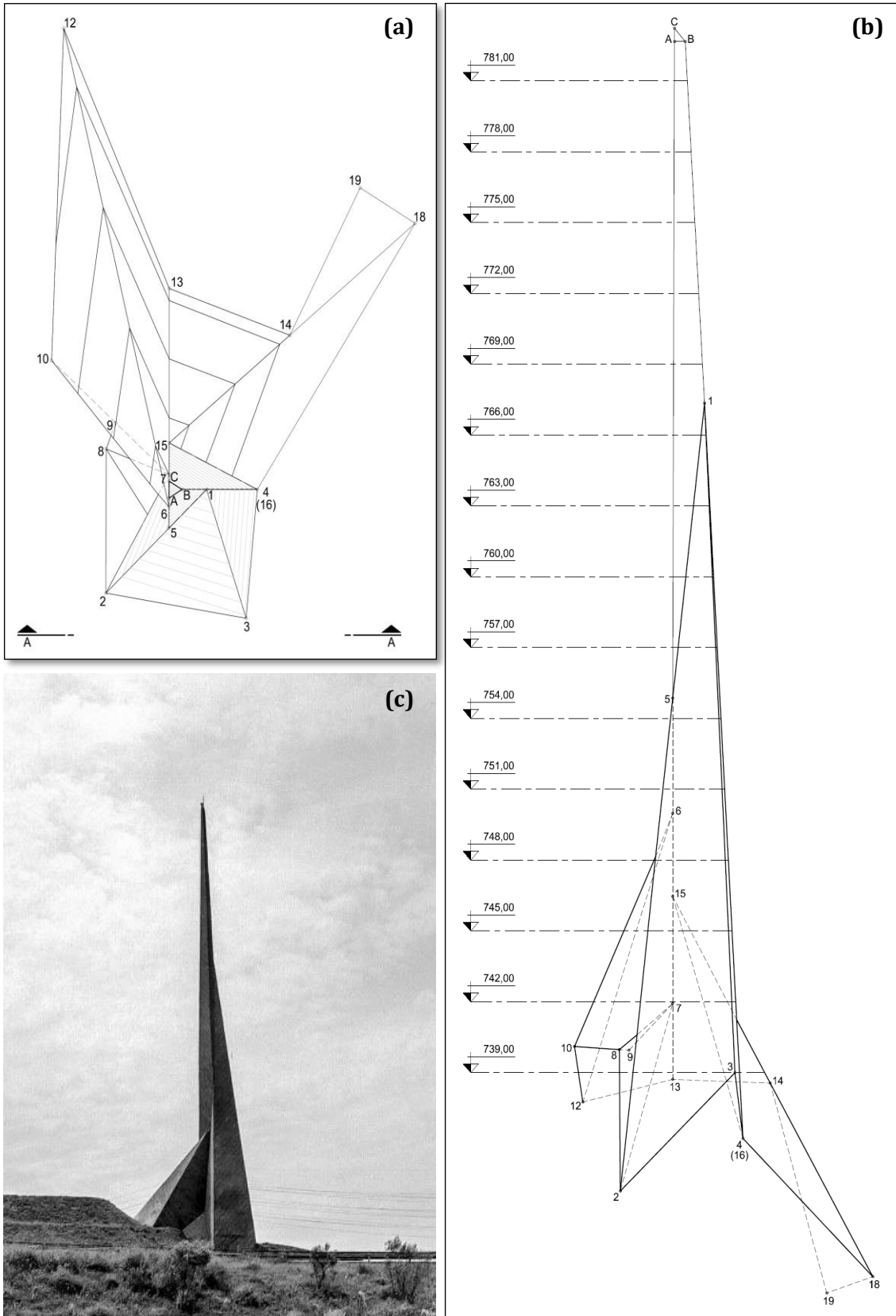
Além dessa obra, foram encontradas outras 22 construções espalhadas pelo país, sendo três selecionadas para serem enunciadas a seguir. As edificações destacadas estão localizadas na cidade de São Paulo e são referência no uso de concreto pigmentado, são elas: a Praça das Artes com uso de pigmento vermelho e ocre; a Cidade Matarazzo com uso de pigmento preto; e o Museu Paulista (MIP) com uso de pigmento marrom e preto.

No **Apêndice B** são apresentadas as obras com este material e sua respectiva ficha técnica contendo informações sobre nome, autor do projeto, ano de construção, cidade, estrutura e cor do pigmento empregado. Vale observar que a maioria das construções elencadas fazem uso do pigmento nas cores amarelo, preto e vermelho, não sendo encontradas, neste levantamento, obras com o uso do pigmento nas cores azul e verde.

A primeira obra destacada é o Obelisco Diamante dos Bandeirantes, também conhecida como o Marco Comemorativo da Inauguração da Rodovia dos Bandeirantes e está situada na cidade de São Paulo, próxima ao km 9 da rodovia que liga São Paulo a Cordeirópolis, e pode ser vista na Marginal do Rio Tietê e Pinheiros, no sentido Campinas. O monumento do ano de 1978 foi idealizado pelo artista Avatar Moraes, já o projeto - chamado de Via Norte - foi desenvolvido pela Proenge Engenharia de Projetos e a construção pelo Desenvolvimento Rodoviário S.A. - DERSA (AVATAR MORAES, 2000).

O marco é fruto de um concurso promovido na década de 70 para a escolha de um monumento que se tornaria símbolo da nova rodovia de São Paulo, que teve sua inauguração em 28 de outubro de 1978. Competindo com outros 40 trabalhos, o gaúcho de Bagé e artista visual Avatar da Silva Moraes venceu as etapas preliminares e desenvolveu a arte (INSTITUTO DE ENGENHARIA, 2008). A seguir, na **Figura 15**, é possível aferir um segmento do projeto arquitetônico do marco, com a apresentação de uma planta baixa e uma vista esquemática, além de uma imagem no período da sua inauguração.

Figura 15: Obelisco Diamante dos Bandeirantes - (a) Planta baixa, (b) Vista AA e (c) Obelisco em 1979.



Fonte: (a) e (b) Adaptado de DERSA (1978); e (c) Avatar Moraes (2000).

O Obelisco Diamante dos Bandeirantes no início da rodovia possui uma forma com três pirâmides pontiagudas de três faces, que teve como inspiração um cristal com intercrescimento. De acordo com o artista Avatar Moraes, a obra representa a escultura que aflora do subsolo, se valendo dos elementos naturais e reconhecendo a obra do homem na transformação da natureza (INSTITUTO DE ENGENHARIA, 2008). Abaixo, na **Figura 16**, pode-se conferir o concreto pigmentado da estrutura e sua textura.

Figura 16: Obelisco Diamante dos Bandeirantes - (a) Estrutura em concreto pigmentado vermelho e (b) Textura da superfície.

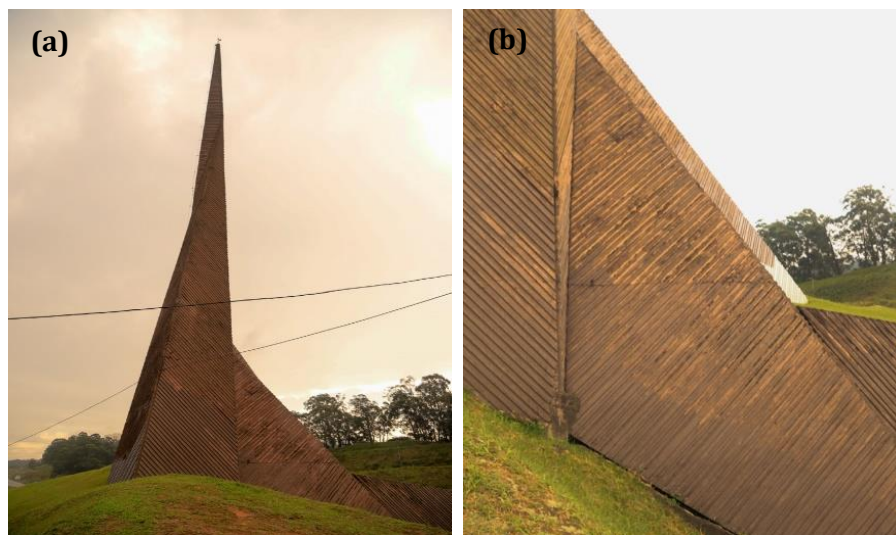


Foto: (a) e (b) Daniel Farias da Silva Bernardo (2019).

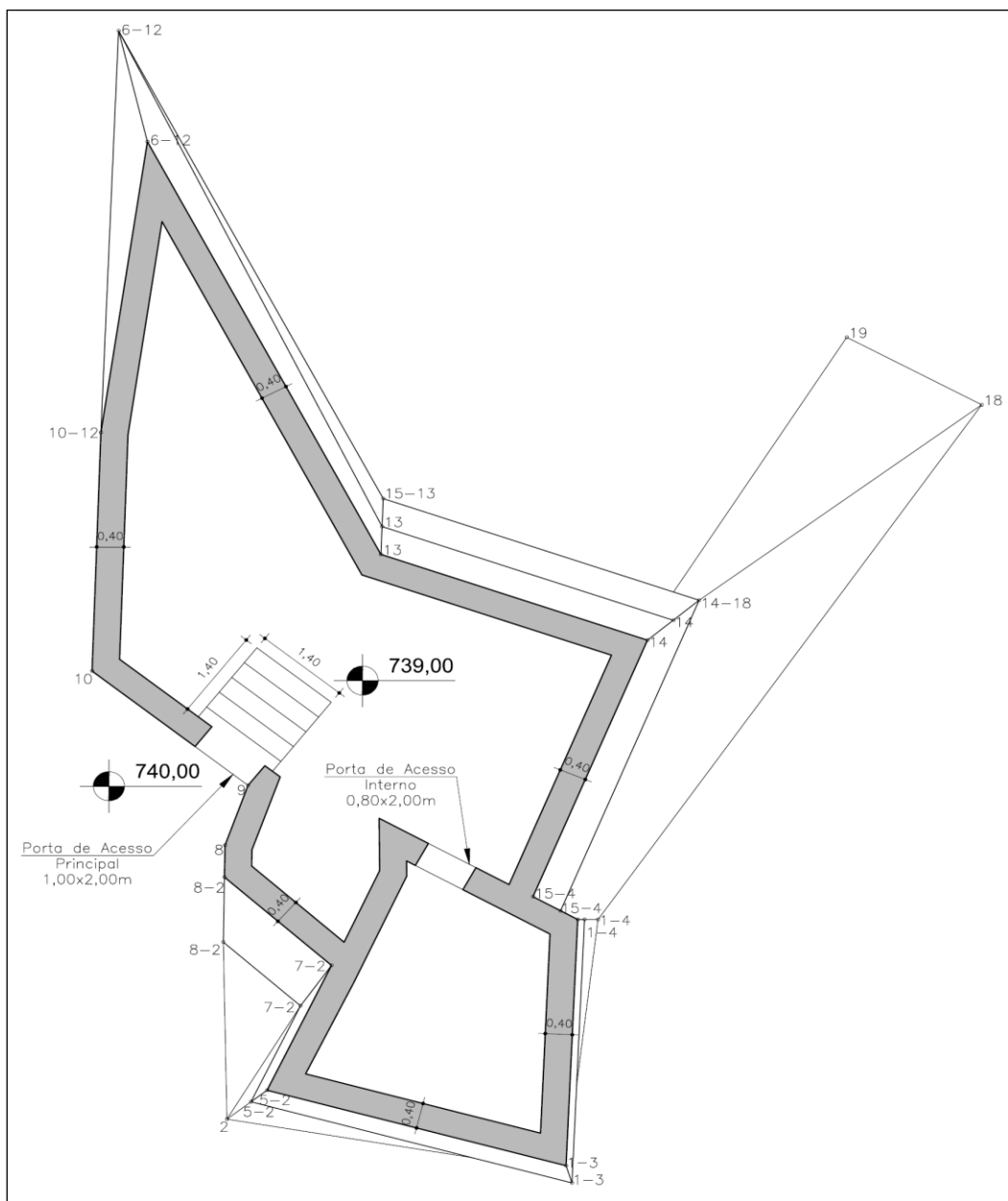
Segundo Vasconcelos (2002), esta obra sem dúvida foi a mais trabalhosa até a década de 70 em todo o Brasil, tanto pelo detalhamento do projeto quanto pela precisão de execução. Com uma forma geométrica complexa, este monumento foi executado com concreto de resistência 15 MPa (usual na época) e com pigmento óxido de ferro na cor vermelho na mistura, concedendo um aspecto ousado, principalmente para a época.

A textura das superfícies laterais das pirâmides possui caneluras com 2 cm de profundidade inclinadas a 45° e três larguras diferentes (de 5, 7 ou 10 cm), dispostas de maneira irregular. Estas caneluras possuem o intuito de regular o aspecto visual das faces, atenuar o efeito das manchas causadas pelo passar do tempo e encaminhar as águas diretamente para as arestas (VASCONCELOS, 2002).

É possível acessar o interior do Obelisco Diamante dos Bandeirantes por uma porta principal em concreto pigmentado com as mesmas caneluras presentes nas faces,

posicionada de maneira estratégica para não ser vista pelos usuários da rodovia. O ambiente interno do obelisco serve de depósito para as peças do andaime removível que facilmente pode ser instalado. Este andaime metálico removível da obra foi projetado para ser utilizado no sentido de propiciar a manutenção de modo contínuo (VASCONCELOS, 2002). Adiante, na **Figura 17**, encontra-se uma seção do projeto arquitetônico do Obelisco Diamante dos Bandeirantes, com a apresentação de uma planta baixa da cota 739,00 e a localização do acesso para entrar no mesmo.

Figura 17: Obelisco Diamante dos Bandeirantes - Planta baixa da cota 739,00 e localização da porta de acesso principal para adentrar o monumento.



Fonte: Adaptado de DERSA (1978).

Para enriquecer a pesquisa, o DERSA forneceu gentilmente o projeto executivo do monumento, sendo selecionados alguns documentos relevantes que serão explanados a seguir. Os registros podem ser acessados no **Anexo A**, onde contém vasto conteúdo a fim de um maior aprofundamento sobre o projeto, a execução e a manutenção da primeira construção em concreto pigmentado no país.

No documento “especificação de serviço do monumento” do DERSA é possível encontrar as especificações técnicas e o nome empregado à obra, que foi definida como Marco Comemorativo da Inauguração da Rodovia dos Bandeirantes. No memorial descritivo do projeto é evidente o cuidado com as etapas de execução da obra, evidenciando uma atenção maior em relação à concretagem para não acarretar diferença na cor do concreto pigmentado (DERSA, 1978).

Na continuidade do referido documento do DERSA foram mencionados dados relevantes como a opção por tubulões para a fundação, devido à necessidade de poupar o maciço de terra da operação de escavar e reaterrar, e consequentemente do desnível entre a cota de assentamento do bloco (737,50) e o ponto mais baixo do monumento (729,43). Além disso, optou-se por uma estrutura em concreto armado apresentando resistência característica $f_{ck} \geq 150 \text{ kgf/cm}^2$ e a constituição da armadura especificada por barras de aço CA-50 (DERSA, 1978).

No mesmo documento do DERSA continham informações sobre a coloração do concreto pigmentado que foi obtida por meio da adição de pigmento com dosagem determinada por meio de corpos de prova. Além disso, foi apresentado no registro a definição das fôrmas com observação para a face ser do tipo para concreto aparente, e as régua destinadas à formação das caneluras deveriam ser dispostas de maneira a não danificar a superfície do concreto pigmentado no momento da desenforma (DERSA, 1978).

Já no documento “memória de cálculo do monumento” do DERSA encontra-se a informação sobre a definição da estrutura, sendo indicado que as paredes da estrutura acima do bloco de fundação têm espessura constante de 0,40 m da base até à cota 759,00, e, a partir desta cota, até o topo a estrutura foi definida estrutura maciça. A decisão pela parede com espessura de 0,40 m foi embasada pelo fato da estrutura ser em concreto aparente e devido a fatores construtivos foi necessária uma boa espessura para que o obelisco pudesse ter um bom aspecto externo (DERSA, 1978).

Outro documento do DERSA, não menos importante, é a “memória de cálculo do suporte de andaime para manutenção do monumento”, apresenta a preocupação com a manutenção da obra ao longo da vida útil. Foram definidos e calculados o modo de

montagem e os suportes do andaime para a manutenção do monumento por meio de chumbadores, parafusos e dentes de apoio das mãos francesas, todos fixados no concreto pigmentado (DERSA, 1978).

Apesar de preconizada a importância da manutenção em seus projetos, atualmente, o Obelisco Diamante dos Bandeirantes apresenta sinais da falta de cuidado e/ou manutenção equivocada com a utilização de tinta (possivelmente), formando uma película com cor mais clara sobre a superfície do concreto pigmentado. Vale ressaltar, que o material empregado na obra aparentemente não apresenta indícios de deterioração, apenas sujidades em sua superfície que podem ser sanadas com limpeza.

Entretanto, a prática inadequada durante a manutenção do concreto pigmentado pode contribuir para a perda de seu valor estético. Além disso, após uma intervenção equivocada pode-se contribuir para o aparecimento de manifestações patológicas e prejudicar a vida útil do monumento. E caso seja necessário a recuperação, a superfície pode ficar diferente da original não sendo possível a conservação da sua concepção original. A seguir, na **Figura 18**, pode-se verificar a obra sem manutenção adequada, o que prejudica a durabilidade do concreto pigmentado.

Figura 18: Obelisco Diamante dos Bandeirantes - (a) Monumento sem manutenção em 2019, (b) e (c) Aplicação de tinta na superfície.

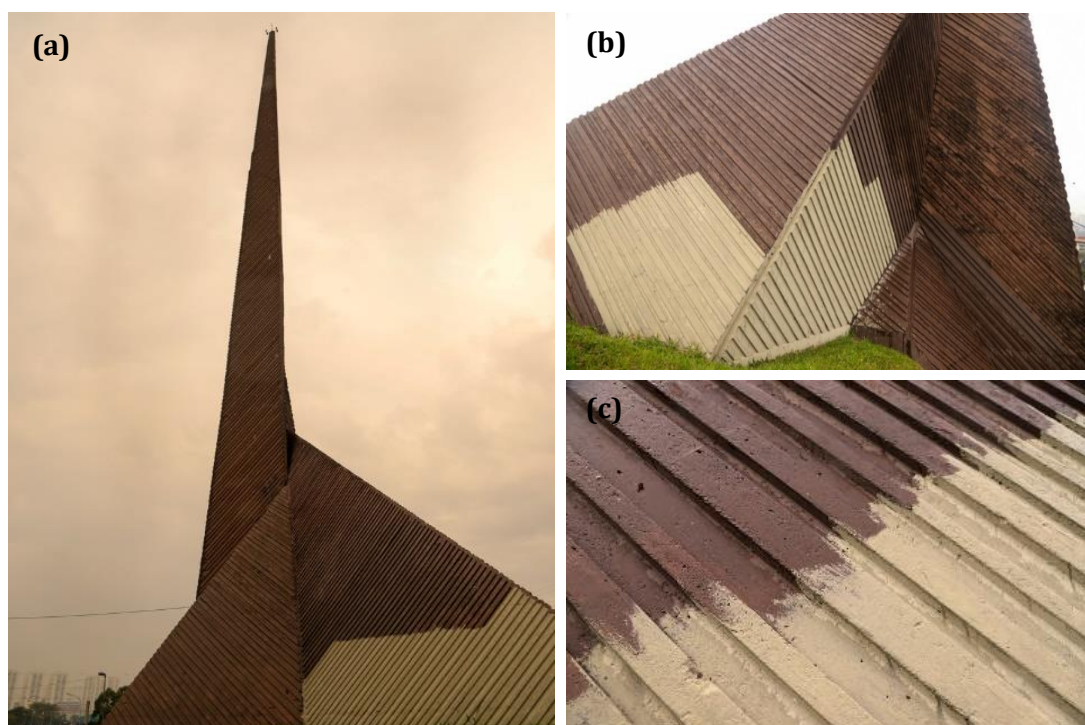
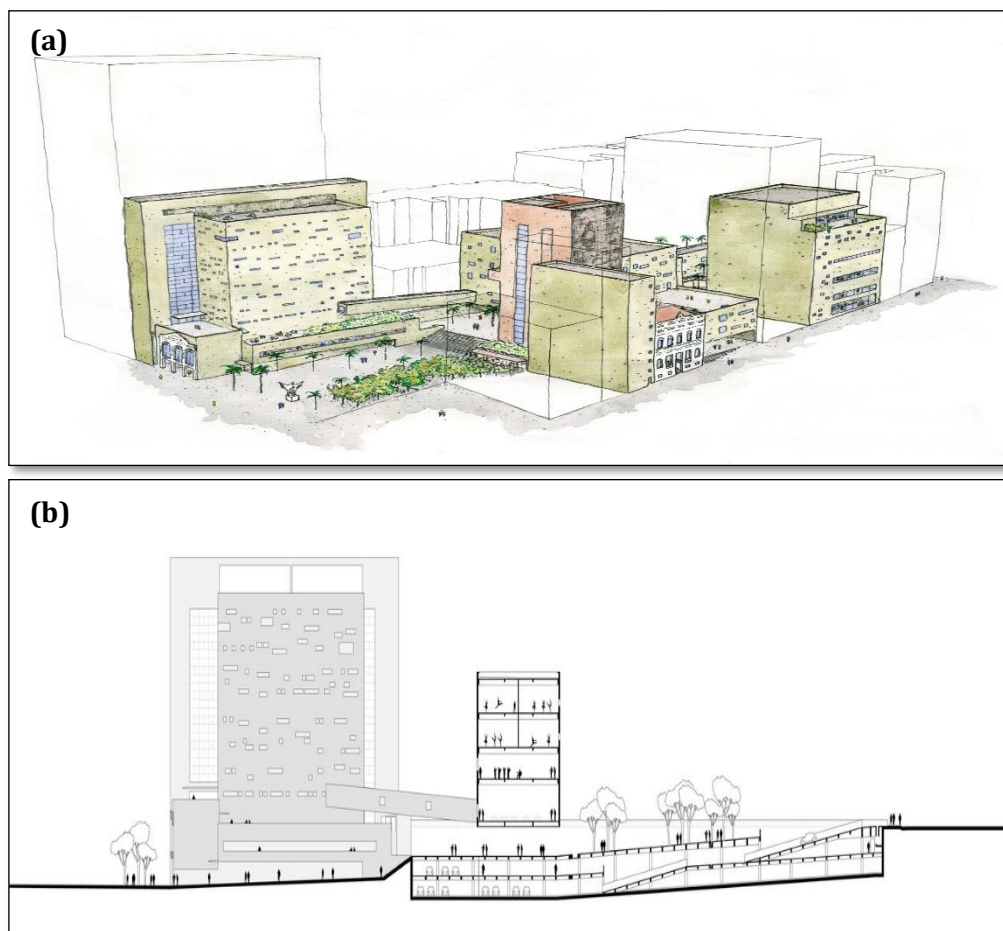


Foto: (a), (b) e (c) Daniel Farias da Silva Bernardo (2019).

A segunda obra destacada é a Praça das Artes localizada no centro de São Paulo e idealizada pelos arquitetos Francisco Fanucci e Marcelo Ferraz do escritório Brasil Arquitetura e pelo arquiteto Marcos Cartum da Secretaria de Cultura do Município de São Paulo. O projeto foi desenvolvido durante 2006 a 2008 e a construção ocorreu no período de 2009 a 2012 (NOSEK, 2013). Adiante, na **Figura 19**, pode-se verificar parte do projeto arquitetônico do complexo cultural com a apresentação de uma implantação e um corte esquemático e sua relação com o entorno.

Figura 19: Praça das Artes - (a) Croqui da implantação e (b) Corte.



Fonte: (a) e (b) ArchDaily (2013).

A Praça das Artes possui 28500 m² de área e está marcada por funções de caráter público, de convivência e de vida urbana que estabelece um diálogo com a vizinhança e com os edifícios históricos existentes - o Conservatório Dramático Musical de São Paulo e a fachada do Cine Cairo. A edificação do Antigo Conservatório, na Avenida São João, foi restaurada e rehabilitada vinculando-a ao complexo de novas construções e espaços que

abrigam as instalações para o funcionamento das Escolas e dos Corpos Artísticos do Teatro Municipal (ARCHDAILY, 2013).

Do extinto Cine Cairo, na Rua Formosa, permanece a fachada ligada ao novo edifício do complexo cultural. Essas edificações históricas são registros físicos e simbólicos remanescentes da cidade do século passado que contrastam com o projeto da Praça das Artes em concreto pigmentado nas cores vermelho e ocre (NOSEK, 2013).

De acordo com Brasil Arquitetura (2019), a obra recebeu diversos prêmios, sendo alguns deles: Melhor Obra de Arquitetura de 2012 pela Associação Paulista de Críticos de Artes; Edifício do Ano de 2013 pelo *Icon Awards*, realizado pela *Icon Magazine*; O Melhor da Arquitetura 2013, primeiro lugar na categoria edificações culturais; e entre outros. O prêmio mais recente foi o Gubbio 2019 para América Latina e Caribe, como melhor intervenção em patrimônio histórico urbano. Abaixo, na **Figura 20**, encontram-se os principais acessos a Praça das Artes.

Figura 20: Praça das Artes - (a) Acesso pela Avenida São João e (b) Acesso pela Rua Formosa e Vale do Anhangabaú.



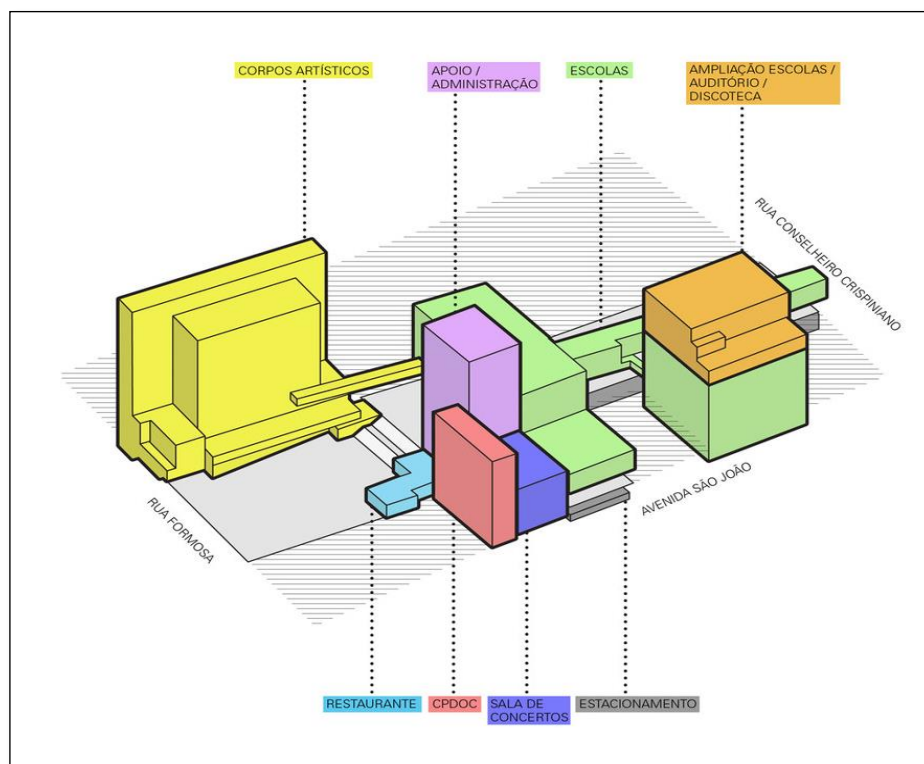
Fonte: (a) e (b) Brasil Arquitetura (2019).

O complexo cultural é compreendido pelos edifícios: Corpos Artísticos com atividades profissionais (Orquestra Sinfônica Municipal, Orquestra Experimental de Repertório, Coral Lírico, Coral Paulistano, Quarteto de Cordas e Balé da Cidade); Escola de Dança e Música com atividades educativas; Centro de Documentação (CPDOC) com função de abrigar o acervo artístico e os arquivos históricos das instituições que compõe o complexo; Antigo Conservatório com espaços para exposições artísticas e eventos, e

auditório para apresentações musicais; além do estacionamento com dois subsolos, da discoteca e do restaurante, sendo todos com estrutura em concreto pigmentado na cor ocre. A Praça das Artes, também, possui um edifício Anexo/Administrativo com função de abrigar toda a circulação vertical, os vestiários e os sanitários, sendo a única construção com estrutura em concreto pigmentado na cor vermelho do complexo (NOSEK, 2013).

Segundo Brasil Arquitetura (2019), recentemente em 2019, o complexo cultural passou por uma segunda fase de construção. Nesta fase, foi inaugurado no edifício Corpos Artísticos sete pavimentos, assim como, a praça interna com abertura para o Vale do Anhangabaú, o jardim e o restaurante. A seguir, na **Figura 21**, pode-se verificar os usos de cada edificação que compreende a Praça das Artes.

Figura 21: Praça das Artes - Diagrama de usos de cada edifício que compõem o complexo cultural.



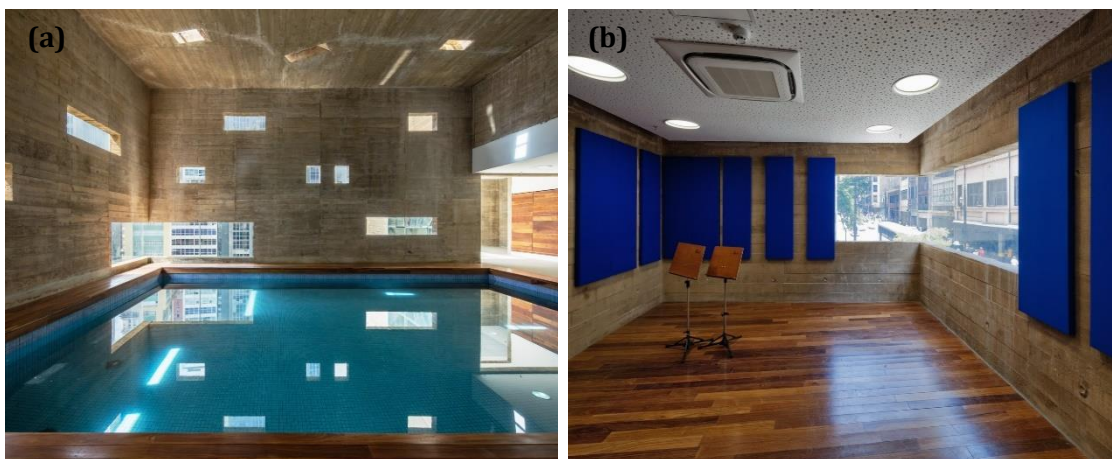
Fonte: ArchDaily (2013).

A Praça das Artes está em um ambiente urbano e exposta a poluição, em virtude disso, os arquitetos optaram pelo uso do concreto pigmentado em sua estrutura do tipo concreto armado. A escolha desse material foi devido a sua resistência às intempéries e pelo

baixo custo de manutenção, além da cor acarretar um visual único e emblemático para o projeto (LANXESS, 2012).

O complexo cultural possui uma superfície com textura característica da fôrma em madeira empregada, sendo utilizado 10000 m³ de concreto pigmentado e 39 toneladas de pigmento inorgânico em pó para a construção. A estrutura em concreto pigmentado utilizou pigmentos óxido de ferro nas cores vermelho e ocre, da Lanxess - produto Bayferrox Vermelho e Marrom Adobe - respectivamente (LANXESS, 2012). Abaixo, na **Figura 22**, é possível verificar alguns espaços internos e a estrutura em concreto pigmentado.

Figura 22: Praça das Artes - (a) e (b) Espaços internos.



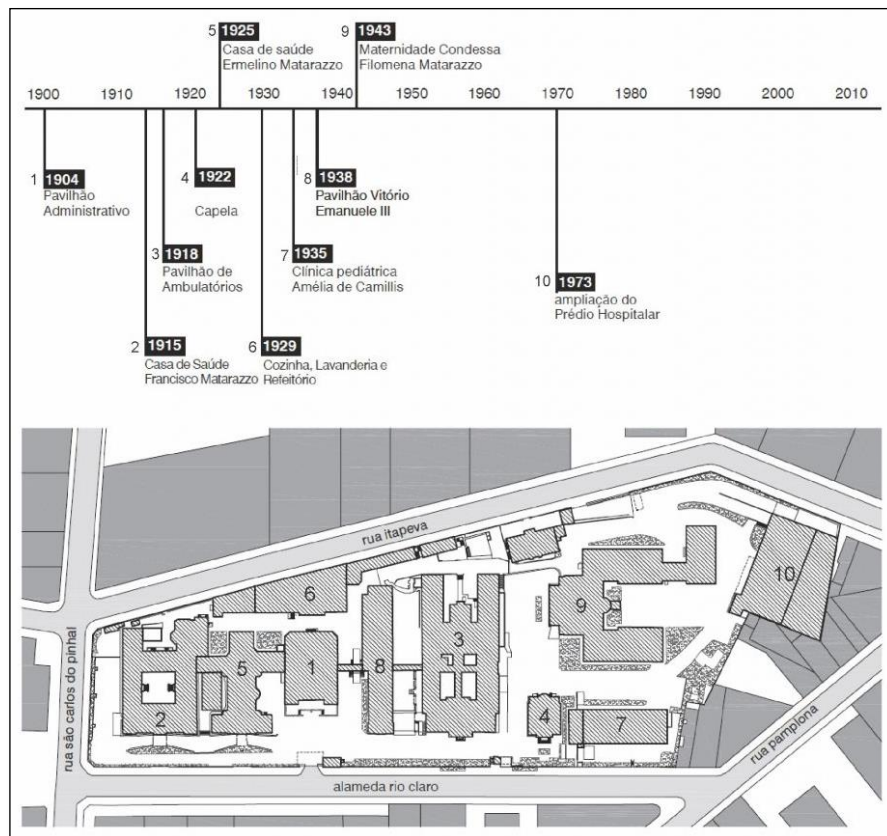
Fonte: (a) e (b) Brasil Arquitetura (2019).

A terceira obra destacada é a Cidade Matarazzo localizada na cidade de São Paulo, próxima a Avenida Paulista, no quadrilátero formado pelas Ruas Itapeva, Pamplona, São Carlos do Pinhal e Alameda Rio Claro. O projeto está no terreno de 28000 m² do antigo Hospital Matarazzo compreendido por edifícios tombados, que fazem parte do complexo comercial, hoteleiro e cultural em questão (HETEM, 2020).

O antigo Hospital Matarazzo, oficialmente batizado de Hospital Humberto Primo, foi inaugurado em 1904 e construído pela “*Societá Italiana de Beneficenza in San Paolo*”, com investimento do imigrante italiano e industrial Francisco Matarazzo. As outras edificações do complexo foram construídas posteriormente, ao longo do tempo, até o ano de 1973. Porém, o conjunto passou por um processo de decadência, em paralelo com a desativação das indústrias do Matarazzo, sendo fechado oficialmente no ano de 1993 (HETEM, 2020).

Segundo Toffoli (2019), para salvaguardar o conjunto do antigo Hospital Matarazzo e prevenir sua destruição e a construção de novas edificações sem critérios de preservação no complexo, foi promulgada em 1986 pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo (CONDEPHAAT) e ratificada pelo Conselho Municipal de Preservação do Patrimônio Histórico, Cultural e Ambiental da Cidade de São Paulo (CONPRESP) em 1991, o tombamento do conjunto arquitetônico edificado, sendo entre eles, a Capela Santa Luzia, de 1922, e a Maternidade Condessa Filomena Matarazzo, fundada em 1943. A seguir, na **Figura 23**, encontra-se uma cronologia construtiva das edificações do conjunto.

Figura 23: Cidade Matarazzo - Cronologia construtiva do conjunto arquitetônico edificado tombado.



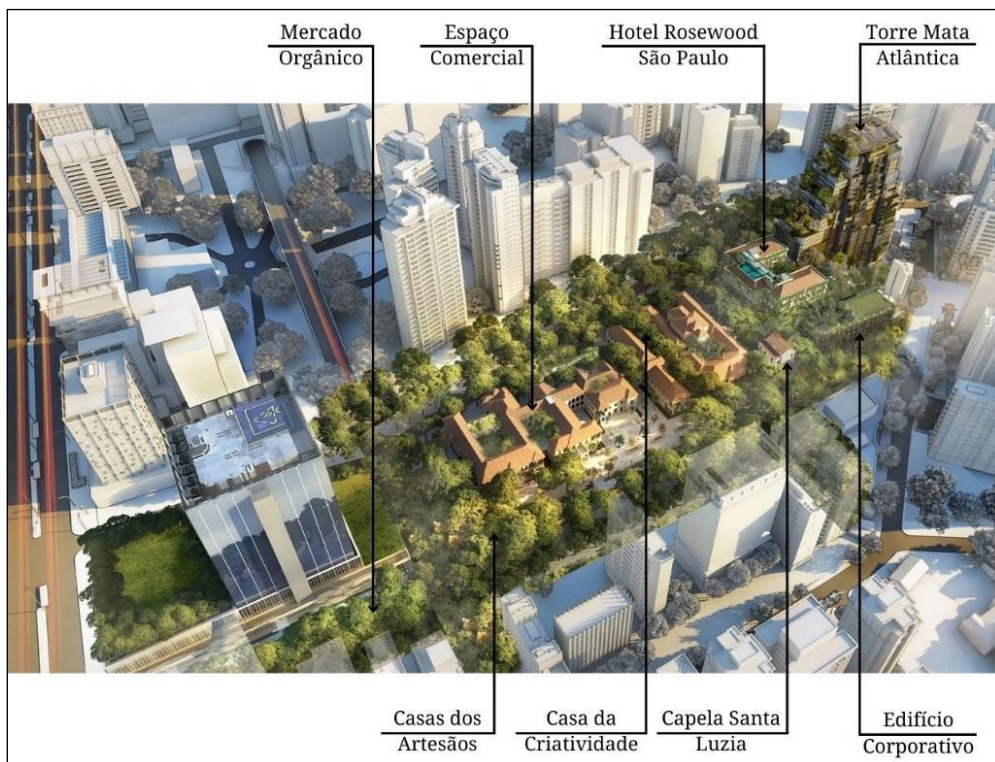
Fonte: Toffoli (2019).

O antigo Hospital Matarazzo foi projetado pelos arquitetos italianos Luigi Pucci e Giulio Micheli, com estilo Neoclássico e o ambiente dividido em alas, da mesma maneira, a Maternidade Condessa Filomena Matarazzo segue uma estética totalmente simétrica. Além do edifício principal, foram construídas novas edificações nos arredores ao longo do tempo.

A Capela Santa Luzia foi assinada pelo arquiteto italiano Giovanni Battista Bianchi, com uma fachada neoclássica e vitrais (ARCHTRENDS PORTOBELLO, 2020).

Conforme Hetem (2020), em 2008 o Grupo Allard, do francês Alexandre Allard, adquiriu o conjunto arquitetônico edificado tombado iniciando-se a concretização da Cidade Matarazzo, com foco na construção de um hotel e de instalações para o comércio de luxo, mas também, com a possibilidade de investimento em cultura e arte, revitalizando o legado arquitetônico existente. A estruturação do empreendimento foi dividida em duas etapas, sendo a primeira etapa concluída e inaugurada no final de 2021 e a segunda etapa com previsão de conclusão para 2023. Abaixo, na **Figura 24**, pode-se verificar a implantação do complexo e suas edificações.

Figura 24: Cidade Matarazzo - Implantação do empreendimento.



Fonte: Adaptado de Cidade Matarazzo (2021).

A primeira etapa de intervenção no empreendimento, engloba a restauração e a preservação do conjunto arquitetônico edificado tombado com outro uso, sendo somente a Capela Santa Luzia com uso original, além disso, no subsolo de 31 metros sob o templo tem estacionamentos, espaços de apoio ao hotel e espaços de eventos. Junto à antiga edificação da Maternidade Condessa Filomena Matarazzo tem uma nova edificação, chamada Torre

Mata Atlântica, com 25 andares e projetada pelo escritório francês Jean Nouvel, abrigando um hotel luxuoso, da empresa *Rosewood Hotel & Resorts* e projeto de interiores do designer Philippe Starck (HETEM, 2020).

De acordo com Hetem (2020), próxima a Capela Santa Luzia, também, tem um novo edifício corporativo, o Edifício Ayahuasca, pensado e projetado pelo arquiteto francês Rudy Ricciotti, possui serviços de alto luxo oferecidos pelo hotel. Além dos profissionais mencionados acima, o escritório franco-brasileiro Triptyque Arquitetura, está presente, sendo responsável pelas obras de restauro e de reforma no interior do empreendimento. Abaixo, na **Figura 25**, é possível aferir a intervenção no terreno e em algumas edificações tombadas.

Figura 25: Cidade Matarazzo - Intervenção no terreno: (a) Maternidade Condessa Filomena Matarazzo e (b) Capela Santa Luzia.



Fonte: (a) e (b) Toffoli (2019).

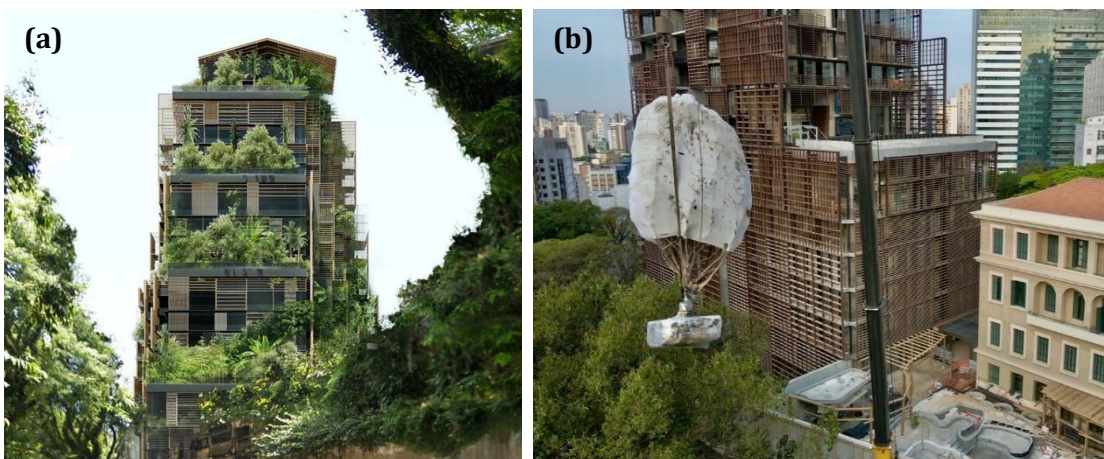
A segunda etapa de intervenção na Cidade Matarazzo, está em andamento e é compreendida pela transformação do antigo Hospital Matarazzo em uma grande área comercial com lojas de luxo. Além disso, essa etapa apresenta a implantação da parte cultural e do mercado de produtos orgânicos, onde será empregado o mobiliário de autoria dos Irmãos Campana. Ao lado do mercado tem a Casa Bradesco da Criatividade, que é um centro cultural destinado à divulgação das obras de artistas brasileiros e internacionais, contendo salas de exposição e um auditório no subsolo (HETEM, 2020).

Todas essas diferentes atividades se completam e compõem o chamado “parque” Matarazzo, assim como, o “túnel verde” a ser implementado desviando a rota de carros para o subsolo visando conectar o empreendimento à Avenida Paulista sob a Rua São Carlos do Pinhal, porém a proposta vem sofrendo oposição dos comerciantes locais. E no nível da rua, o acesso dos pedestres ao complexo e seu jardim, pelo Boulevard da Diversidade, é projeto da arquiteta e urbanista Adriana Levisky e o paisagismo da Cidade Matarazzo está a cargo do arquiteto francês Louis Benech (HETEM, 2020).

Segundo Hetem (2020), a Cidade Matarazzo é um projeto inovador em sua dimensão e com complexo programa, principalmente pelo fato de envolver o reuso, em caráter comercial, de edificações tombadas pelos órgãos de patrimônio histórico. Além disso, o empreendimento é marcado pela inovação construtiva e pela ousadia, como na situação da nova fundação e estrutura sob a Capela Santa Luzia, com suspensão dela para preservar sua estrutura, assim como, na solução para o subsolo da Maternidade Condessa Filomena Matarazzo, com a sustentação da marquise e pórtico por uma estrutura estilo mão-francesa.

Portanto, a questão construtiva da obra chama bastante atenção devido as inovações, ao suspender a Capela e a Maternidade travando a estrutura do existente e as descolando da terra com hidrojateamento para a realização do lobby do hotel e dos subsolos. A entrada e lobby do hotel presente na edificação antiga da Maternidade possui uma ligação com a Torre Mata Atlântica, e abaixo delas e da Capela tem um estacionamento de 8 subsolos (HETEM, 2020). Abaixo, na **Figura 26**, pode-se aferir a Torre Mata Atlântica.

Figura 26: Cidade Matarazzo - Torre Mata Atlântica: (a) Fachada da edificação em projeto e (b) Finalização da construção e início do plantio das árvores na fachada.



Fonte: (a) Cidade Matarazzo (2021) e (b) Chaves (2021).

A inovação construtiva, também está presente na Torre Mata Atlântica com o uso do concreto pigmentado. A edificação apresenta um projeto com perfil piramidal, em composição que permite criar vários terraços arborizados, com soluções distintas para cada lado, com fachada mais aberta, com largos e profundos terraços, voltada para o parque; já a fachada com vista para a cidade tem aspecto mais íngreme, criando um diálogo com os imóveis existentes (HETEM, 2020). A seguir, na **Figura 27**, é possível verificar a Torre Mata Atlântica, que conforme informação do Prof. Dr. Ercio Thomaz, o volume total de concreto pigmentado preto utilizado na estrutura da edificação é de 13500 m³, sendo um recorde e tornando-a, até o momento, a maior obra em volume de concreto pigmentado no Brasil.

Figura 27: Cidade Matarazzo - Torre Mata Atlântica: (a) Pilares da edificação em concreto pigmentado e (b) Concretagem da laje em concreto pigmentado.

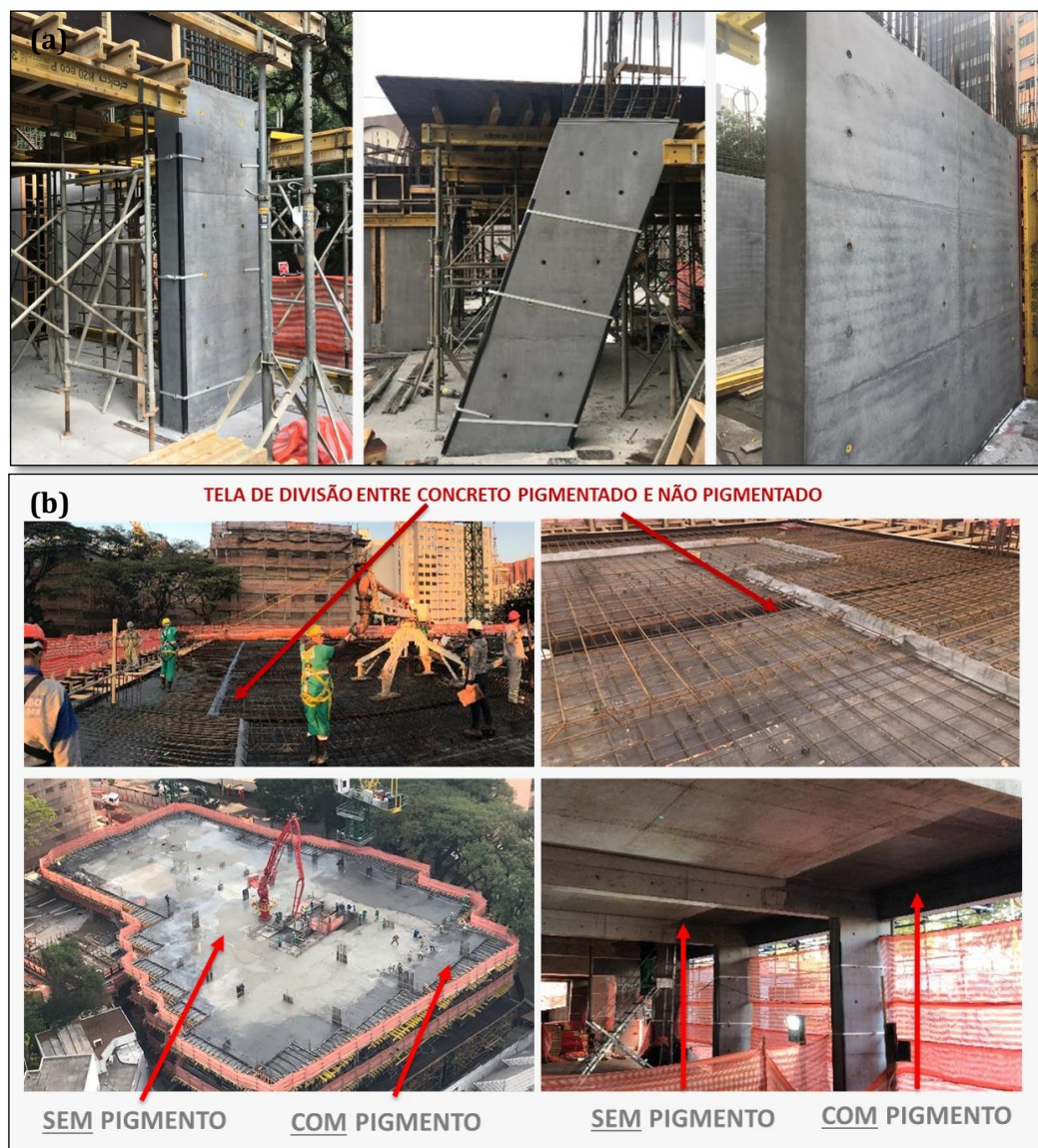


Foto: (a) e (b) Luiza Khouri Estefan (2021).

A **Figura 27**, é composta por imagens cedidas gentilmente pela Arquiteta Luiza Khouri Estefan. Na figura é possível verificar a tecnologia empregada durante a concretagem da laje para que no centro dela utilizasse concreto convencional e nas extremidades o concreto pigmentado preto, de maneira a contribuir para a redução do custo da obra e a otimizar o emprego do concreto pigmentado apenas em elementos aparentes.

Conforme Hetem (2020), a Torre Mata Atlântica foi construída com concreto armado autoadensável. As escadas e o sistema de circulação vertical foram feitos antes da concretização das lajes, com cuidado máximo em relação a vedação das fôrmas, para isso foi necessário logística e uma mão de obra adequada. Nas áreas aparentes da edificação a materialidade foi em concreto pigmentado na cor preto (óxido de ferro).

A Torre Mata Atlântica tem inúmeras faces em que o concreto pigmentado fica aparente e a coloração do material foi determinada pelo arquiteto. Foram desenvolvidos diversos estudos com protótipos dentro da central da concreteira, assim como, na própria obra para que a cor do concreto ficasse similar ao projeto. Além disso, inúmeros estudos de traços foram realizados para atender a resistência necessária, que chegou a 60 MPa, tornando-o um concreto de alta resistência (MAPA DA OBRA, 2019).

A quarta e última obra destacada é o Museu Paulista, mais conhecido como Museu do Ipiranga, localizado na Rua dos Patriotas, no Bairro do Ipiranga na cidade de São Paulo. O Museu faz parte do conjunto arquitetônico do Parque da Independência e foi inaugurado em 7 de Setembro de 1895 (SANTIAGO, 2021). Abaixo, na **Figura 28**, é apresentado o Edifício-Monumento do Museu Paulista.

Figura 28: Museu Paulista - Edifício-Monumento do Museu em 2020.



Fonte: Santiago (2021).

A construção do Edifício-Monumento concretizou o ideal do Império de criar um marco comemorativo da Independência do Brasil na região do Ipiranga. Já o Museu Paulista, criado como Museu do Estado e formado a partir de uma coleção particular, foi instituído por decreto provincial em 1890, um ano depois da Proclamação da República. Em 1893, o Museu do Estado teve seu nome alterado para Museu Paulista e o Monumento do Ipiranga foi declarado propriedade do Estado e destinado a abrigá-lo. Dessa maneira, duas iniciativas, uma imperial e outra republicana, passaram a coabitar em um mesmo espaço construído (REVISTA RESTAURO, 2020).

De acordo com Revista Restauro (2020), ao longo do século XX, o Museu foi subordinado às Secretarias do Interior, dos Negócios e da Educação até ser integrado à Universidade de São Paulo (USP), em 1963. O Monumento do Ipiranga foi a primeira obra arquitetônica a estruturar o conjunto urbanístico do Parque da Independência. Atualmente o conjunto é formado pelo Edifício-Monumento, horto, jardim, fontes e o Monumento Escultórico à Independência de autoria de Ettore Ximenes (1922). O Parque foi concebido na década de 1910 juntamente com a ligação viária com o centro da cidade - a Avenida da Independência, hoje Avenida Dom Pedro I, inaugurada em 1923.

O tombamento do conjunto pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo (CONDEPHAAT), em 1975, e pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), em 1998, garantiu sua preservação como um dos mais antigos conjuntos urbanísticos na cidade de São Paulo. O monumento arquitetônico concebido pelo arquiteto italiano Tommaso Gaudencio Bezzi para marcar o lugar da Independência foi a primeira edificação em escala monumental feita em tijolos maciços na cidade e com volumetria inspirada nos grandes edifícios acadêmicos europeus do século XIX - estilo Neoclássico (REVISTA RESTAURO, 2020).

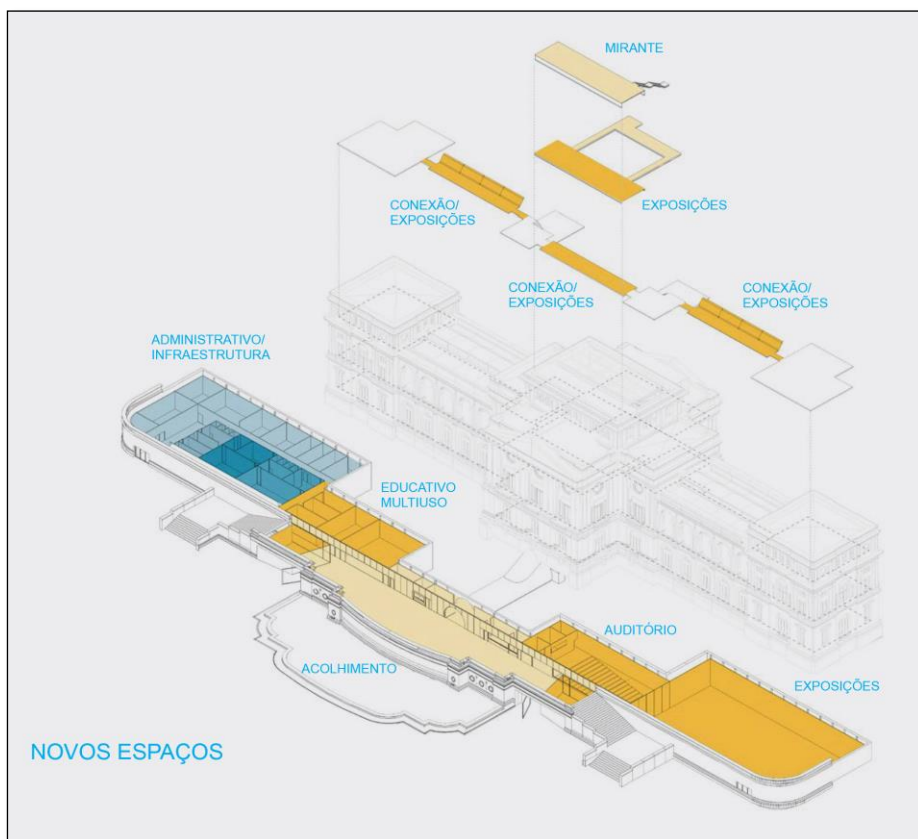
Segundo Revista Restauro (2020), desde a sua inauguração, o Edifício-Monumento recebeu manutenção preventiva e corretiva pontuais, mas nunca foi objeto de um restauro completo. Os anos sucessivos em que ocorreram infiltrações de águas pluviais sob os telhados, e que não foram sanados com as manutenções rotineiras, fizeram com que o edifício sofresse acelerada degradação. O fechamento do Edifício-Monumento ao público, em 2013, foi devido a manifestações patológicas e entre outras carências, assim como, a não conformidade com as normas de acessibilidade e de segurança contra incêndio.

A partir de 2016, atendendo a uma recomendação do Instituto de Arquitetos do Brasil (IAB) e do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU/BR), a direção do Museu deu andamento à meta de realização de um concurso nacional para o projeto de

ampliação, modernização e restauro do Museu Paulista. Logo, com base nos critérios relacionados no edital do concurso a Comissão Julgadora decidiu em premiar como primeiro lugar o escritório de arquitetura Hereñu + Ferroni Arquitetos Ltda (REVISTA RESTAURO, 2020).

O projeto de ampliação, modernização e restauro do Museu Paulista, propõe a restauração da estrutura existente, como também, a ampliação de 6840 m², que compreendem o novo acesso público subterrâneo integrado para acolhimento dos visitantes, que irá distribuir outros novos espaços, como: áreas de atendimento, bilheterias, salas educativas e de uso múltiplo, auditório, café e túnel de conexão ao Edifício-Monumento. Além disso, novas áreas de exposições e de circulação, conexão entre torres em pavimentos superiores e a criação de um terraço-mirante na cota mais alta da edificação. Para os deslocamentos verticais o projeto arquitetônico prevê a modernização e instalação de elevadores e escadas rolantes, e do mesmo modo, conta com rampas e escadas convencionais (SANTIAGO, 2021). A seguir, na **Figura 29**, encontra-se a proposta para ampliação do Edifício-Monumento.

Figura 29: Museu Paulista - Proposta com novos espaços para o Edifício-Monumento.



Fonte: H+F Arquitetos (2017).

Conforme Santiago (2021), a obra teve seu início em Novembro de 2019 com conclusão prevista para começo de 2022. Após a conclusão das montagens das exposições, a reabertura do Museu Paulista está agendada para o dia 07 de Setembro de 2022, para a celebração do bicentenário da Independência do Brasil.

Os responsáveis técnicos pelo projeto de ampliação, modernização e restauro do Museu Paulista, elaboraram especificações contidas no memorial descritivo de arquitetura, voltadas especificamente para o concreto pigmentado empregado na obra. Do mesmo modo, teve a preocupação com o tipo de fôrma a ser empregada para modelar os elementos em concreto pigmentado, sendo recomendado no memorial a utilização de fôrmas para concreto aparente em placas de compensado plastificado (SANTIAGO, 2021). Abaixo, na **Figura 30**, verifica-se a intervenção na edificação para ampliação.

Figura 30: Museu Paulista - (a) e (b) Em construção o novo espaço de acolhimento.



Fonte: (a) e (b) ArchDaily (2021).

De acordo com Santiago (2021), no memorial descritivo de arquitetura é especificada a utilização de duas cores de pigmento para o concreto pigmentado, sendo elas: marrom e preto. O concreto pigmentado na cor marrom será aplicado em todos os novos elementos em concreto, como: lajes, paredes e pilares da área de ampliação, com exceção das áreas técnicas situadas junto às torres Leste e Oeste do Edifício-Monumento, e em todas as estruturas, tetos e paredes em concreto do Anexo de Serviços. Já o concreto pigmentado na cor preto será empregado em todos os novos elementos das áreas externas que compõem o jardim ao redor do Edifício-Monumento, como: guias e muretas, incluindo as áreas técnicas e bocas de ventilação situadas no subsolo junto às torres Leste e Oeste do Edifício-Monumento.

Na produção do concreto pigmentado foram utilizados os pigmentos óxido de ferro nas cores marrom amarelado e preto em pó, da Lanxess - produtos Bayferrox 975M e 318 respectivamente. A dosagem foi de 3% do pigmento marrom e de 4,5% do pigmento preto sobre a massa de cimento (SANTIAGO, 2021).

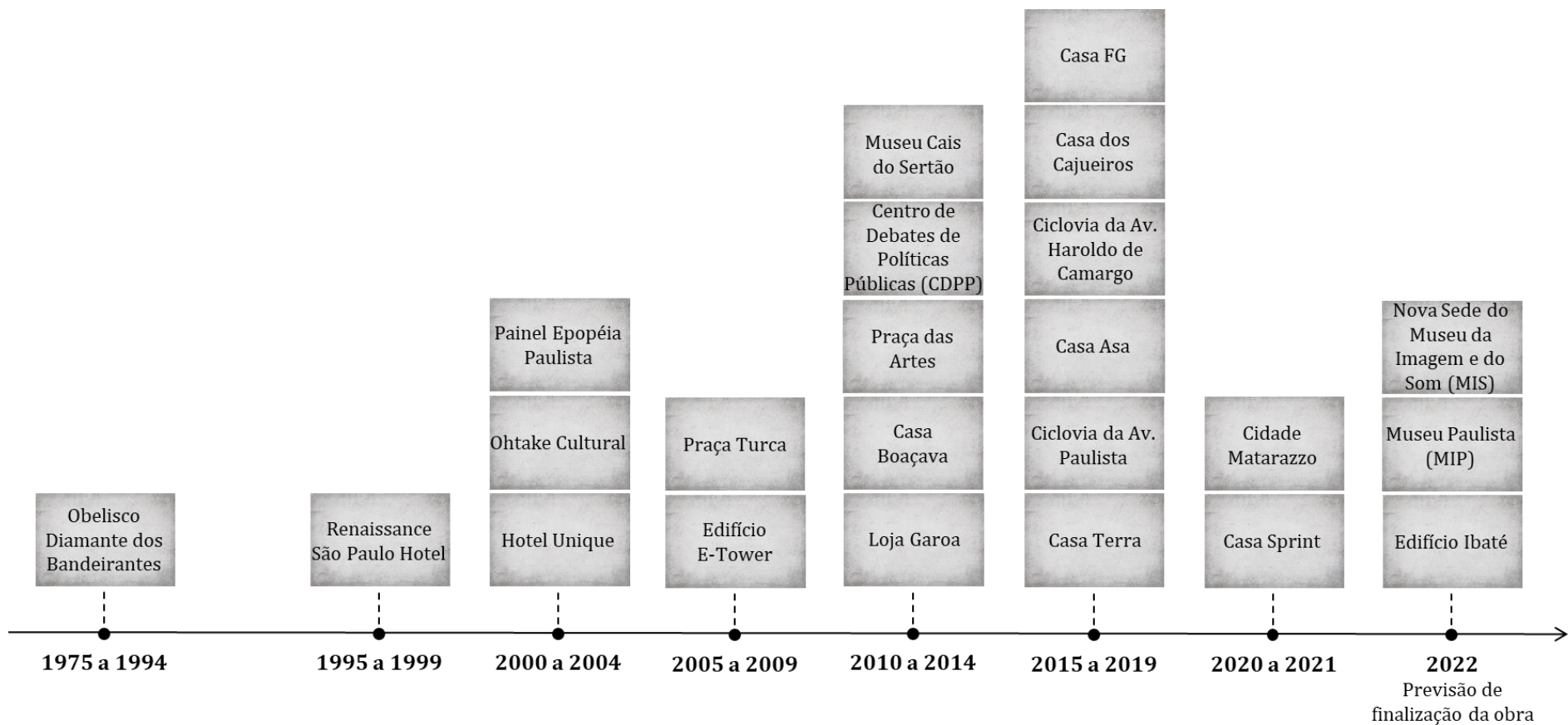
Antes do início da concretagem, a construtora efetuou testes de cor em protótipos em conjunto com a empresa de consultoria de concreto pigmentado para análise e aprovação dos arquitetos. O projeto estrutural prevê a execução da estrutura em concreto pigmentado com armaduras e resistência característica ≥ 40 MPa (SANTIAGO, 2021).

Segundo a Engenheira Maria Aparecida Soukef Nasser, diretora de operações na Concrejato Engenharia, responsável pelo concreto empregado na obra, o volume total de concreto pigmentado utilizado na ampliação é de aproximadamente 3200 m^3 , sendo em torno de 190 m^3 na cor preto e de 3010 m^3 na cor marrom. Estes dados consolidam que a ampliação do Museu Paulista é uma obra com grande volume de concreto pigmentado empregado.

A seguir, na **Figura 31**, é apresentada uma linha do tempo com as obras e o ano da construção de cada uma delas no Brasil. A linha do tempo é composta por 23 obras, sendo 3 edificações em fase de construção e/ou finalização, sendo iniciada com o Obelisco Diamante dos Bandeirantes na cidade de São Paulo, de 1978, e finalizada com a Nova Sede do Museu da Imagem e do Som (MIS-RJ) na cidade do Rio de Janeiro, que após um período de paralização da obra, retomou suas atividades em 2021 e tem previsão de inauguração para o ano de 2022.

Igualmente como as obras internacionais, a linha do tempo foi estruturada com as obras encontradas durante a realização da pesquisa, sendo que, é possível uma ou outra edificação tenha ficado de fora do levantamento. Porém, as 23 obras foram catalogadas e apresentaram ao menos informações relevantes para sua identificação.

Figura 31: Linha do tempo da utilização do concreto pigmentado - Panorama Nacional.



Fonte: Autora.

2.3 OUTROS USOS

O concreto, como nenhum outro material, é tão diversificado ou multifacetado que continua sendo diariamente divulgada à construção de um “novo edifício em concreto”, porém, as possibilidades deste material não se resumem apenas à construção de edifícios (FISCHER, 2009). Pode-se encontrar de maneira notável o concreto em produtos, como: pisos intertravados, telhas, bancos, cubas, máquinas de café e até joias (STOUHI, 2018).

Em Los Angeles, o arquiteto e designer J.Byron-H, conhecido por sua diversão com formas e materiais inesperados, experimentou o concreto pigmentado reforçado com fibra de vidro e criou peças mobiliárias contemporâneas leves, inspiradas pelo formato de *skates* e pelo Brutalismo arquitetônico. As peças apresentam como opção banquetas (baixa ou alta), assentos (baixo ou alto) e bancos com uma variedade de tons nas cores: uva, tangerina, limão, framboesa, azul e chiclete (STOUHI, 2018). A seguir, na **Figura 32**, encontram-se os bancos e os assentos produzidos em concreto pigmentado.

Figura 32: (a) Bancos de concreto pigmentado e (b) Assentos de concreto pigmentado.



Fonte: (a) e (b) Stouhi (2018).

O J.Byron-H produz as peças mobiliárias por meio da mistura do concreto pigmentado que é despejada em uma fôrma de borracha em formato de skate, sendo manipulada e dobrada até atingir o formato desejado e, assim, inicia-se o processo de cura para posteriormente ocorrer a desenforma. Como cada peça mobiliária é feita manualmente, os tons e acabamentos nunca são idênticos, refletindo a singularidade do concreto pigmentado (J.BYRON-H, 2018).

A empresa britânica *Kast* produz cubas em concreto pigmentado que evidenciam superfícies esculpidas e com texturas altamente definidas e variados padrões lineares que exploram texturas como ondulações horizontais suaves, pregas diagonais nítidas e ranhuras verticais perceptíveis (SOUZA, 2019). Recentemente, a empresa lançou a coleção 2021, que conta com modelos de cubas diferenciadas, são elas: a cuba de pedestal curva, a cuba com superfície nervurada e a cuba alongada dupla (KAST, 2021). A seguir, na **Figura 33**, é possível verificar alguns modelos de cubas em concreto pigmentado da *Kast*.

Figura 33: (a) Cuba amarela, (b) Cuba azul, (c) Cuba verde e (d) Cuba rosa.



Fonte: (a), (b), (c) e (d) Kast (2021).

As variações orgânicas na cor e na textura da superfície das cubas *Kast*, ocorrem como resultado do uso de concreto e agregados, que criam uma estética distinta que é integral ao caráter do material. As superfícies tridimensionais, junto com a textura suave e rústica do concreto e 28 opções de pigmentações, proporcionam uma variedade de configurações e um visual diferente para os banheiros (SOUZA, 2019).

No Brasil, a empresa Uma Concreto é um estúdio de design e ateliê, que cria e fabrica cubas e pias para banheiro, além de móveis, utensílios e objetos de decoração utilizando o concreto pigmentado. São 15 cores disponíveis e os principais modelos de cubas de apoio, são: round, square e pill (UMA CONCRETO, 2020). Em seguida, na **Figura 34**, encontram-se alguns modelos de cubas produzidas em concreto pigmentado da Uma.

Outra empresa brasileira, chamada Konkre Living Design cria e fabrica cubas de concreto pigmentado feitas à mão para banheiros e lavabos. São 20 opções de cores para as

cubas de apoio, com destaque para os modelos: mount, horizon, lake, laguna, ivy e boulder (KONKRE DESIGN, 2021). Adiante, na **Figura 35**, pode-se aferir alguns modelos de cubas em concreto pigmentado da Konkre.

Figura 34: (a) Cuba round olive, (b) Cuba square bluestone e (c) Cuba pill peach.



Fonte: (a), (b) e (c) Uma Concreto (2020).

Figura 35: Cubas de apoio em concreto pigmentado.

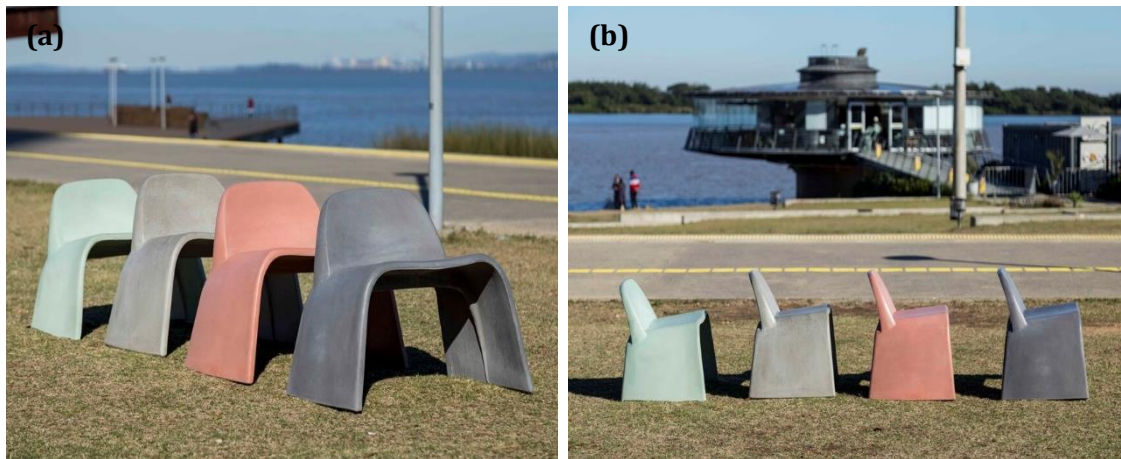


Fonte: Konkre Design (2021).

Em Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, uma empresa de mobiliário urbano chamada De Lazzari Mobiliário Urbano, formada pelos arquitetos Bruno De Lazzari e Antelmo De Lazzari dividem a autoria dos projetos de mobiliário da empresa. Dentre os produtos e os materiais desenvolvidos por eles, destacam-se os bancos, as poltronas e as

mesas produzidos em concreto pigmentado nas cores cinza, verde, vermelho e preto (DE LAZZARI, 2021). A seguir, na **Figura 36**, encontram-se as poltronas da linha tropical produzidas em concreto pigmentado da De Lazzari, com design inspirado na folha de bananeira.

Figura 36: (a) e (b) Poltronas da linha tropical em concreto pigmentado.



Fonte: (a) e (b) De Lazzari (2021).

O concreto pigmentado produzido pela De Lazzari Mobiliário Urbano é um concreto armado autoadensável de ultra alta performance reforçado por fibras (UHPFRC) moldado em fôrmas customizadas com fibra de vidro, o que concede o acabamento do produto. Na fórmula do concreto são utilizados agregados finos para contribuir na diminuição da porosidade e a adição de pigmentos na mistura para ganho estético. Além disto, na superfície dos mobiliários é aplicado uma resina acrílica à base de água para impermeabilização da peça, atribuindo um acabamento semi brilhante (DE LAZZARI, 2021).

Como visto anteriormente, o concreto pigmentado pode ter aplicações diversas levando cor, inclusive, para as cidades e possibilitando outros usos, como: demarcação de vias, fachadas, pavimentações, praças, parques, mobiliários urbanos, ciclovias, edifícios públicos e casas populares. Sua utilização promove características estéticas harmoniosas, diferenciadas e duráveis, tornando-se uma opção vantajosa e econômica inclusive para obras públicas (SOUSA; ROCHA; GOMES, 2020).

3. A COR E O CONCRETO PIGMENTADO

O concreto é considerado um material estrutural devido à sua durabilidade e ao bom comportamento em relação à compressão e, associado as barras de aço, à tração, mas é muito mais que um material estrutural. É um material plástico e moldável que permite formas inimagináveis e acabamentos diversos, além da facilidade na combinação com outros materiais (TORRES, 2003).

A estas características é preciso incluir a aparência estética obtida pelo concreto quando a ele se agregam texturas, cores e formas diferenciadas. Desse modo, o concreto utilizado anteriormente com função apenas estrutural tem sua aceitação como elemento arquitetônico ampliada por meio da incorporação de pigmentos, conferindo-lhe um relevante valor estético, assim como liberdade e expressão artística (PIOVESAN, 2009).

A cor tem papel fundamental na contribuição deste valor estético atrelado ao concreto pigmentado e, intrinsecamente, a cor provém do pigmento. Assim sendo, a ausência de pigmento no concreto não será apenas a inexistência de coloração no material, como também refletirá na carência de originalidade, criatividade e personalização das obras.

Segundo Lima (2020), descobertas recentes, evidenciam a possibilidade de que alguns pigmentos à base de óxidos desenvolvidos pela indústria química podem colaborar para o aumento da resistência à compressão do concreto pigmentado. Isto, corrobora para uma perspectiva que vai além do valor estético, somando-se a outros valores relevantes para este material, como, por exemplo, desempenho mecânico e durabilidade.

Do ponto de vista mais amplo e levando-se em consideração a cidade, para a integração da edificação com o entorno é fundamental a escolha correta dos materiais. Posto isto, o concreto pigmentado tem como algumas das suas funções dar cor, imagem e personalidade aos edifícios, com possibilidades tão amplas como a imaginação do arquiteto. Além disto, seu uso promove construções mais expressivas e exclusivas, apresentando maior liberdade no desenho (TORRES, 2003).

Portanto, entende-se por concreto pigmentado o material ao qual foi feita a adição de pigmento à massa, dando-lhe coloração diferenciada do concreto convencional. Certamente, a maior vantagem do concreto pigmentado é justamente tirar proveito do concreto com superfície exposta, eliminando o custo do revestimento e destacando o seu valor estético na cor e na textura (GUIMARÃES, 2011).

Conforme Carvalho (2002), por meio de um desenho adequado, utilização de produtos com qualidade e mão de obra treinada, pode-se alcançar resultados extraordinários no emprego do concreto pigmentado. A sua crescente popularidade nas

diversas áreas da construção é justificada por viabilizar autonomia no desenho e possibilitar infinitos acabamentos, além de ser uma construção com custo acessível, integridade estrutural e baixo custo de manutenção.

Embora o concreto pigmentado, inicialmente possa ser mais caro devido à adição de pigmentos, o material dispensa a aplicação de revestimentos que alteram a textura e aparência natural do concreto. Alguns tipos de revestimentos, como, por exemplo, a pintura, possuem durabilidade inferior em relação ao concreto que está recobrimo, carecendo de um número maior de intervenções durante a vida útil da estrutura (PIOVESAN, 2009).

Porém, produzir concreto pigmentado mantendo a durabilidade e o desempenho mecânico, no mínimo igual ao concreto convencional, não é uma missão simples. Para tanto, são necessários cuidados desde a concepção do projeto arquitetônico até a seleção das matérias-primas e execução (PIOVESAN, 2009).

Segundo Guimarães (2011), atualmente na literatura existem algumas denominações para caracterizar o concreto com cor, tais como:

- Concreto arquitetônico: nomenclatura adotada pela ACI - *American Concrete Institute* nos Estados Unidos da América;
- Concreto colorido: nomenclatura usada pela BCA - *British Cement Association* no Reino Unido;
- Concreto pigmentado, concreto decorativo, concreto estético e concreto cromático: são empregados na América Latina e Europa.

Nesta pesquisa, utilizar-se-á o termo “concreto pigmentado” por entendê-lo como o termo mais adequado. Esta denominação justifica-se pelo fato de o pigmento ser um elemento essencial para atribuir cor ao concreto a partir de sua adição à mistura. A incorporação de pigmento ao concreto, revitaliza-o pelo fato de agregar estética, viabilizando novas aplicações e maior interesse do material por profissionais e usuários.

Vale ressaltar que no Brasil os estudos relacionados ao concreto pigmentado ainda são poucos, destacando-se Helene (1999), Kirchheim (2003), Passuelo (2004), Aguiar (2006), Piovesan (2009), Guimarães (2011), Gonçalves et al. (2018), Sessa e Oliveira (2018), Oliveira et al. (2019) e Viana et al. (2019), assim como a ausência de normalização específica para a adição de pigmentos na mistura do concreto.

3.1 IMPORTÂNCIA DA COR

Uma primeira aproximação da cor na arquitetura remete à Antiguidade, momento em que a cor possuía uma vertente mais simbólica e um papel de associação a elementos importantes para os povos, assim como de diferenciar grupos políticos, cidades e religiões. Logo, percebe-se uma ligação entre conceitos, espaços, pessoas e cores, o que transforma o uso da cor pelo homem em um objetivo de identificação, diferenciação e aproximação (AIRES, 2017).

Conforme Loução (1992), durante o mundo antigo, os hindus e a civilização chinesa utilizavam uma paleta de cores relacionadas aos tintos disponíveis, porém, mais do que uma questão material, o valor da cor consistia diretamente na identificação com os elementos fogo, água e terra. Já o povo egípcio relacionava a paleta de cores com o princípio de imitação das pedras duras, e os hebreus estabeleciam uma correspondência entre as pedras e os princípios morais.

Para os gregos a cor também estava relacionada com os elementos fogo, água, terra e ar fazendo analogia entre estes e diferentes cores. Para o povo romano a cor tinha uma conotação forte de presença oficial, sendo o seu uso associado à forma de representar o Império. Portanto, desde sempre o homem usou a cor com um sentido, que em todo o tempo esteve ligado aos modos de vida de grupos e sociedades (LOUÇÃO 1992).

Durante muitos séculos, a limitação tecnológica levou à uma abordagem da cor na arquitetura diretamente vinculada aos materiais construtivos disponíveis. Esta limitação tecnológica levava ao uso moderado da cor nas áreas externas das edificações, mas internamente a cromaticidade era mais intensa, permitindo diferentes percepções de um mesmo espaço, como, por exemplo, as casas egípcias (CESAR, 2019).

O começo século XX foi marcado por um conjunto de modificações sociais e econômicas originadas pelas Guerras Mundiais, o que acarretou aos artistas a busca em mostrar para a sociedade, por meio de suas obras, a mudança necessária. Neste período, surgiu o movimento arquitetônico do Modernismo, marcado principalmente pelos estilos Bauhaus e *De Stijl*. Estes estilos foram fundamentais para esta mudança na afirmação das novas ideias relativas à arte e à sociedade pela Europa, evidenciando um período de liberdade artística e a introdução da cor na arquitetura (AIRES, 2017).

A Bauhaus foi fundada por Walter Gropius em 1919 na Alemanha, como uma escola de design e arquitetura, tornando-se um modelo para muitas escolas de arquitetura

instituídas ao longo da primeira metade do século XX. A instituição emprestou seu nome para um estilo de arquitetura, em que foi caracterizado por uma ênfase na funcionalidade e definido por volumes puros e abstratos. Já o *De Stijl* foi fundado em 1917 na Holanda, com auge ao longo das décadas de 1920 e 1930. As suas principais características foram as formas puras, os volumes, os elementos horizontais e verticais e as cores primárias. O *De Stijl*, também deu nome a uma revista, publicada por um dos principais defensores do movimento, o arquiteto e designer holandês Theo Van Doesburg (WALSH, 2020).

O século XXI trouxe avanços tecnológicos que permitem novas abordagens para o uso da cor na arquitetura, não apenas nos materiais, mas também na metodologia de projeto e na especificação cromática. Dessa forma, os arquitetos e engenheiros devem saber lidar com estas novas possibilidades, e assim incentivar a criação de espaços que atendam as novas demandas, no que tange à cor (CESAR, 2019).

De acordo com Minah (2008), geralmente, nas faculdades de arquitetura, a cor aparece apenas na fase final do processo de criação do projeto, sendo que as decisões sobre as cores podem ser capazes de contribuir para as ideias iniciais, assim como, para a definição de espaço, forma e estrutura. Isto posto, a cor pode e deve ser parte integrante das três fases do processo criativo de projeto: conceitual, criação e desenvolvimento.

Um profissional que irá trabalhar com a cor, também precisa ter um olhar abrangente para a cidade, entendendo as suas várias camadas sobrepostas e sua constante transformação. Deste modo, o profissional deve propor um elo entre os aspectos cognitivos, afetivos e conotativos, assimilando que qualquer intervenção na cidade não se limita apenas à uma área selecionada (MOCERI, 2016).

A cor pode ser considerada um fator de identidade visual quando a composição dos elementos arquitetônicos apresenta características cromáticas que no conjunto formam um contraste com a paisagem. Quando a identidade visual da paisagem urbana tem como fator determinante as cores de suas edificações para criar a imagem do local, torna-se necessário manter este vínculo entre cor e elemento construído (MALUF, 2015).

Diante disso, um mesmo espaço pode se tornar um lugar diferente quando colorido, sendo que as cores participam dos espaços, preenchem os vazios e modificam as paisagens. Desse modo, a cor contribui para que o projeto tenha harmonia com o entorno, acentuando ou diminuindo a volumetria, estabelecendo conexões, privilegiando algumas propostas verticais ou horizontais, além de camuflar certas estruturas com intuito de ressaltar outras volumetrias (MOCERI, 2016).

De acordo com a psicologia ambiental, os fatores que influenciam a vivência cromática são: as reações biológicas inevitáveis, o inconsciente coletivo, os fatores culturais, os aspectos ligados a estilos e as relações pessoais do observador com a cor e o espaço. Logo, a percepção cromática do observador no espaço arquitetônico está ligada às condições de visualização e aos esforços visuais que podem alterar a forma com que se percebe cromaticamente um volume ou ambiente (CESAR, 2019).

Conforme Aires (2017), a introdução da cor nos espaços arquitetônicos revela-se complexa e com uma grande variedade de opções, sendo a percepção cromática afetada por fatores como textura e brilho que por vezes são originados do material responsável pela inserção da cor. Quando a cor é inserida pelo uso do material, é possível perceber que são introduzidas outras características (do próprio material) que, além da visão, desperta outros sentidos, que podem criar a sensação de material como rígido ou flexível e quente ou frio, permitindo caracterizar e influenciar a experiência arquitetônica.

Portanto, o conhecimento do conceito de cor, das suas características, do material responsável pela sua introdução e dos fatores que produzem variação, é essencial para uma análise e uma escolha coerente. A escolha do material é um método de produção arquitetônica que envolve a criação de uma atmosfera espacial, o qual desperta os sentidos e potencializa a percepção geral do espaço (AIRES, 2017).

Valendo-se disto, a escolha pelo concreto pigmentado como material de construção deve ser incentivada, levando em conta o impacto visual positivo devido aos seus atributos cromáticos. Consequentemente, este concreto especial, proporciona à cor uma transformação de algo decorativo, para um elemento estrutural que aproxima as pessoas da arquitetura.

3.2 COLORIMETRIA

A cor não tem existência material, sendo apenas a sensação produzida por certas organizações nervosas sob a ação da luz. Desse modo, seu aparecimento está condicionado à existência de dois elementos: a luz (objeto físico - atua como estímulo) e o olho (aparelho receptor - decifrador do fluxo luminoso) (PEDROSA, 2009).

Existem vocábulos em diversos idiomas para diferenciar a “sensação cor” da característica luminosa (estímulo) que a provoca. Especificamente no idioma português, o melhor termo é chamado de matiz, diferenciando-a da sensação denominada cor (PEDROSA, 2009).

De acordo com Pedrosa (2009), os estímulos que causam as sensações cromáticas estão divididos em dois grupos: o das cores-luz e o das cores-pigmento. Sendo a “cor-luz”, ou “luz colorida”, a radiação luminosa visível que tem como síntese aditiva a luz branca; e a “cor-pigmento” a substância material que, dependendo da sua natureza, absorve, refrata e reflete os raios luminosos componentes da luz que se difunde sobre ela.

O fenômeno da percepção da cor é mais complexo que o da sensação. Além dos elementos físico (luz) e fisiológico (olho), entram também os dados psicológicos que alteram a qualidade do que se vê. Na percepção, distinguem-se três características principais que correspondem aos parâmetros básicos da cor: matiz (comprimento de onda), valor (luminosidade ou brilho) e croma (saturação ou pureza da cor) (PEDROSA, 2009).

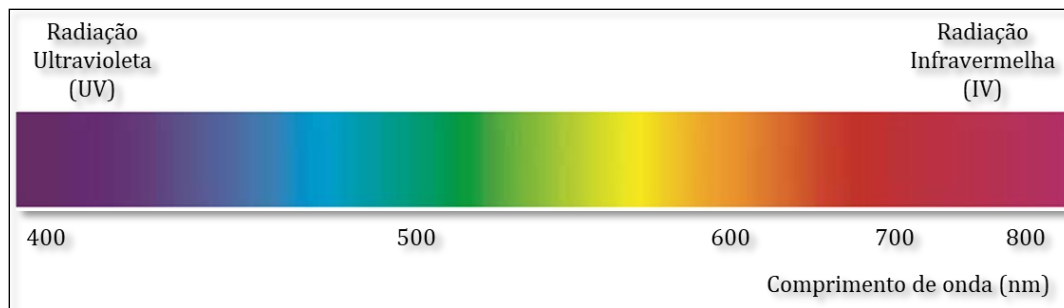
Portanto, a percepção da cor é uma impressão sensorial, resultado da luz refletida em um determinado objeto, sendo que a medida sozinha enumera suas propriedades físicas. A base métrica da cor baseia-se nos resultados empíricos obtidos por meio do estudo da visão do mesmo sobre muitos objetos (CARVALHO, 2002).

A luz visível faz parte de uma pequena seção do espectro de radiação eletromagnética, localizada entre os comprimentos de onda de 380 nm e 780 nm. Esta pequena seção pode ser percebida pelo olho humano, porque a radiação nesta faixa de comprimento é capaz de estimular a retina (PASSUELO, 2004).

Conforme Carvalho (2002), dependendo do comprimento de onda, o estímulo à retina é de maneira diferente e estabelece o espectro da cor, organizando-se na ordem: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul e violeta. Sendo que valores superiores a 780 nm representam a radiação infravermelha e os valores inferiores a 380 nm a radiação ultravioleta.

Destas cores mencionadas anteriormente apenas o vermelho, amarelo e azul são consideradas cores primárias ou puras, as demais se obtêm a partir da mistura entre elas (CARVALHO, 2002). Abaixo, na **Figura 37** é possível compreender o espectro visível pelos humanos.

Figura 37: Espectro de radiação visível pelo olho humano.



Fonte: Adaptado de X-Rite (2016).

É evidente que a percepção visual de uma cor vai estar condicionada por quatro fatores: a fonte de luz, o observador, o objeto e o modo como estes estarão dispostos no espaço. Dessa forma, qualquer método que pretenda definir a cor de um objeto, deverá considerar todos estes fatores e estabelecer padrões de comparação levando-os em consideração (PASSUELO, 2004).

Ao longo dos anos diversos métodos para avaliação de cor foram inventados e todos os métodos tiveram a intenção de quantificar e expressar numericamente a cor para tornar a comunicação na linguagem das cores mais fácil e de maneira correta (PASSUELO, 2004). Desse modo, a colorimetria é a ciência da medição da cor e tem por objetivo elaborar sistemas para quantificar e expressar numericamente a cor, possibilitando a identificação de uma cor de forma mais precisa (POSITIERI, 2005).

Os conceitos da colorimetria fundamentam-se em três parâmetros para caracterizar uma cor: tonalidade (corresponde ao comprimento de onda predominante, chamado de cores ou precisamente de tons); luminosidade (descreve quanto de luz é refletida ou absorvida por um objeto); e saturação (depende das proporções ocupadas por cada comprimento de onda na radiação eletromagnética, ou seja, descreve a pureza do tom) (GUIMARÃES, 2011).

Em 1905, o artista americano A. H. Musell desenvolveu um método para expressar a cor por meio de um acervo de papéis coloridos identificados conforme seu matiz (*Musell*

Hue), luminosidade (*Musell Value*) e saturação (*Musell Chroma*). Este método baseou-se na comparação visual com o objeto (MINOLTA, 2007).

Desde a sua criação em 1931, a CIE (*Internacional Commission on Illumination*), uma organização internacional que trabalha com luz e cor, desenvolveu diversos métodos para expressar a cor numericamente (PASSUELO, 2004). Este órgão é responsável pelas recomendações para fotometria e colorimetria, e dentre os sistemas elaborados por ele os mais conhecidos são: CIE XYZ, CIE L*a*b* e CIE L*C*h° (X-RITE, 2016).

Atualmente, o método de representação da cor mais popular é o sistema CIE L*a*b* ou sistema CIELAB criado em 1976, sendo utilizado em diversos campos da ciência. Este sistema tem o propósito de garantir mais uniformidade na representação de cor e tornar as diferenças numéricas na escala de cor mais equivalente às diferenças na percepção visual (PASSUELO, 2004).

De acordo com Tutikian e Helene (2011), o sistema CIE L*a*b* consiste em um gráfico cartesiano espacial que descreve a cor de uma fonte de luz refletida por uma superfície perante condição padrão de iluminação. A sua principal vantagem está em reduzir os erros de análises subjetivas com sistemas de cartas padrões comparativos de cor.

No sistema CIELAB, a coordenada L* indica a refletância ou luminosidade, e em contrapartida o a* e o b* são as coordenadas cromáticas que indicam a intensidade da cor em um plano tridimensional. A coordenada a*, quando varia no sentido positivo (+), indica uma inclinação ao vermelho, já no sentido negativo (-), mostra uma tendência de desvio em direção ao verde (PASSUELO, 2004).

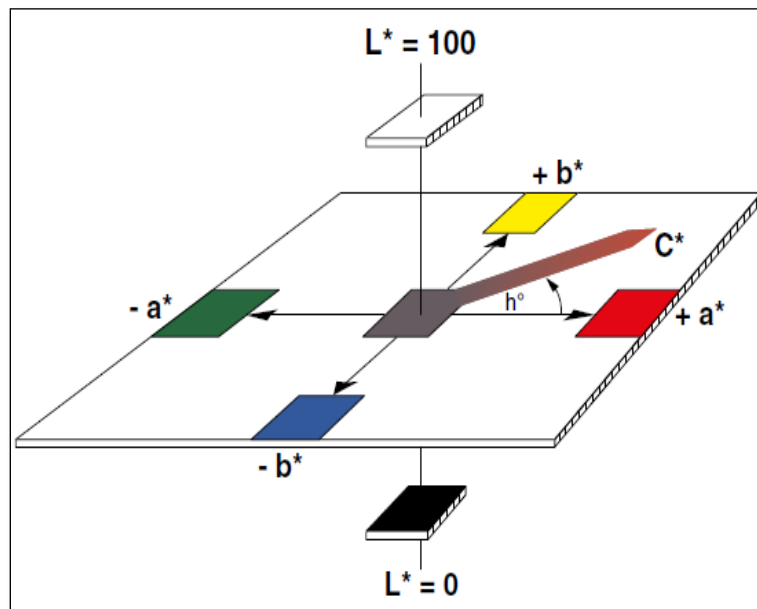
Já a coordenada b*, quando varia no sentido positivo (+), é dirigida ao amarelo, já no sentido negativo (-) vai em direção ao azul (PASSUELO, 2004). Adiante, na **Figura 38** é apresentado o esquema do sistema CIE L*a*b*, onde são indicadas as coordenadas cromáticas, sendo a variação na coordenada L* correspondente às alterações no brilho e o centro do diagrama é acromático.

A seguir, na **Figura 38** é possível identificar o C* que representa a intensidade ou saturação da cor, enquanto o ângulo h° expressa o tom ou matiz de 0° - 360°. Assim sendo, uma determinada iluminação é refletida em um objeto e é decodificada em três valores (L*, a*, b*), a cor mais distante do eixo apresenta matiz mais intensa, pois possui menos cinza, ou seja, é mais saturada (LÓPEZ et al., 2007).

Desse modo, é possível definir a cor por meio do denominador cor total (E*). Já para quantificar diferenças de cor pode-se calcular a diferença de cor total (ΔE^*), além de

estimar se esta diferença é percebida pelo olho humano, uma vez que valores de ΔE^* menores que 1,5 não são detectados pelo olho humano (LÓPEZ et al., 2007). Adiante, na **Tabela 02** é possível compreender os parâmetros cor total (E^*) e diferença de cor total (ΔE^*), como também, as equações necessárias para os cálculos.

Figura 38: Esquema do sistema CIELAB.



Fonte: BYK-Gardner GmbH - Solid Color.

Segundo Teichmann (1990), os parâmetros colorimétricos utilizados na indústria da pintura na avaliação visual da diferença de cor, em seu estudo é aplicado na medição da cor no concreto. No estudo é estabelecido que os valores da diferença de cor total (ΔE^*) acima de 1,5 apresentam variações de cor perceptíveis ao olho humano na superfície do concreto. Para a avaliação da percepção da alteração da cor no concreto é adotado o valor de 1,5 como limite na classificação entre notável e não notável.

No Brasil, recentemente a norma da ABNT NBR 16846:2020 - Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação da cor e da diferença de cor por medida instrumental, entrou em vigor. Esta norma especifica o método para determinação da cor e da diferença de cor do cimento Portland branco e de outros tipos de cimento, com base nas coordenadas colorimétricas obtidas por meio de instrumentos como espectrofotômetro ou colorímetro triestímulo.

A ABNT NBR 16846:2020 utiliza como base o sistema CIE L*a*b* para a medição da cor com ajuda de instrumento, o que permite obter por meio de cálculo a diferença de cor total (ΔE^*), possibilitando encontrar a faixa de percepção visual da diferença de cor. Desta forma, oferece subsídio para o estabelecimento de critérios de tolerância de diferença de cor do cimento ou outro material, levando em consideração a aceitação de diferentes lotes do produto.

A norma ABNT NBR 16846:2020, ressalta que, os valores de tolerância devem ser estabelecidos entre o fornecedor e o consumidor ou usados no controle de qualidade. Já para critério de aceitação, deve ser levado em consideração os valores da diferença de luminosidade (ΔL^*), da diferença entre vermelho e verde (Δa^*) e da diferença entre amarelo e azul (Δb^*).

O estudo de Teichmann (1990) em conjunto com a norma ABNT NBR 16846:2020 são adotados na pesquisa em questão para a medição da cor no concreto pigmentado, pois no Brasil não tem uma norma específica para o controle da cor do material. Nesta dissertação é estabelecido o valor da diferença de cor total (ΔE^*) de 1,5 como limite na avaliação no concreto. A seguir, na **Tabela 01** é apresentada a faixa de percepção visual da diferença de cor e a avaliação no concreto com base na norma ABNT NBR 16846:2020 e no estudo de Teichmann (1990).

Tabela 01: Interpretação de ΔE^* e avaliação no concreto.

Diferença de cor total (ΔE^*)	Percepção da diferença de cor (ABNT NBR 16846:2020)	Avaliação no concreto (Teichmann, 1990)
Até 0,2	Não perceptível	Não notável ↑
$\geq 0,2$ e $< 0,5$	Muito fraca	
$\geq 0,5$ e $< 1,5$	Fraca, porém perceptível	
$\geq 1,5$ e $< 3,0$	Perceptível	Notável ↓
$\geq 3,0$ e $< 6,0$	Muito perceptível	
$\geq 6,0$ e $< 12,0$	Forte	
Acima de 12,0	Muito forte	

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 16846:2020 e de Teichmann (1990).

A norma ABNT NBR 16846:2020 aponta duas opções de instrumentos adequados para a determinação cromática, são eles: o espectrofotômetro (equipamento de referência) e o colorímetro (equipamento alternativo), sendo que a principal diferença está no fato do espectrofotômetro medir a curva de refletância espectral e o colorímetro capturar diretamente as informações pelos filtros triestímulos vermelho (X), verde (Y) e azul (Z). Ambos medem as coordenadas X, Y e Z, as quais são utilizadas para calcular as coordenadas do sistema CIELAB, utilizadas amplamente pelos instrumentos que medem a cor.

Conforme Passuelo (2004), o espectrofotômetro se fundamenta na recepção da luz por meio de múltiplos sensores, sendo cada um deles sensível a um comprimento de onda particular, permitindo avaliar todo o espectro de luz visível. Já o colorímetro se baseia no método de medida dos valores triestímulos e busca interpretar a cor da mesma forma que os olhos humanos, dispondo de três sensores com a mesma sensibilidade dos olhos, um para cada cor.

A oportunidade de “medir a cor” possibilita verificar as alterações em relação ao original dentro das margens estabelecidas e realizar medições para avaliar e interpretar desvios ou diferenças de cor em relação ao padrão (POSITIERI, 2005). Por meio de cálculos é possível encontrar parâmetros colorimétricos, cujas equações e seus significados estão indicados na **Tabela 02**, abaixo.

Tabela 02: Parâmetros colorimétricos.

Parâmetro	Significado do parâmetro	Equação	Equação nº
ΔL^*	Diferença de luminosidade	$L^*_{\text{final}} - L^*_{\text{inicial}}$	(01)
Δa^*	Diferença entre vermelho - verde	$a^*_{\text{final}} - a^*_{\text{inicial}}$	(02)
Δb^*	Diferença entre amarelo - azul	$b^*_{\text{final}} - b^*_{\text{inicial}}$	(03)
C^*	Saturação	$\sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$	(04)
ΔC^*	Diferença de saturação	$\sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$	(05)
E^*	Cor total	$\sqrt{(L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2}$	(06)
ΔE^*	Diferença de cor total	$\sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$	(07)

Fonte: Adaptado de Positieri (2005).

3.3 ENVELHECIMENTO DA COR

Conforme Coelho (2000 apud LÓPEZ; GUZMÁN; DI SARLI, 2016a), uma das principais preocupações durante a utilização do concreto pigmentado está associada à durabilidade da cor ao longo do tempo. A solidez ou estabilidade da cor indica a resistência à mudança de $L^*a^*b^*$ (sistema CIELAB) devido à ação da radiação ou variações nas condições climáticas.

A análise da cor em função do tempo envolve relacionar os valores da coordenada L^* (luminosidade) e as coordenadas cromáticas a^* e b^* (intensidade da cor). Logo, usar um parâmetro como a diferença de cor total (ΔE^*), onde estas variáveis estão incluídas, pode ser mais simples do que fazer avaliações de cada uma delas, e assim estimar se esta diferença é perceptível ou não ao olho humano (LÓPEZ; GUZMÁN; DI SARLI, 2016a).

Segundo López, Guzmán e Di Sarli (2016b), medições de cor em concretos expostos a diferentes ambientes ou condições de cura apresentam mudanças nos parâmetros de cor. Estas mudanças estão relacionadas com o aumento de luminosidade associado à perda de umidade e diminuição de saturação atribuída à ocorrência de eflorescências.

A possibilidade de o concreto pigmentado manter a cor original da superfície depende de causas internas e externas capazes de modificar completamente a cor da superfície. As causas internas incluem características da estrutura dos materiais constituintes que afetam os diferentes mecanismos de transporte de fluidos. Já as causas externas incluem as interações entre o concreto e as condições ambientais a que está exposto (LÓPEZ; GUZMÁN; DI SARLI, 2016b).

De acordo com Passuelo (2004), qualquer material exposto à ação ambiental sofre um processo de envelhecimento natural. A partir do momento em que a obra de concreto pigmentado é concluída, ela passa a interagir com o espaço em que está inserida. A forma da sua utilização e as condições da exposição às intempéries definem como a cor da estrutura irá se modificar ao longo do tempo.

No concreto pigmentado o envelhecimento da cor frente às diversas condições de exposição está relacionado a um aumento da luminosidade do concreto, apresentando tons mais pálidos e à redução da saturação da cor, resultando em tons mais apagados. Isso ocorre, possivelmente, devido à formação de eflorescências em curto prazo, já a longo prazo por processos associados à lixiviação no concreto (CARVALHO, 2002).

Conforme Positieri (2005), os agentes da atmosfera como radiação ultravioleta, temperatura e umidade atuam ao mesmo tempo, potencializando e ocasionando um efeito maior que a soma dos mecanismos de degradação da superfície individualmente. Assim sendo, estes agentes da atmosfera devem ser levados em consideração quando se analisa a durabilidade da cor. A seguir, alguns conceitos para melhor compreensão do assunto:

- Radiação solar - em especial a radiação ultravioleta (UV). A radiação solar compreende vários comprimentos de onda, sendo que os três de interesse para a deterioração dos materiais, são: ultravioleta (valores inferiores a 380 nm), visível (valores entre 380 nm e 780 nm) e infravermelha (valores superiores a 780 nm). A distribuição da sua energia no espectro solar que atinge a superfície da Terra é, aproximadamente: 5% ultravioleta, 43% visível e 52% infravermelha. A radiação com menor comprimento de onda e alta energia (radiação ultravioleta) é responsável pela fotodeterioração de alguns materiais; já a radiação infravermelha pode causar um aumento de temperatura no material, originando um processo de deterioração térmica. Também, deve-se considerar que a radiação solar varia sua composição conforme sua localização geográfica, hora do dia, presença de nebulosidade e poluição ambiental;
- Temperatura - baixa e alta e os ciclos. O efeito da temperatura pode ser tanto físico quanto químico e depende dos valores da temperatura na superfície e no ambiente, do período em que são mantidos e das variações cíclicas. A temperatura, também, influencia na velocidade das reações;
- Água - estado líquido (chuva e condensação), estado gasoso (vapor de água e alta umidade relativa) e estado sólido (congelamento e gelo). A água pode lixiviar o hidróxido de cálcio do concreto aumentando a sua permeabilidade, o risco de corrosão da armadura e a produção de manchas esbranquiçadas. A água ao arrastar partículas sólidas, também, produz erosão na superfície do concreto, o que resulta na mudança de cor;
- Poluição ambiental. Quando a estrutura está localizada em um ambiente urbano, pode afetar a cor devido ao depósito de poeira, sujeira e fuligem na superfície do concreto. Em cidades densamente povoadas, a atmosfera contém impurezas na forma de dióxido de enxofre e chuva ácida;
- Período de exposição. O tempo de exposição o qual os mecanismos de deterioração agem. Este é um fator importante que se deve ser definido para a duração dos ensaios acelerados em laboratório.

Segundo Positieri (2005), a literatura não registra muitas informações sobre experiências de correlação de resultados de ensaios de envelhecimento natural e acelerado com o objetivo de verificar o comportamento de amostras de concreto pigmentado em condições ambientais e climáticas a que este material é exposto e que afetam sua durabilidade, especialmente quando se refere à degradação da cor ao longo do tempo. Principalmente em relação ao Brasil, ainda é grande a carência de informações referentes ao comportamento deste material, quando exposto ao clima tropical.

No Brasil, a norma da ABNT NBR 15380:2015 - Tintas para construção civil - Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais - Resistência à radiação UV e à condensação de água pelo ensaio acelerado, apresenta o método para simular, de modo acelerado em laboratório, a deterioração causada por chuva, por orvalho e pela radiação ultravioleta que compõe a luz solar. A norma define como intemperismo acelerado a simulação, em laboratório, de modo acelerado, da ação natural da incidência de chuva, orvalho e radiação ultravioleta sobre películas de tintas e vernizes.

A norma ABNT NBR 15380:2015 pode ser utilizada para avaliação do envelhecimento da cor ao longo do tempo no concreto pigmentado, pois não tem uma norma voltada especificamente ao material. O método com base nesta norma utiliza uma câmara que simula os vários fatores de degradação de modo combinado com ciclos de: temperatura, luz e água. Desse modo, esta câmara é utilizada para ensaiar a durabilidade relativa dos materiais, por dias ou semanas, que produz danos equivalentes aos que podem ocorrer por meses ou anos de exposição natural (POSITIERI, 2005).

4. CONCRETO PIGMENTADO: UM CONCRETO ESPECIAL

A norma da ABNT NBR 12655:2015 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento, é aplicável a concreto de cimento Portland para estruturas moldadas na obra, estruturas pré-moldadas e componentes estruturais pré-fabricados para edificações e estruturas. Ela classifica o concreto como um material formado pela mistura homogênea de cimento, agregados miúdo e graúdo e água, com ou sem a incorporação de materiais minoritários (aditivos químicos, pigmentos, adições minerais e outros materiais), que desenvolve suas propriedades pelo endurecimento da pasta de cimento (cimento e água).

De acordo com Tutikian e Dal Molin (2011), embora o concreto seja um material de construção muito utilizado, atualmente não se pode mais considerar apenas o concreto convencional, pois o mercado e as técnicas construtivas demandam concretos que apresentem características especiais. Dessa forma, a seguir serão apresentados alguns concretos especiais, como: o concreto de alta resistência e alto desempenho, o concreto autoadensável e o concreto pigmentado, isto porque as características de cada um deles estão presentes no material considerado para estudo prático dessa pesquisa.

Vale destacar que, concretos especiais são aqueles que apresentam características específicas para atender às necessidades das obras em que os concretos convencionais não podem ser aplicados ou não atingem exigências requeridas. Em vista disto, eles melhoram as deficiências do concreto convencional ou incorporam propriedades não usuais ao material comumente utilizado (TUTIKIAN; HELENE, 2011).

Considera-se concreto de alta resistência (CAR) ou *high strength concrete* (HSC) o concreto que supere a resistência à compressão de 55 MPa aos 28 dias de idade. Para obter esta resistência é fundamental que seja compactado e apresente reduzida microfissuração, razão pela qual é confundido com concreto de alto desempenho (CAD) ou *high performance concrete*, sendo que se entende por CAD todo o concreto que tenha alguma propriedade acima das usuais, não somente a resistência mecânica (TUTIKIAN; HELENE, 2011).

Conforme Canovas e Gutierrez (1992 apud BAUER, 2019), a primeira reunião internacional para divulgar e discutir o concreto de alta resistência foi em 1987 na Noruega, a respeito de vários edifícios nos Estados Unidos da América e Canadá na década de 70 já terem utilizado o CAR. Apesar do relato, durante anos os métodos de dosagem se limitavam a concretos de até 40 MPa, sendo este valor considerado CAR em 1970. No Brasil, por

exemplo, na construção do Museu de Arte de São Paulo (MASP), com inauguração em 1968, foi especificado o concreto com um f_{ck} de 45 MPa.

No Brasil, os concretos são definidos conforme a classe de resistência, de acordo com a norma ABNT NBR 8953:2015 - Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Os concretos com resistência característica à compressão (f_{ck}) aos 28 dias de idade são classificados como: grupo I (20 a 50 MPa) e grupo II (55 a 100 MPa) para fins estruturais, sendo que concretos com classe de resistência inferior a 20 MPa não são estruturais (BAUER, 2019).

Segundo Tutikian, Isaia e Helene (2011), é importante ressaltar que a ABNT NBR 6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos, utiliza esta mesma classificação mencionada anteriormente pela norma ABNT NBR 8953:2015. Portanto, atualmente, no Brasil, não há uma definição do CAD, apenas do CAR pelas normas vigentes.

O Brasil detém o recorde de resistência à compressão de concreto aplicado em obra nos cinco pilares de sete pavimentos do Edifício e-Tower em São Paulo, desde 2002 quando os pilares foram concretados, tornando-o exemplo nacional em CAR. Os estudos de dosagem estiveram a cargo do Prof. Dr. Paulo Helene da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) e da então mestranda Carine Hartmann, que utilizou o método de dosagem do IBRACON, obtendo resistências médias de 125 MPa aos 28 dias de idade em corpos de prova cilíndricos (TUTIKIAN; HELENE, 2011). Vale observar, que foi utilizado nos cinco pilares um concreto pigmentado com pigmento óxido de ferro na cor vermelho.

A engenharia empregada no Edifício e-Tower motivou a tese de doutorado do Prof. Dr. Carlos Amado Britez em 2011, com a avaliação dos cinco pilares similares ao protótipo utilizado na pesquisa, em que foi empregado o concreto de alta resistência pigmentado na cor vermelho e submetido a elevadas temperaturas (situação de incêndio). Na pesquisa, a conclusão sobre os resultados obtidos no ensaio de simulação de incêndio, destacou-se que o pilar protótipo de concreto pigmentado teve um bom desempenho e que o emprego do pigmento inorgânico óxido de ferro pode atuar também como um termômetro natural, auxiliando na avaliação da estrutura pós-incêndio, por meio de índice colorimétrico. Uma vez que, praticamente o pilar não sofreu alterações de suas propriedades mecânicas onde conservou sua coloração original, e foi submetido a temperaturas inferiores a 570 °C, ou melhor, onde não houve reação química evidente relacionada ao pigmento presente (BRITTEZ, 2011).

O CAD é um material que apresenta comportamento durante a utilização da construção em patamar mais elevado que o concreto convencional (CC), atendendo

satisfatoriamente às exigências requeridas pelo usuário em conformidade com os projetistas da estrutura de concreto, apresentando mais que resistência mecânica, como também trabalhabilidade, estética, acabamento, integridade e, principalmente, durabilidade. Logo, a definição de CAR não contempla a de CAD, pois o primeiro foca a resistência mecânica como elemento básico de sua constituição, e em contrapartida, o segundo abrange todas as propriedades do concreto de modo integral, focado no resultado: o máximo desempenho global (TUTIKIAN; ISAIA; HELENE, 2011).

O concreto de alto desempenho não é uma mistura nova, é apenas uma evolução do concreto convencional, utilizando praticamente as mesmas matérias-primas, com os mesmos princípios básicos de resistência mecânica, de trabalhabilidade e de durabilidade. No entanto, para superar os parâmetros anteriores, são necessários procedimentos especiais denominados de alto desempenho (TUTIKIAN; ISAIA; HELENE, 2011).

De acordo com Tutikian, Isaia e Helene (2011), em suma, o princípio básico está fundamentado na diminuição da porosidade do concreto, por meio da modificação da estrutura dos poros (tipos, tamanhos e distribuição). Para atingir este objetivo, as seguintes ações são necessárias:

- Diminuição da relação água/aglomerante e da quantidade de água por m³, por meio do uso de aditivos plastificantes e/ou superplastificantes;
- Otimização da granulometria dos agregados para aumentar o esqueleto inerte e obter maior compactação, utilizando-se de agregados graúdos com menor diâmetro e adequada composição granulométrica dos finos;
- Reforço das ligações químicas primárias e secundárias entre as partículas, pelo uso de adições minerais (sílica ativa, metacaulim ou cinza volante) que provocam o refinamento dos poros e dos grãos, especialmente do silicato de cálcio hidratado (C-S-H).

As consequências dessas ações se traduzem pela obtenção de microestrutura com poros de menor tamanho (refinamento das dimensões), diminuição de interconexão entre os poros (bloqueio dos canais), maior oposição à passagem de fluidos e, enfim, maior fixação de agentes dissolvidos pelo aumento das forças de superfície (potencial zeta). O resultado destas ações simultâneas se compreende em aumento da compactação, da resistência mecânica, da durabilidade e, conseqüentemente, do desempenho (TUTIKIAN; ISAIA; HELENE, 2011).

Conforme Tutikian, Isaia e Helene (2011), para densificar o concreto, é necessária a incorporação de partículas finas, às vezes menores do que o próprio cimento, o que

concede ao CAD coesão e microestrutura densa, sendo que, estas partículas finas são preferencialmente as adições minerais. Por fim, para transformar um CC em CAD, deve-se selecionar os agregados, principalmente os graúdos, com cuidado, pois ao aumentar-se a resistência dos concretos, a interface entre agregado e pasta de cimento começa a ser a parte mais frágil na mistura, muitas vezes limitando a resistência final do compósito.

Segundo Repette (2005 apud TUTIKIAN; DAL MOLIN, 2011), com base nesta tendência de concreto especial, foi desenvolvido no Japão, em 1988, um concreto capaz de se espalhar por conta própria e preencher, sem nenhuma intervenção, os espaços destinados a ele na fôrma, chamado de concreto autoadensável (CAA). As duas propriedades mais importantes do CAA são a fluidez e a coesão, as quais dependem de uma proporção adequada entre todos os materiais do CAA, dentre eles os materiais finos, responsáveis pela estabilidade das propriedades reológicas durante a produção.

O concreto autoadensável (CAA) ou *self-compacting concrete* (SCC) foi desenvolvido com o objetivo de aumentar a durabilidade e a confiabilidade das estruturas de concreto, concomitantemente em que reduz o ruído durante o lançamento e adensamento do concreto nas obras. No Brasil, os primeiros estudos sobre o CAA datam de 2001, principalmente nas universidades brasileiras (TUTIKIAN; HELENE, 2011).

De acordo com Tutikian e Helene (2011), no panorama dos materiais, o CAA utiliza praticamente os mesmos materiais dos demais tipos de concretos, porém são imprescindíveis as adições finas, os aditivos superplastificantes e os agentes modificadores de viscosidade. Destaca-se o uso do CAA por algumas vantagens, como:

- Menor dependência da formação e experiência dos operários para obter estruturas duráveis, pois resulta em uma peça sem defeitos de concretagem;
- Redução dos riscos de ninhos de concretagem e bicheiras, porque não há necessidade de espalhamento e vibração, o concreto se espalha sozinho;
- Redução dos prazos de obras, pois proporciona maior agilidade na execução;
- Maior liberdade aos arquitetos e engenheiros para projetar formas complexas, porque possibilita um excelente acabamento em concreto aparente;
- Redução do ruído com vantagens em centros urbanos, inclusive viabilizando trabalhos noturnos, pois permite bombeamento em grandes distâncias e facilidade no nivelamento;
- Redução dos riscos de doenças do trabalho (audição), porque proporciona melhoria nas condições de segurança na obra;

- Aumento da vida útil das fôrmas com maior reaproveitamento, pois há maior durabilidade das fôrmas;
- Maior produtividade e sustentabilidade, porque possibilita antecipação nas operações de cura, além de menor tempo de funcionamento dos motores de caminhões-betoneira reduzindo a emissão de CO₂, colaborando para diminuir a pegada de carbono concebida durante a concretagem.

No Brasil, o concreto CAA segue as diretrizes da ABNT NBR 15823-1:2017 - Concreto autoadensável, composta por seis partes. Esta norma estabelece os requisitos para classificação, controle e recebimento do concreto CAA no estado fresco, assim como, define e estabelece limites para as classes de autoadensabilidade e prescreve os ensaios para a verificação das propriedades do concreto autoadensável.

Conforme Klein et al. (2001 apud BAUER, 2019), assim como outros tipos de concretos com adições, o concreto pigmentado é aquele cuja adição pode ser considerada uma parte fina dos agregados, mas que contém uma grande concentração de pigmento que confere ao produto a coloração requerida. Já o concreto branco possui características diferentes e por isto requer um tratamento diferenciado.

É importante observar que o concreto branco exige uma seleção mais rigorosa dos materiais constituintes, já que as mudanças na tonalidade influenciam diretamente no resultado da obra. Além disso, é imprescindível o uso do cimento Portland branco, responsável por sua cor branca. Em razão do concreto branco não ter em sua mistura o pigmento, não será explanado na pesquisa.

No Brasil, a sede da Fundação Iberê Camargo localizada em Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, é um dos maiores exemplos da utilização do concreto branco no país. A edificação inaugurada em 2008 foi projetada pelo arquiteto português Álvaro Siza (IBERÊ CAMARGO, 2008).

Segundo Tutikian e Helene (2011), o concreto aparente, seja ele cinza ou branco ou pigmentado agrega vantagens para a arquitetura e a engenharia, tais como desenvolvimento tecnológico, durabilidade e economia para a obra. No entanto, exige-se um maior controle tecnológico e alguns cuidados especiais, principalmente na seleção dos materiais constituintes, na produção e execução da estrutura.

O concreto pigmentado por ser um concreto aparente é recomendável ser autoadensável para evitar qualquer falha durante a concretagem e possibilitar as adições à mistura, que tem por objetivo conceber um concreto de qualidade. Logo, o concreto pigmentado apresenta características específicas, tornando-o um concreto especial.

4.1 MATERIAIS CONSTITUINTES

Para a elaboração do concreto pigmentado não são necessárias ferramentas ou habilidades especiais, somente é recomendado a aplicação de uma boa técnica para a sua preparação e concretagem. No entanto, alguns fatores devem ser considerados durante sua produção com a finalidade de otimizar a cor e a qualidade desejada (CARVALHO; CALAVERA, 2002).

Segundo Carvalho e Calavera (2002), a escolha dos pigmentos, tipo e cor do cimento, relação água/cimento adequada, granulometria e cor dos agregados, são fatores muito importantes para a obtenção de um concreto pigmentado de boa qualidade, integridade estrutural e beleza com baixo custo de manutenção. Além disso, se são conhecidos os fatores que afetam a cor final do material, é possível alcançar com maior facilidade projetos duradouros e de qualidade.

Logo, para obter um concreto pigmentado de boa qualidade é recomendado optar por: pigmentos inorgânicos com alto poder de coloração, que permite atingir o ponto de saturação utilizando uma quantidade mínima de pigmento; cimento Portland, sempre que possível, do mesmo fabricante, tipo e classe, pois a variação nos teores das adições minerais na composição do cimento pode influenciar na cor; relação água/cimento adequada, proporcionando menor porosidade, pois quanto menor a relação água/cimento, maior será a resistência mecânica do concreto; agregados com pouca variação de granulometria e cor, porque, principalmente, o agregado miúdo na mistura junto com outros materiais finos comporta-se como um agente adicional na coloração, sendo capaz de influenciar na aparência final da cor.

Conforme Helene e Galante (1999 apud BAUER, 2019), o concreto pigmentado deve ser produzido com uma seleção adequada das matérias-primas, um estudo do traço e uma execução cuidadosa. Os principais atores do processo são os pigmentos, que devem ser resistentes à alcalinidade do cimento, à exposição dos raios solares e às intempéries, destacam-se apenas os pigmentos inorgânicos à base de óxidos por deter esses requisitos.

Portanto, para alcançar as condições pré-determinadas de desempenho especificadas no projeto, é indispensável o conhecimento das características dos materiais e a sua influência na mistura do concreto (PASSUELO, 2004). Principalmente, para o concreto pigmentado, os cuidados na escolha e o conhecimento das características de cada material constituinte da mistura são de extrema relevância.

4.1.1 Cimento Portland

O cimento Portland é um cimento hidráulico produzido pela pulverização de clínqueres formados basicamente por silicatos de cálcio hidráulicos cristalinos e uma pequena quantidade de uma ou mais formas de sulfato de cálcio e até 5% de calcário como adição na moagem. Os clínqueres são nódulos de 5 a 25 mm de diâmetro de material sinterizado que é produzido quando uma mistura de matérias-primas com equilíbrio adequado é aquecida sob altas temperaturas (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Segundo Tutikian e Helene (2011), o cimento Portland é o material que tem maior influência na cor final do concreto, assim sendo, é recomendável escolher um tipo e um fabricante que consigam ser mantidos constantes durante a obra. Os autores aconselham o uso de cimentos com baixo teor de silicato tricálcico (C_3S), pois estes formam o hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$) em grande quantidade e velocidade, sendo capaz de ocasionar futuras eflorescências na presença de água e originar a falsa pega (enrijecimento prematuro e anormal do cimento após a mistura com água), fenômeno comum especialmente em dias quentes e secos.

O concreto produzido com cimento Portland de alto-forno - tipo CP III, quando em contato com a atmosfera, torna-se mais claro na superfície do que o concreto produzido com cimento Portland - tipo CP I, CP II, CP V-ARI ou mesmo o CP IV. A execução de concreto com a superfície exposta utilizando cimento Portland contendo adições do tipo escória, pozolanas, sílica ativa e metacaulim deve ser bem controlada, uma vez que uma pequena variação nos teores destas adições pode alterar significativamente a coloração final do concreto pigmentado (TUTIKIAN; HELENE, 2011).

Conforme Positieri (2005), o cimento Portland exerce um papel importante na tecnologia do concreto, sobretudo com o concreto pigmentado, visto que a cromaticidade da mistura deste material depende de todos os materiais envolvidos no processo. O cimento Portland tem a função de fornecer as propriedades necessárias para se obter um bom desempenho mecânico e durabilidade, além de contribuir para a cor do concreto.

Vale ressaltar que para a elaboração do concreto pigmentado, a escolha do tipo de cimento Portland deve ser semelhante ao concreto convencional, considerando a resistência mecânica almejada, as condições de exposição da estrutura e o grau de agressividade do meio ambiente. Junto com estes requisitos deve-se acrescentar um requisito especial com relação à cor final desejada, uma vez que dependerá da região ou país onde

ocorre a produção do cimento, sendo ideal o emprego do cimento mais escuro para com pigmentos escuros e do cimento mais claro para com pigmentos claros (POSITIERI, 2005).

No Brasil, a norma ABNT NBR 16697:2018 - Cimento Portland - Requisitos, aponta os requisitos necessários para o recebimento do cimento Portland. Este material possui vários tipos que são denominados de acordo com as adições e as propriedades especiais de cada um. A seguir, na **Tabela 03** são identificados os tipos de cimento Portland por suas siglas, classe de resistência e sufixos.

Tabela 03: Cimento Portland - Tipo, sigla e classe.

Tipo	Subtipo	Sigla	Classe de resistência	Sufixo
Cimento Portland comum	Sem adição	CP I	25, 32 ou 40 ^c	RS ^a ou BC ^b
	Com adição	CP I-S		
Cimento Portland composto	Com escória granulada de alto forno	CP II-E		
	Com material carbonático	CP II-F		
	Com material pozolânico	CP II-Z		
Cimento Portland de alto-forno	-	CP III		
Cimento Portland pozolânico	-	CP IV		
Cimento Portland de alta resistência inicial	-	CP V	ARI ^d	
Cimento Portland branco	Estrutural	CPB	25, 32 ou 40 ^c	
	Não estrutural	CPB	-	-

^a resistente a sulfatos. | ^b baixo calor de hidratação. | ^c valores mínimos de resistência à compressão aos 28 dias de idade em MPa. | ^d em 1 dia de idade exibe resistência igual ou maior que 14 MPa.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 16697:2018.

Além do cimento Portland convencional, tem a possibilidade do cimento Portland branco e do cimento com cor. A cor cinza do clínquer de cimento Portland convencional se deve à presença do ferro, assim sendo, com a redução do teor de ferro no clínquer é possível produzir cimentos de cores claras (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

O cimento Portland branco pode ser usado como base para produzir cimentos em cores variadas por meio da adição de pigmentos apropriados, porém o cimento Portland branco é aproximadamente três vezes mais caro que o cimento Portland convencional (MEHTA; MONTEIRO, 2014). Além disso, o concreto produzido com cimento Portland branco apresenta tempo mais curto de início de pega e maior calor de hidratação quando comparado com o concreto produzido com cimento Portland convencional, logo a concretagem de elementos estruturais utilizando o cimento Portland branco exige cuidados redobrados (PIOVESAN, 2009).

O cimento com cor na maioria das vezes resulta da adição de pigmento ao cimento Portland branco, mas outra opção é a produção a partir de clínqueres com cores correspondentes. Nos Estados Unidos da América um cimento de cor amarelada chamado *warm tone cement* (cimento de cor quente) é produzido com clínquer feito com matéria-prima do cimento Portland contendo um teor de ferro mais alto do que o normal e processado sob condições redutoras (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

No Brasil, um cimento de cor canela denominado CP V-ARI RS foi comercializado entre 2003 e 2005 pelo grupo Votorantim Cimentos. A cor canela estava atrelada às características específicas de algumas matérias-primas disponíveis nas minas da Fábrica de Rio Branco do Sul, desse modo, quando o clínquer era produzido com estes insumos, o cimento obtinha a cor canela. Além disso, a adição de cinza volante e as propriedades do cimento conferiam a característica de RS ao cimento (BIANCHINI, 2021).

É importante destacar que, para a produção de cimento com cor por meio de pigmento, deve-se notar que nem todo pigmento é adequado para a sua fabricação. Para ser apropriado, um pigmento não pode interferir negativamente nas características de pega, endurecimento e durabilidade do cimento Portland e é necessário produzir uma cor durável quando exposto à luz e ao clima (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

4.1.2 Agregados

Os agregados são consideravelmente mais baratos do que o cimento Portland e a princípio eram tidos como materiais inertes, dispersos na pasta de cimento. Entretanto, como pelo menos 3/4 do volume do concreto é composto pelos agregados, não é surpresa que sua qualidade seja de total relevância para o concreto, ou seja, na realidade os

agregados não são de fato inertes, sendo que suas propriedades físicas, térmicas e, eventualmente, químicas influenciam o desempenho do concreto (NEVILLE, 2016).

As características dos agregados para a composição do concreto são: porosidade; composição ou distribuição granulométrica; absorção de água; forma e textura superficial; resistência à compressão; módulo de elasticidade; tipo de substâncias deletérias presentes. Estas características provêm da composição mineralógica da rocha-fonte (afetada pelos processos geológicos de formação da rocha), das condições de exposição a qual a rocha foi submetida antes de produzir o agregado e do tipo de equipamento aplicado na produção do agregado (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Dentre as características dos agregados, com certeza a natureza do agregado e sua granulometria são as principais características que afetam a mistura do concreto. A relação entre o agregado e a qualidade do concreto pode ser constatada tanto no estado fresco como no estado endurecido da mistura (PASSUELO, 2004).

No Brasil, a norma ABNT NBR 7211:2009 - Agregados para concreto - Especificação, apresenta requisitos para recepção e produção dos agregados miúdos e graúdos destinados à execução de concretos de cimento Portland. Os agregados especificados na norma podem ser de origem natural, encontrados fragmentados ou resultantes da britagem de rochas.

Segundo Mehta e Monteiro (2014), a classificação dos agregados dar-se de acordo com a dimensão das partículas (grãos), massa específica ou origem que gerou a terminologia especial. Com base na ABNT NBR 7211:2009, o termo agregado miúdo (areia) é utilizado para grãos que passam pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e o termo agregado graúdo (brita) é empregado para grãos que passam pela peneira com abertura de malha de 75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 4,75 mm.

A norma ABNT NBR 7211:2009, também evidencia que os agregados devem ser compostos por grãos de minerais duros, compactos, estáveis, duráveis e limpos, e não devem conter substâncias de natureza e em quantidade que possa prejudicar a hidratação e o endurecimento do cimento, a proteção da armadura contra a corrosão, a durabilidade ou o aspecto visual externo do concreto.

Em relação ao concreto pigmentado, o agregado graúdo tem um papel menos significativo, pois geralmente não é visível na superfície do concreto pigmentado, e assim tem reduzida influência sobre a cor (KRASOWSKY, 1997). Desse modo, as partículas do agregado miúdo junto com a pasta de cimento e o pigmento fornecem ao concreto

pigmentado a cor preponderante, já que é a argamassa que envolve o agregado graúdo (PIOVESAN, 2009).

Portanto, devido à influência principalmente do agregado miúdo, é recomendado utilizar o mesmo agregado miúdo em toda a obra, de forma a evitar alterações de coloração. Além disso, o ideal é que este material seja submetido à caracterização mineralógica e petrográfica, aspirando identificar possíveis materiais reativos, como, por exemplo, piritas que ao longo do tempo reagem originando manchas com aspectos de ferrugem (TUTIKIAN; HELENE, 2011).

Além disso, a maior presença de finos na mistura influencia na cor final da superfície do concreto pigmentado. Inclusive, o excesso de finos pode clarear o material por exibirem maior superfície específica, também, pode aumentar a demanda por água, o que leva a uma cor mais clara (CARVALHO, 2002).

Durante a execução do concreto pigmentado, deve-se atentar para que os agregados de cor mais intensa sejam completamente cobertos pela pasta de cimento pigmentado e, assim, evitar a exposição do agregado e o impacto na cor final. Este efeito é evidente, sobretudo, quando o material é exposto às intempéries na medida em que as partículas de agregado ficam visíveis por meio do desgaste superficial (LANXESS, 2002).

Conforme Passuelo (2004), desse modo, com o propósito de preservar a cor do pigmento presente na mistura do concreto, é recomendável o uso dos agregados mais claros para contribuir no controle da aparência superficial da estrutura, pois eles podem ser capazes de adicionar coloração no composto e influenciar na cor final. Neste contexto, o agregado que condiz com esta característica é proveniente das rochas calcárias, diferentemente do agregado oriundo das rochas basaltos e granitos, que apresentam variações em suas características como forma, textura, porosidade, resistência e sanidade.

4.1.3 Água

A água está presente em toda a vida útil do concreto. Além de atuar na trabalhabilidade e na resistência, exerce influência em alguns aspectos, destacando-se: pega, hidratação, exsudação, retração por secagem, ingresso de sais, ruptura brusca de concretos de relação água/cimento muito baixa, manchamento superficial, ataque químico ao concreto, corrosão de armaduras, carbonatação e reação álcali-agregados. É de extrema

importância analisar a água tanto utilizada na elaboração do concreto quanto a aplicada nas etapas seguintes à mistura (NEVILLE, 2016).

Segundo Andolfato (2002), a água utilizada na confecção do concreto, assim para com o concreto pigmentado, deve ser preferencialmente potável, não contendo resíduos industriais ou substâncias orgânicas. No geral, em função da origem da água e a fim de verificar se é adequada ou não para a preparação do concreto, recomenda-se que ela seja ensaiada de acordo com a norma vigente.

No Brasil, a norma ABNT NBR 15900-1:2009 - Água para amassamento do concreto, dividida em onze partes, sendo a Parte 1 - Requisitos, classifica a água em função de sua origem e estabelece requisitos para a verificação se a água é adequada ou não para a preparação de concreto e descreve os procedimentos de amostragem, bem como os métodos para a avaliação.

A água deve estar isenta principalmente de partículas como de ferro em suspensão, que podem produzir manchas ou variações de tons na superfície do concreto pigmentado (CARVALHO, 2002). Neste material, a água é um dos ingredientes principais, sobretudo para as reações de hidratação do cimento, como também, é o agente que possibilita a trabalhabilidade, além de conduzir a cura do concreto (GUIMARÃES, 2011).

4.1.4 Pigmentos Inorgânicos

A palavra “pigmento” deriva do latim *pigmentum*, que significa “mostrar cor” no sentido de atribuir cor à matéria (COSTA, 2009). Diferente do que acontece com as tintas (ou corantes), que são solúveis no substrato perdendo as próprias características estruturais e cristalinas, o pigmento concede a cor por meio da dispersão mecânica no meio a ser colorido (BONDIOLI; MANFREDINI; OLIVEIRA, 1998).

A classificação dos pigmentos pode ser feita de vários modos, com base na: origem, cor, composição química, método de preparação e aplicação. Basicamente, a classificação divide os pigmentos em dois grupos: pigmentos orgânicos e pigmentos inorgânicos, que são subdivididos em naturais (encontrados na natureza) e sintéticos (produzidos através de processos químicos) (BONDIOLI; MANFREDINI; OLIVEIRA, 1998).

De acordo com Tutikian e Helene (2011), para a execução do concreto pigmentado recomenda-se a utilização dos pigmentos inorgânicos sintéticos à base de óxido. A seguir,

no **Quadro 01** apresenta a composição química, as cores e as variações dos principais pigmentos inorgânicos à base de óxido.

Quadro 01: Pigmentos inorgânicos à base de óxido.

Cor	Componente	Fórmula	Variações de cor
Vermelho	Óxido de ferro III	Fe_2O_3	Amarelo - Azul
Amarelo	Hidróxido de ferro	FeOOH	Verde - Vermelho
Preto	Óxido de ferro II e III	Fe_3O_4	Azul - Vermelho
Marrom	Óxido de ferro	Misturas	-
Verde	Óxido de cromo	Cr_2O_3	Azul - Amarelo
Azul	Óxido de cobalto	$\text{Co}(\text{Al},\text{Cr})_2\text{O}_4$	Vermelho - Verde
Branco	Dióxido de titânio	TiO_2	-

Fonte: Adaptado de Guimarães (2011) e Positieri (2005).

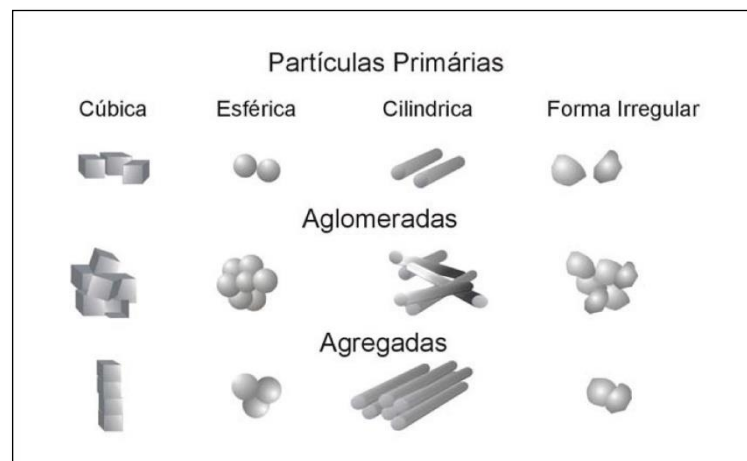
A respeito da estabilidade dos pigmentos inorgânicos, em geral, os óxidos (em especial os óxidos de ferro e de cromo) são os compostos mais estáveis ao longo do tempo e das mudanças climáticas. Eles apresentam excelente estabilidade, inclusive à radiação ultravioleta, ao ácido carbônico, às mudanças fortes de umidade e aos ácidos e álcalis (BARRERA; ANABALÓN; GUTIÉRREZ, 2002).

A qualidade de um pigmento depende das suas propriedades óticas e físicas, e estas dependem diretamente da estrutura cristalina do pigmento, das suas características físicas (distribuição granulométrica, forma das partículas e grau de aglomeração) e químicas (composição, pureza e estabilidade). Com certeza as propriedades mais importantes a serem consideradas são a capacidade do pigmento de desenvolver cor (capacidade pigmentante) e a capacidade de impedir a transmissão de luz por meio da matriz na qual são dispersos (BONDIOLI; MANFREDINI; OLIVEIRA, 1998).

Adiante, na **Figura 39** é indicado o modo como as partículas dos pigmentos podem arranjar-se de acordo com suas características físicas. Na figura citada são destacados alguns termos e a seguir os seus significados: partícula é unidade individual formada por

um pigmento que pode ter uma forma e estrutura; partícula individual ou primária é a partícula reconhecida por meio de métodos físicos; aglomeradas são partículas primárias unidas nos lados ou arestas, cuja área total da superfície não é visivelmente diferente da soma das áreas superficiais de cada partícula; agregadas são a reunião de partículas primárias, as quais crescem juntas e são alinhadas lado a lado, sendo a área superficial menor que a soma das áreas da superfície das partículas primárias (MILANEZ, 2003).

Figura 39: Arranjo e forma das partículas dos pigmentos.



Fonte: Adaptado de Milanez (2003) e Heine e Volz (1998).

Segundo Positieri (2005), os pigmentos adequados para o concreto pigmentado devem ser: insolúvel em água; resistente à alcalinidade do cimento; quimicamente inerte relativamente ao cimento, agregados e aditivos químicos; resistente ao intemperismo; estável à luz e temperaturas extremas. Além disso, estes pigmentos devem ter alta capacidade de pigmentação; possibilidade de obtenção de brilho, luminosidade e tom da cor desejada; uniformidade no tamanho e finura das partículas que o compõem; garantia de abastecimento e custo acessível.

Nos últimos anos, os pigmentos em pó, usualmente mais empregados, dividem o mercado com as dispersões aquosas, que apresentam algumas vantagens de manuseio e dosagem, no entanto, por conter uma proporção de água relativamente alta, o custo de transporte do produto é mais elevado comparado ao pigmento em pó. Outra forma mais moderna de fornecimento é a de pigmento granulado, especificamente desenvolvido para o setor da construção de concreto, porém ainda não disponível no Brasil (LANXESS, 2002).

As principais características físicas dos pigmentos em pó que devem ser controladas são o tamanho e forma das partículas e a absorção da água. As partículas são

dez vezes mais finas que o cimento e devem ter o mesmo tamanho, apresentando uma granulometria entre 0,01 e 10 μm (sendo 1 μm = 0,001 mm). Somente pigmentos com estas condições mencionadas são capazes de obter um alto poder de coloração e pureza do tom (BARRERA; ANABALÓN; GUTIÉRREZ, 2002).

No Brasil não existe normalização para os pigmentos destinados à execução de concreto pigmentado. Entretanto, algumas normas internacionais apresentam especificações para os pigmentos, destacando-se: BS EN 12878:2014 - *Pigments for the colouring of building materials based on cement and/or lime - Specifications and methods of test* e ASTM C979/C979M:2016 - *Standard specification for pigments for integrally colored concrete*.

A norma europeia BS EN 12878:2014 especifica os requisitos e os métodos de teste para pigmentos com aplicação em materiais da construção civil à base de cimento e/ou cal, como: estabilidade em água, resistência à álcalis e resistência à luz. Já a norma americana ASTM C979/C979M:2016 apresenta requisitos básicos e testes para pigmentos na forma de pó a serem usados no concreto, além de recomendar que a dosagem máxima prescrita de um pigmento ao concreto seja inferior ou igual a 10% em relação à massa de cimento, pois uma quantidade superior a 10% pode prejudicar a qualidade do material.

Durante a mistura de concreto pigmentado com quantidade crescente do pigmento, observa-se que a intensidade da cor inicialmente aumentará de forma linear até atingir um ponto em que o acréscimo de pigmento será praticamente nulo em relação à intensidade da cor do concreto, sendo definido como ponto de saturação. O acréscimo de pigmento acima do ponto de saturação não promoverá a intensificação cromática e poderá contribuir para a redução da resistência do concreto (COELHO et al., 2002).

Normalmente, os pigmentos com alto poder de pigmentação apresentam o ponto de saturação de 5% a 8% sobre a massa do cimento seco e se recomenda uma dosagem entre 2% e 6% (BARRERA; ANABALÓN; GUTIÉRREZ, 2002). Assim sendo, é importante a utilização de pigmentos de qualidade, uma vez que se pode chegar ao efeito cromático pretendido empregando uma quantidade mínima de pigmento (CARVALHO, 2002).

A finura e a forma das partículas dos pigmentos exercem atuação sobre a resistência mecânica, a retração e a durabilidade do concreto pigmentado. Desse modo, recomenda-se a caracterização da microestrutura das partículas dos pigmentos, visto que cada cor possui uma morfologia diferente (LEE; LEE; YU, 2005).

Conforme Coelho (2000 apud MANTOVANI, 2014), no estado fresco do concreto, a redução da trabalhabilidade é a propriedade que mais sofre influência pela adição de

pigmento à mistura. Já em relação ao estado endurecido, estudos comprovam que, geralmente, a resistência à compressão do concreto não sofre diminuição ao se incorporar pigmento, desde que as recomendações quanto à quantidade do pigmento e à relação água/cimento sejam seguidas.

Algo que é muito questionado ao se optar pelo concreto pigmentado é o fato do pigmento estar incorporado em toda a massa do concreto, sendo que apenas a superfície fica à mostra. Com isso, o preço da estrutura se eleva consideravelmente.

Segundo Nakamura (2003), a utilização de pigmento na mistura do concreto demandará uma maior atenção em todo o processo de execução, e o pigmento normalmente possui um preço maior quando comparado a outros materiais constituintes do concreto convencional. O emprego de pigmento no concreto, por metro cúbico, com cores comuns chega a ser de 20% a 30% mais caros, enquanto os pigmentos nas cores azul e verde podem chegar até 50% a mais, o que acaba impactando o custo final de uma obra em concreto pigmentado quando comparado ao concreto convencional.

Entretanto, a análise de preço não deve ser realizada tão linearmente, considerando apenas o acréscimo do valor do pigmento. Vale observar que, reduzindo-se a etapa de revestimento, diminui-se o tempo de execução da obra, além da manutenção ser mais fácil, rápida e menos custosa a longo prazo.

4.1.5 Adições Mineraias

As adições mineraias são, em geral, materiais silicosos finamente divididos, usualmente adicionados ao concreto em quantidades variadas de 6% até 70% por massa do material cimentício total. Apesar das pozolanas naturais em estado bruto ou depois de ativação térmica serem usadas em algumas partes do mundo, em razão de aspectos econômicos e ambientais, muitos subprodutos industriais têm se tornado fonte primária de adições mineraias no concreto (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

No Brasil, a norma ABNT NBR 11172:1990 - Aglomerante de origem mineral - Terminologia, utiliza o termo “adições” para denominar produtos de origem mineral adicionados aos cimentos, argamassas e concretos com a finalidade de alterar suas características. Conforme a sua ação físico-química, as adições mineraias podem ser classificadas em três grupos: pozolânico, material cimentante e fíler (BAUER, 2019).

As adições minerais possuem a função de aumentar a compacidade do concreto, melhorar a sua composição granulométrica e diminuir a porosidade por meio do preenchimento dos vazios entre os grãos de cimento. Consequentemente, a adição destes minerais contribui para a diminuição de ocorrência de eflorescências, além de aprimorar a aderência na interface entre a pasta de cimento e o agregado, chamada de zona de transição (GUIMARÃES, 2011).

De acordo com Bauer (2019), as adições minerais, quando empregadas na mistura do concreto, agregam propriedades no estado fresco e endurecido, como:

- Estado fresco: maior demanda por consumo de água; mudança na reologia com maior coesão; evita a segregação em concreto fluido; diminui a exsudação; melhora a bombeabilidade; diminui o tempo de manutenção da consistência.
- Estado endurecido: diminui o potencial de reação álcali-agregado; diminui a porosidade e a permeabilidade; aumenta a durabilidade; aumenta a resistência em ambientes agressivos; aumenta a resistência à abrasão mecânica e hidráulica; proporciona alta resistência mecânica para concreto de alto desempenho.

Como visto, o uso de adições minerais no concreto, inclusive no concreto pigmentado, é favorável principalmente para o desenvolvimento da resistência mecânica e melhoria nas propriedades de durabilidade. Diversos tipos de adições podem ser incorporados ao concreto, destacando-se o fíler, a cinza volante, a sílica ativa e o metacaulim (PASSUELO, 2004).

O fíler é um material finamente moído, aproximadamente da mesma finura do cimento Portland, e quimicamente inerte, ou seja, sua ação refere-se ao efeito físico de empacotamento granulométrico e como pontos de nucleação para a hidratação dos grãos de cimento. Enquadram-se, neste grupo, as adições que podem ser geradas da rocha calcária, granítica e basáltica (BAUER, 2019).

A norma ABNT NBR 12653:2014 - Materiais pozolânicos - Requisitos, estabelece condições para materiais pozolânicos destinados ao uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta. A norma define cinzas volantes como resíduos que resultam da combustão de carvão mineral pulverizado ou granulado, com atividade pozolânica.

As partículas da cinza volante são esféricas (considerado benéfico do ponto de vista da demanda de água) e têm finura muito elevada, sendo a maioria das partículas com diâmetro variando entre menos que 1 e 100 μm . Devido ao carbono presente, deve-se destacar que a cinza volante pode afetar a cor do concreto produzido, tornando-o mais escuro (NEVILLE, 2016).

A norma ABNT NBR 13956-1:2012 - Sílica ativa para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta, é composta por quatro partes. Na norma, a Parte 1 - Requisitos, estabelece os requisitos e os métodos de ensaios para o recebimento de sílica ativa destinada ao uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta, assim como para utilização na adição durante a fabricação do cimento Portland.

A sílica ativa é definida, de acordo com a ABNT NBR 13956-1:2012, como material decorrente do processo de produção de silício metálico ou ligas de ferro-silício 75% em fornos elétricos, no qual, ao longo do processo é gerado o gás SiO que, ao sair do forno, oxida-se formando partículas de SiO₂, que são captadas por sistemas de filtros coletores. Este material constitui um tipo de pozolana constituída basicamente por partículas esféricas com diâmetros menores que 10⁻⁶ m de sílica no estado amorfo.

Segundo Bauer (2019), a cor da sílica ativa é determinada pelo teor de carbono e de óxido de ferro presentes na composição química, cuja cor varia de cinza-claro a cinza-escuro. Além disso, do ponto de vista físico, a sílica ativa apresenta partículas extremamente pequenas, com diâmetro médio entre 0,1 e 0,2 µm, sendo em torno de 50 a 100 vezes menores que as partículas do cimento.

A sílica ativa na forma vítrea (amorfa) é altamente reativa, e as dimensões diminutas de suas partículas aceleram a reação com o hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂) produzido pela hidratação do cimento Portland. Estas partículas pequeninas são capazes de entrar nos espaços entre as partículas de cimento, melhorando o empacotamento (NEVILLE, 2016).

A norma ABNT NBR 15894-1:2010 - Metacaulim para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta, é composta por três partes. Na norma, a Parte 1 - Requisitos, especifica os requisitos e os métodos de ensaios para o metacaulim destinado à utilização com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta.

O metacaulim é definido, conforme a ABNT NBR 15894-1:2010, como um produto de calcinação e moagem de argilominerais cauliníticos, que institui um tipo de pozolana formada essencialmente por partículas lamelares com estrutura predominantemente não-cristalina. Portanto, o metacaulim é uma pozolana de alta reatividade.

De acordo com a ABNT NBR 15894-1:2010, a interação física e química do metacaulim com o cimento Portland modifica a reologia dos compósitos do concreto, argamassa e pasta no estado fresco, e concede propriedades especiais relacionadas à durabilidade e ao desempenho mecânico no estado endurecido. Além do mais, o metacaulim acelera o processo de hidratação do cimento Portland, atua como fíler e reage com o

hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) oriundo da hidratação do cimento Portland, gerando silicato de cálcio hidratado (C-S-H) adicional.

4.1.6 Aditivos Químicos

O emprego crescente dos aditivos químicos ocorre pelo fato de serem capazes de conferir notáveis vantagens físicas e econômicas ao concreto - especificamente em situações que antes existiam dificuldades consideráveis na sua utilização - além de possibilitar o uso de certa variedade de materiais na mistura (NEVILLE, 2016). Os aditivos são produtos químicos, aplicados na composição do concreto, adicionados à massa instantaneamente antes ou durante a mistura, com o propósito de melhorar as suas características tanto no estado fresco como no estado endurecido (IBI, 2018).

Os aditivos químicos atuam regularmente nas propriedades reológicas do concreto e podendo alterar as reações de hidratação do cimento das seguintes maneiras: melhoram a trabalhabilidade; modificam a viscosidade; agem na retenção de água; aceleram ou retardam o tempo de pega; controlam o desenvolvimento de resistências mecânicas; diminuem a fissuração térmica; atenuam as consequências do ataque por sulfatos, reação álcali-agregado e corrosão de armadura. A efetividade de cada aditivo pode alterar conforme: concentração no concreto, tipo de material cimentício, temperatura ambiente, materiais constituintes da mistura e tempo de adição (IBI, 2018).

Os aditivos podem ser utilizados nos estados sólido ou líquido. Geralmente, o aditivo é mais usado no estado líquido, por ser possível uma dispersão uniforme de maneira mais rápida durante a mistura do concreto (NEVILLE, 2016). No Brasil, a norma ABNT NBR 11768-1:2019 - Aditivos químicos para concreto de cimento Portland, é composta por três partes. Na norma, a Parte 1 - Requisitos, especifica os requisitos para os aditivos químicos destinados a concretos de cimento Portland preparados em central de concreto, plantas de pré-fabricados ou dosados em obra.

De acordo com a norma ABNT NBR 11768-1:2019, o aditivo para concreto é um produto adicionado durante a preparação do mesmo, em quantidade geralmente não superior a 5% da massa de ligante total (cimento Portland e adições minerais) contida no concreto, com o objetivo de modificar suas propriedades. Porém, a dosagem pode ser superior a 5% para algumas aplicações, como: aditivos para concreto projetado ou aditivos compensadores de retração.

Os aditivos químicos desempenham um papel fundamental na qualidade do concreto pigmentado, sendo praticamente obrigatório o uso de aditivos plastificantes e/ou superplastificantes para assegurar uma consistência fluida ao concreto fresco a fim de contribuir para seu adequado lançamento. Em geral, os superplastificantes à base de melamina ou naftaleno reduzem de 12% a 30% da água adicionada no concreto, entretanto, os superplastificantes à base de policarboxilatos exibem taxas de redução de água de amassamento superiores a 40% (KIRCHHEIM et al., 2005).

Segundo Carvalho (2002), no concreto pigmentado a utilização de aditivo químico está vinculada à realização de ensaios prévios por motivos estéticos, com o intuito de determinar os efeitos que este elemento pode ter sobre a coloração do concreto. Uma vez que, além da possibilidade de a cor do aditivo influenciar na coloração do concreto pigmentado, o produto também, pode apresentar em sua composição outros componentes que talvez sejam prejudiciais à uniformidade da cor.

Portanto, deve-se atentar para a coloração do aditivo químico, sendo aconselhável usar formulações à base de carboxilatos, melamínicos ou policarboxilatos, que têm tendência a serem líquidos de cor clara, ao contrário de aditivos à base de naftaleno sulfonato, que tendem a ser mais escuros (KIRCHHEIM et al., 2005). Principalmente, com relação ao concreto pigmentado toda atenção é válida para preservar o valor estético.

4.2 PRODUÇÃO E EXECUÇÃO

Segundo Castro e Pandolfelli (2009), atualmente os concretos especiais, assim como o concreto pigmentado, são mais do que uma simples mistura de cimento Portland, água e agregados, sendo que sempre contêm aditivos químicos e adições minerais que fornecem uma variedade de propriedades e características peculiares ao material. Logo, é possível a produção de concretos com trabalhabilidade adequada (quando no estado fresco) e alta resistência mecânica e durabilidade (quando no estado endurecido) devido à associação de aditivos superplastificantes e adições minerais.

Por serem compostos formados de partículas com granulometria fina e uma baixa relação água/cimento, exibem matrizes densas obtidas a partir da otimização do empacotamento dos materiais granulares, enquanto a trabalhabilidade adequada é atingida por meio da dispersão das partículas promovida pela incorporação de aditivos químicos à mistura (CASTRO; PANDOLFELLI, 2009).

Conforme Castro e Pandolfelli (2009), o empacotamento de partículas consiste no preenchimento pelas partículas de menor diâmetro dos espaços vazios deixados pelas partículas de maior diâmetro. O espaço entre estas partículas é completado por partículas ainda menores, e assim, sucessivamente.

Portanto, o empacotamento dos agregados busca com a melhoria do arranjo granulométrico promover a resistência mecânica do concreto e estender sua durabilidade, aumentando a compacidade do conjunto. Em suma, a distribuição granulométrica reduz a quantidade de vazios na mistura, controlando o empacotamento das partículas e, com a pasta, beneficiando as propriedades reológicas do conjunto durante o processo de mistura durante o estado fresco (LIMA et al., 2016).

De acordo com Mehta e Monteiro (2014), a microestrutura do concreto é extremamente complexa e é importante o seu conhecimento e das propriedades individuais dos constituintes do concreto, pois a relação entre eles serve para auxiliar no controle das propriedades deste material. É constituída por três partes: pasta de cimento hidratada, agregados e zona de transição (interface entre a pasta de cimento e o agregado).

Para melhorar as partes da microestrutura do concreto, e conseqüentemente a resistência final do material, é essencial a diminuição da relação água/agregado, da porosidade da pasta de cimento hidratada e a seleção adequada de agregados. Para obter estas características simultaneamente, deve-se limitar a dimensão máxima dos agregados e

buscar a composição de distribuição granulométrica, além da forma mais arredondada possível (TUTIKIAN; ISAIA; HELENE, 2011).

Fundamentado nisto, com aditivos superplastificantes compatíveis ao cimento e adições minerais pode-se reduzir a água da mistura, sem afetar as propriedades no estado fresco, diminuindo a exsudação, e melhorando a zona de transição e a hidratação da pasta de cimento. Além do mais, as adições minerais, também, têm a capacidade de reagir com o hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2), tirando este cristal frágil da mistura e produzindo mais silicato de cálcio hidratado (C-S-H), composto responsável pela resistência dos concretos (TUTIKIAN; ISAIA; HELENE, 2011).

A execução do concreto pigmentado é semelhante ao processo empregado para fabricação do concreto convencional, porém alguns fatores devem ser levados em consideração com o objetivo de otimizar a cor e a qualidade desejada. A escolha dos pigmentos, do tipo de cimento, a adequada relação água/cimento, a granulometria e os agregados são fatores importantes para obtenção de um concreto de boa qualidade, integridade e beleza (CARVALHO, 2002).

A fôrma, o acabamento superficial e até mesmo a cura são tão importantes quanto os demais materiais constituintes, para a obtenção de um concreto pigmentado de excelência. Para isto, recomenda-se a utilização de diferentes tipos de texturas no concreto, com o propósito de atingir efeitos mais agradáveis do que o atingido ao procurar igualar precisamente a cor da superfície, visto que é impossível a execução de concreto aparente com uniformidade total (CARVALHO; CALAVERA, 2002).

Quando o concreto pigmentado é especificado e executado com cuidado, a cor pode colaborar para ampliar o potencial estético, sendo que todas as precauções necessárias para a execução deste material são coerentes com aquelas solicitadas para se obter qualquer material de alta qualidade. Logo, para um resultado satisfatório depende também da dosagem e da tecnologia utilizadas no processo de produção do material (HOSPODAROVA; JUNAK; STEVULOVA, 2015).

4.2.1 Fôrmas e Desmoldantes

No Brasil, a norma ABNT NBR 15696:2009 - Fôrmas e escoramento para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos, fixa

procedimentos e condições que devem ser obedecidas na execução das estruturas provisórias que servem de fôrmas e escoramentos, para a execução de estruturas de concreto moldadas *in loco*. Na norma, fôrmas são definidas como estruturas provisórias que servem para moldar o concreto fresco, resistindo a todas as ações oriundas das cargas variáveis resultantes das pressões do lançamento do concreto fresco, até que o concreto se torne autoportante.

Para o concreto pigmentado, o sistema de fôrmas torna-se primordial e todos os cuidados na sua concepção, tratamento, aplicação e desenforma são determinantes para a superfície acabada do material. A escolha do material a utilizar na composição das fôrmas dependerá principalmente do tipo de peças a concretar e do tipo de acabamento pretendido, além de ter atenção durante a montagem e vedação das ligações (juntas) entre as faces, de modo a evitar a perda da pasta de cimento (FONSECA; NUNES, 1998).

A qualidade da fôrma é fundamental, já que tudo fica registrado no concreto, logo, antes do lançamento devem ser conferidas as dimensões, o nivelamento e o prumo conforme as tolerâncias apresentadas em normas nacionais. As superfícies internas devem estar limpas, estanques e seladas, desse modo a correta utilização das armaduras e a rigidez das fôrmas permitem o cobrimento mínimo da estrutura exposta (PATRÍCIA et al., 2013).

O tipo, a forma e o material da fôrma podem afetar a cor do concreto pigmentado, por isso é recomendada a utilização de fôrma não-absorvente. No caso de fôrma em madeira, o reuso da mesma fôrma pode provocar variações na cor, mas dependendo do requisito arquitetônico exige-se a obtenção de superfície com textura estampada de maneira irregular, entretanto, para acabamento da superfície mais lisa é comum utilizar materiais impermeáveis como o aço, o plástico reforçado com fibra de vidro e a madeira compensada tratada (BARRERA; ANABALÓN; GUTIÉRREZ, 2002).

A norma ABNT NBR 14931:2004 - Execução de estruturas de concreto - Procedimento, estabelece requisitos gerais para a execução de estruturas de concreto, em particular, aos projetos elaborados de acordo com a ABNT NBR 6118. A norma contempla que o desmoldante deve ser aplicado na fôrma antes da colocação da armadura e de maneira a não prejudicar a superfície do concreto, além disso, o produto deve ser aplicado conforme especificação do fabricante e normas nacionais, evitando-se excesso ou falta do desmoldante.

O desmoldante para fôrmas é um produto químico à base de óleos puros ou emulsões oleosas capaz de conceber uma película entre as fôrmas e o concreto. A utilização adequada deste produto impede a aderência entre o concreto e o molde, facilitando a

desenforma, desse modo é possível prolongar a vida útil das fôrmas e o reaproveitamento das peças (MAPA DA OBRA, 2018).

Os desmoldantes podem ter em sua fórmula 100% de óleo mineral ou vegetal, ou podem ser produzidos com a mistura de óleos (mineral ou vegetal), aditivos e água, além disso, alguns produtos podem ser atóxicos e biodegradáveis, outros podem ser inflamáveis ou irritantes ao usuário, exigindo cuidados. Os produtos à base de óleos atendem tanto fôrmas em madeira quanto moldes metálicos, já os que são à base de emulsões são mais apropriados para fôrmas de madeira, enquanto os desmoldantes à base de ceras parafínicas são especificados para fôrmas metálicas (MAPA DA OBRA, 2018).

A utilização de desmoldante requer cuidado para o produto não se tornar um grande vilão para o concreto pigmentado, principalmente porque desmoldante convencional à base de óleo mineral que é inadequado, uma vez que pode ocasionar manchas na superfície do concreto (FONSECA; NUNES, 1998). Entretanto, produtos à base de água ou cera parafínica são mais indicados, sendo aplicados de maneira uniforme e formando uma película fina quase imperceptível no molde com o auxílio de uma pistola (TUTIKIAN; HELENE, 2011).

4.2.2 Dosagem e Traço

A norma da ABNT NBR 12655:2015 define o estudo de dosagem como o conjunto de procedimentos necessários à obtenção do traço do concreto para atendimento dos requisitos especificados pelo projeto estrutural e pelas condições da obra. Do mesmo modo, define dosagem (proporcionamento) como medida dos materiais constituintes do concreto para preparo do volume desejado, e o traço (composição) como as quantidades expressas, em massa ou volume, dos vários materiais do concreto, sendo referido sempre em massa seca por metro cúbico (m^3).

Segundo Tutikian e Helene (2011), deve-se considerar como materiais passíveis de uso nos concretos e possíveis de serem utilizados em um estudo de dosagem: os vários cimentos, os agregados miúdos, os agregados graúdos, a água, o ar incorporado, o ar aprisionado, os aditivos químicos, as adições minerais, os pigmentos inorgânicos e as fibras. Em relação aos agregados, pode-se considerar a distinção entre os agregados reciclados, os artificiais ou industrializados e os agregados naturais.

No Brasil, não há uma norma nacional sobre os procedimentos e parâmetros de dosagem e isso têm levado muitos pesquisadores a proporem seus próprios métodos. Embora, sejam diferentes entre si, certas atividades são comuns a todos, como: o cálculo da resistência média de dosagem e a correção da resistência à compressão com a relação água/cimento para determinado tipo e classe de cimento (TUTIKIAN; HELENE, 2011).

De acordo com Tutikian e Helene (2011), quando um estudo de dosagem tiver como objetivo a obtenção de uma resistência específica, sem esquecer da economia e da sustentabilidade, será sempre um estudo de dosagem contemporâneo. Assim sendo, um estudo de dosagem deve ser realizado aspirando obter a mistura ideal e mais econômica, em uma determinada região e com os materiais ali disponíveis, e sempre com base nos requisitos básicos.

Os requisitos básicos a serem atendidos no estudo de dosagem com objetivo de atingir um equilíbrio razoável são: a trabalhabilidade, a resistência mecânica, a durabilidade, a sustentabilidade e a economia (MEHTA; MONTEIRO, 2014). Para o concreto pigmentado, as propriedades de durabilidade requeridas devem ser mais exigentes, pois qualquer falha na concretagem, pode prejudicar tanto a resistência mecânica quanto a estética do material. Em razão disso, recomenda-se que a relação água/cimento seja inferior a 0,45 e a resistência à compressão sempre superior a 40 MPa (TUTIKIAN; HELENE, 2011).

Conforme Bauer (2019), a dosagem do concreto pigmentado pode ser realizada por qualquer método adequado, pois os percentuais de adição são da ordem de 6% em relação à massa de cimento e não alteram significativamente a proporção. A relação água/cimento deve atender às necessidades de projeto e durabilidade, mas deve-se atentar que quanto maior a relação água/cimento, mais claro será o concreto.

Já Tutikian e Helene (2011), recomendam aplicar-se integralmente o método IBRACON para a dosagem do concreto pigmentado. Em síntese, o método IBRACON considera que a melhor proporção entre os agregados disponíveis é aquela que consome a menor quantidade de água para alcançar um dado abatimento requerido e faz isto considerando a interferência do aglomerante (cimento + adições) na proporção total de materiais, ou seja, a finalidade é obter o mínimo consumo de água para uma requerida consistência, o que vai resultar na máxima resistência à compressão daquele concreto.

Segundo Tutikian e Helene (2011), o método IBRACON é amplo e apresenta os seguintes limites de aplicação:

- Resistência à compressão: $5 \text{ MPa} \leq f_{ck} \leq 150 \text{ MPa}$;
- Relação a/c: $0,15 \leq a/c \leq 1,50$;

- Abatimento: $0 \text{ mm} \leq \text{abatimento} \leq \text{autoadensável}$;
- Dimensão máxima do agregado: $4,8 \text{ mm} \leq D_{\text{max}} \leq 100 \text{ mm}$;
- Teor de argamassa seca: $30\% < \alpha < 90\%$;
- Fator água/materiais secos: $5\% < H < 12\%$;
- Módulo de finura do agregado: qualquer;
- Distribuição granulométrica dos agregados: qualquer;
- Massa específica do concreto: $> 1.500 \text{ kg/m}^3$.

De maneira geral, para o concreto pigmentado o traço deve sempre ser mais argamassado que o padrão (cerca de 4% a mais) para assegurar um bom acabamento superficial, assim como o ideal é que seja sempre autoadensável, para eliminar a chance de falhas de concretagem. Visto que, reparos posteriores, mesmo que bem realizados, ficam visíveis por toda a vida útil da estrutura (TUTIKIAN; HELENE, 2011). Porém, sugere-se que para cada uso do material seja realizado um estudo de dosagem específico.

4.2.3 Mistura e Lançamento

A norma ABNT NBR 12655:2015 define que na mistura os materiais constituintes do concreto devem ser misturados até formar uma massa homogênea, sendo esta operação executada na obra, na central de concreto ou em caminhão-betoneira. O equipamento de mistura utilizado e sua operação devem atender às especificações do fabricante quanto à capacidade de carga, velocidade e tempo de mistura.

No Brasil, a norma da ABNT NBR 7212:2021 - Concreto dosado em central - Preparo, fornecimento e controle, estabelece os requisitos para o preparo de concreto dosado em central de concreto ou em caminhão-betoneira. A norma ABNT NBR 14931:2004 complementa sobre o lançamento, em que o concreto deve ser lançado e adensado de modo que toda a armadura e os componentes embutidos previstos no projeto sejam adequadamente envolvidos na massa de concreto, além de precauções para manter a homogeneidade do concreto e eliminar a segregação entre os materiais.

Para assegurar o sucesso do concreto pigmentado, é essencial controlar os processos de mistura e lançamento. É aconselhável ao material, a realização de estudos prévios em relação à mistura dos materiais constituintes, principalmente quanto ao aditivo químico, que deve ser inserido logo após o cimento Portland, mantendo a mistura por tempo suficiente até atingir a sua eficiência (PASSUELO, 2004).

Do mesmo modo são recomendados testes prévios em protótipos para aumentar a chance de êxito do acabamento do concreto pigmentado. O processo de adensamento também pode influenciar na cor do concreto, sendo necessária uma compactação contínua ao longo da peça, garantindo a homogeneidade, pois o concreto pigmentado poroso e mal compactado tende a apresentar com maior frequência eflorescências, logo a escolha pelo autoadensável deve ser priorizada (PIOVESAN, 2009). É mais aconselhável usar o concreto autoadensável para não ter mais essa variável influenciando na cor final.

Segundo a recomendação da empresa de pigmentos Lanxess, quanto à sequência de inserção dos materiais na betoneira estacionária - recomendada como ideal - inicia-se com a mistura primeiramente dos materiais secos, depois adiciona-se o cimento Portland e por último são acrescentados os materiais líquidos. O tempo de mistura também influencia na dispersão homogênea, especialmente do pigmento, sendo o tempo mínimo para misturadores de circulação forçada de 1,5 a 2 minutos (LANXESS, 2002).

4.2.4 Cura e Desenforma

A norma ABNT NBR 14931:2004 enuncia sobre a cura, que enquanto o concreto não atingir endurecimento satisfatório, o mesmo deve ser curado e protegido contra agentes prejudiciais para: evitar a perda de água pela superfície exposta, assegurar uma superfície com resistência adequada e garantir a formação de uma capa superficial durável. Na mesma norma, é evidenciado o cuidado durante a retirada das fôrmas e do escoramento que devem ser de acordo com o plano de desenforma de modo a não comprometer a segurança e o desempenho da estrutura.

A cura é um procedimento importante para prevenir a perda precoce da umidade do concreto, cujo processo incide sobre a aparência, resistência e durabilidade da superfície do concreto. A falta ou a insuficiência de água no processo de cura influencia o concreto pigmentado tornando-o um material com superfície porosa, modificando especialmente a cor e apresentando manchas, assim sendo, é essencial uma cura úmida por um período adequado (RIVERA, 2007).

A cura do concreto com água, em seguida da concretagem, é essencial para reduzir riscos de fissuras (retração por secagem). O processo mais simples para manter as boas condições de umidade durante a cura é a aspersão de água de forma uniforme e controlada (TUTIKIAN; HELENE, 2011).

No concreto pigmentado não é recomendado o uso da cura química, visto que alguns compostos do produto podem suceder em uma aparência opaca e escurecer a superfície do concreto. A cura apropriada requer a manutenção das condições de temperatura e umidade favoráveis ao desenvolvimento das propriedades desejadas do material (KRASOWSKY, 1997).

Para o concreto pigmentado é aconselhável manter o tempo de desenforma de modo contínuo e de forma ágil, para evitar variações na cor (BARRERA; ANABALÓN; GUTIÉRREZ, 2002). Portanto, a desenforma deve ser realizada sempre na mesma idade, em razão da coloração do concreto pigmentado ser influenciada pelo tempo em que ele não fica diretamente em contato com o ar (TUTIKIAN; HELENE, 2011).

4.3 MANUTENÇÃO

No Brasil, a norma da ABNT NBR 5674:2012 - Manutenção de edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção, estabelece os requisitos para a gestão do sistema de manutenção de edificações para preservar as características originais da edificação e prevenir a perda de desempenho decorrente da degradação dos seus sistemas, elementos ou componentes. Conforme a norma, o programa de manutenção deve apresentar a determinação das atividades fundamentais de manutenção, sua periodicidade, responsáveis pela execução, documentos de referência, referências normativas e recursos necessários, todos mencionados individualmente aos sistemas e, quando aplicável, aos elementos, componentes e equipamentos.

A norma da ABNT NBR 14037:2011 - Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos, complementa a norma da ABNT NBR 5674:2012, estabelecendo os requisitos mínimos para elaboração do documento que deve reunir as informações necessárias para orientar as atividades de conservação, uso e manutenção da edificação e operação dos equipamentos. A norma define manutenção como o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de seus sistemas constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários.

Já a norma da ABNT NBR 16280:2020 - Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos, estabelece que reforma de edificação é a alteração nas condições da edificação existente com ou sem mudança de função, aspirando recuperar, melhorar ou ampliar suas condições de habitabilidade, uso ou segurança, e que não seja manutenção. Entretanto, o usuário deve contratar um profissional habilitado para proceder com as reformas de acordo com o manual de uso, operação e manutenção, além de respeitar todas as normas aplicáveis, seja de projeto ou de execução (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

Vale ressaltar que, a adoção de materiais incompatíveis com o uso e o ambiente de inserção pode ocasionar o surgimento de processos patológicos. Porém, durante o uso da edificação, a não realização de intervenções preventivas poderá desencadear o surgimento de manifestações patológicas, afetando diretamente o desempenho da edificação e dos seus sistemas e, conseqüentemente, sua durabilidade (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

Segundo Bolina, Tutikian e Helene (2019), o acompanhamento da edificação ao longo do tempo se faz necessário para se verificar o seu “funcionamento” quando em uso. A

atividade de manutenção compreende em acompanhar o desempenho de um sistema ao longo da sua vida útil, revelando a necessidade ou não de adotar medidas que promovam correções ou substituições dos elementos e sistemas.

A atividade de manutenção tem uma influência decisiva na vida útil de uma edificação, e uma construção só conseguirá atender ao período de vida útil especificado em projeto se for realizada uma sucessão de manutenções na sua fase de uso, para evitar e corrigir qualquer perda de desempenho que comprometa a sua integridade. Estas intervenções não devem ser elaboradas a esmo, elas devem obedecer a um plano de manutenção especificado e produzido junto com o projeto de cada sistema, o qual deve ser entregue ao usuário da edificação (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

Considerando o uso do concreto aparente, o serviço de manutenção da superfície em concreto é separado em: preventiva e corretiva. A manutenção preventiva precisa intervir nas fachadas antes que tenha sinais de degradação, iniciando-se na fase de projeto com a definição do uso ou não de algum sistema de proteção de superfície, detalhamento de pingadeiras ou elementos de fachada e a determinação da qualidade dos materiais constituintes (RIVERA, 2007).

De acordo com Rivera (2007), a manutenção preventiva do concreto com superfície exposta deve continuar na fase de execução por meio do controle de recebimento e execução dos serviços, e na fase de uso deve seguir com manutenções periódicas como limpeza da superfície e aplicação do sistema de proteção de superfície com o intuito de manter a durabilidade estética e estrutural. Já a manutenção corretiva do concreto aparente pode ocorrer durante a fase de execução, somente quando sucedem manifestações patológicas que são capazes de comprometer a durabilidade e a estabilidade estrutural, sendo possível realizar durante e no término da vida útil da estrutura.

A mesma manutenção recomendada ao concreto aparente, também vale no caso do concreto pigmentado. Entretanto, ressalta-se que, qualquer manutenção corretiva compromete a cor original, pois dificilmente se conseguirá produzir a mesma tonalidade existente devido aos inúmeros fatores que interferem nesse processo. Embora, o mesmo possa acontecer com o concreto convencional, no concreto pigmentado torna-se mais significativo, pois a cor foi preponderante para escolha inicial desse material.

Conforme Passuelo (2004), a durabilidade do concreto pigmentado não está relacionada apenas à capacidade da resistência da estrutura, mas também com a manutenção da sua aparência estética ao longo do tempo. A utilização do material como elemento arquitetônico perde sua essência no instante em que, para realizar a manutenção

da estrutura, é preciso optar por algum tipo de revestimento complementar, alterando a sua cor ou aparência superficial.

Os procedimentos de manutenção preventiva recomendados ao concreto pigmentado normalmente limitam-se a limpezas periódicas para remoção de manchas e sujidades, feitas por lavagens com água pressurizada, podendo ou não conter algum tipo de substância saponácea apropriada, além da aplicação do produto de proteção de superfície com reaplicação conforme prazo indicado pelo fabricante para as intervenções. É importante efetuar estes procedimentos de manutenção em períodos curtos, de modo a não permitir que a estrutura alcance um estado crítico (PASSUELO, 2004).

De acordo com Tutikian e Helene (2011), no final da obra, as superfícies do concreto pigmentado devem ser lavadas com a utilização de jato de água à pressão, além disto, recomenda-se para sua melhor manutenção ao longo da vida útil, a aplicação de proteção de superfície, como os hidrofugantes do tipo silanos e siloxanos. Do mesmo modo, também podem ser empregados os vernizes de base acrílico e sistemas duplo tipo epóxi-poliuretano, porém propicia brilho à superfície do concreto, e eventualmente, uma alternativa pertinente pode ser a utilização de produtos contendo dióxido de titânio (TiO_2) que têm a função de modificar a tensão superficial da água sobre a superfície do concreto, tornando-o autolimpante.

A adoção dessa técnica (dióxido de titânio), promove a redução da absorção da água e do acúmulo de sujidades, fatores preponderantes de alteração de cor. Isso porque, em suma, a fotocatalise é um processo eletroquímico capaz de acelerar as reações de oxidação e redução de substâncias orgânicas pela simples incidência de luz ou energia radiante. Esta técnica está sendo utilizada para a criação de superfícies com propriedades autolimpantes e despoluidoras, capazes de neutralizar partículas poluentes como SO_x e NO_x em compostos inofensivos como CO_2 , H_2O e O_2 (MARANHÃO, 2009).

Segundo Maranhão (2009), este método apresenta atividade fotocatalítica quando incidido por radiação ultravioleta, o que torna o método um agente de despoluição ambiental e contribui para a redução da concentração de SO_x e NO_x da atmosfera das grandes cidades. Além disso, a redução de escurecimento das superfícies externas e da absorção d'água, proporciona uma redução dos gastos nas atividades de manutenção e no consumo de energia das edificações.

Este método, sem dúvidas, é promissor até mesmo para ser empregado no concreto pigmentado. Porém, ainda não há estudos suficientes para garantir sua eficácia no concreto pigmentado, sem alterar a cor da superfície.

5. CONCRETO PIGMENTADO: DURABILIDADE

Na mistura do concreto, o cimento Portland com a água forma uma pasta mais ou menos fluida conforme o percentual de água adicionado. Esta pasta envolve as partículas de agregados com diversas dimensões para produzir um material que, nas primeiras horas, apresenta-se em um estado possível de ser moldado em fôrmas de diversas formas geométricas, e, com o tempo, a mistura endurece pela reação irreversível da água com o cimento, obtendo resistência mecânica capaz de torná-lo um material de excelente desempenho estrutural, perante os mais distintos ambientes (HELENE; ANDRADE, 2010).

O concreto deve conter cimento Portland, água e agregados, além da possibilidade de englobar aditivos químicos, pigmentos inorgânicos, fibras, agregados especiais e adições minerais. A proporção entre os diversos materiais constituintes é buscada pela tecnologia do concreto para atender conjuntamente as propriedades mecânicas, físicas e de durabilidade requeridas para o concreto, além das características de trabalhabilidade fundamentais para transporte, lançamento e adensamento, sendo que estas condições variam caso a caso (HELENE; ANDRADE, 2010).

Do mesmo modo, o concreto pigmentado é um material que busca atender aos requisitos de desempenho da tecnologia do concreto, além das propriedades físico-mecânicas e de durabilidade. Principalmente os critérios relacionados à estética e à manutenção devem ser, também fundamentais para o seu desempenho, uma vez que são premissas para manter suas características ao longo do tempo, de forma a contribuir para que as edificações e os ambientes se tornem agradáveis aos usuários.

Segundo Helene e Andrade (2010), os arquitetos e os engenheiros devem ter conhecimento de que a durabilidade, a resistência à compressão, a relação água/cimento, o consumo de cimento e o abatimento do concreto possuem uma correlação entre si, em outras palavras, um parâmetro não pode estar totalmente separado do outro. A qualidade efetiva do concreto na obra deve ser garantida por um correto procedimento de mistura, transporte, lançamento, adensamento, cura e desforma.

Na maioria das situações, um concreto de resistência mais alta é, em princípio, potencialmente mais durável do que um concreto com resistência mais baixa, obtido com os mesmos materiais. Entretanto, a resistência à compressão sozinha nem sempre é uma medida suficiente da durabilidade do concreto, pois esta depende das camadas superficiais do material, sendo que, nestas camadas a moldagem, o adensamento, a cura e a desforma

têm efeito significativo nas propriedades de difusividade, permeabilidade e absorção capilar de água e gases (HELENE; ANDRADE, 2010).

Na construção civil, muitos materiais são empregados sem uma avaliação prévia de seu comportamento em serviço, o que tem contribuído para uma grande parcela das edificações apresentarem problemas quanto à durabilidade ao longo do tempo. O cenário está mudando aos poucos, mas é necessário o conhecimento mais amplo dos novos materiais e componentes das edificações, que está relacionado com a estimativa da vida útil (KIRCHHEIM, 2003).

Segundo Kirchheim (2003), quando se conhece o comportamento de um material ou componente da edificação em um determinado meio é possível estimar as atividades de manutenção ao longo da vida útil prevista e minimizar as despesas intrínsecas a estas atividades, evitando que um problema pequeno e pontual se torne algo generalizado e de difícil solução. Além disso, é fundamental a análise da durabilidade, visto que ela está diretamente relacionada à saúde e segurança dos usuários, tal como com o desenvolvimento social sustentável.

No Brasil, a norma da ABNT NBR 15575-1:2021 - Edificações habitacionais - Desempenho, estabelece os critérios de desempenho aplicáveis às edificações habitacionais. Na norma, a Parte 1 - Requisitos gerais, apresenta as condições de desempenho que a edificação habitacional e seus sistemas devem possuir, a fim de que possam atender as exigências do usuário.

A norma ABNT NBR 15575-1:2021 define que desempenho é como se comporta uma edificação e seus sistemas em uso. Ela determina que durabilidade é a capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenharem suas funções ao longo do tempo perante as condições de uso e manutenção pautadas no manual de uso, operação e manutenção.

De acordo com Pauletti (2004), o desempenho, a durabilidade e a vida útil estão diretamente relacionadas e interligadas, ou seja, o desempenho inadequado de qualquer componente do sistema de uma edificação pode comprometer a durabilidade e diminuir a vida útil dela. Isso vale, inclusive, para o concreto tanto convencional quanto para o pigmentado.

5.1 TÉCNICAS PARA LONGEVIDADE

A água é fundamental ao concreto de cimento Portland pelas reações químicas inerentes ao uso de um cimento hidráulico. Porém, ocorre que a água, do mesmo modo, está associada às principais manifestações patológicas do concreto no estado endurecido e pode ser um dos seus maiores malefícios, pois está presente em todas as reações químicas deletérias associadas com a corrosão de armadura, reação álcali-agregado, entre outras (BRITTEZ et al., 2017).

Segundo Brittez et al. (2017), com base nos conceitos de durabilidade e vida útil de estruturas de concreto, é relevante considerar nos projetos detalhes arquitetônicos que não permitam ou que reduzam o contato da água com a região mais exposta da estrutura, em especial as fachadas, a fim de minimizar ou postergar reações danosas indesejadas. Desse modo, o resultado nas edificações será de mais longevidade, evidentemente que associado aos planos de manutenção.

Aspectos relacionados com um material de tecnologia avançada ou de uma execução primorosa não são suficientes para evitar as manifestações patológicas relacionadas com detalhes falhos de projeto. Contudo, a adoção de técnicas que buscam a qualidade do concreto, quando associadas a algum sistema de proteção de superfície e à detalhes construtivos da arquitetura, contribuem para a redução do contato da água com a estrutura, o que pode acarretar resultados mais expressivos na garantia da longevidade das edificações que se utilizam deste material (BRITTEZ et al., 2017).

O concreto pigmentado, também, não está completamente livre de processos de deterioração causados pela água, que acarretam uma impressão negativa ao material, em razão da cor ser primordial (PASSUELO, 2004). Portanto, a manutenção da estética da superfície é tão importante quanto a segurança estrutural, sendo que o aspecto da superfície do concreto pigmentado é parte integrante da arquitetura da edificação e, essa por sua vez, reflete a imagem do usuário (HELENE, 1992).

5.1.1 Sistemas de Proteção de Superfície

É comum a superfície do concreto se degradar pela ação do intemperismo, carecendo, desta maneira, ser tratada. A superfície do material deve ser protegida e receber

manutenções, mantendo sua aparência com efetiva durabilidade, e assim prolongar a sua vida útil (CHAVES, 2016).

O uso de proteção de superfície em estruturas e elementos de concreto aparente é uma forma de garantir e aumentar a vida útil de estruturas expostas a diferentes ambientes. Este tipo de proteção impossibilita a penetração de agentes agressivos por difusão, migração e absorção por capilaridade (MEDEIROS et al., 2015).

Os sistemas de proteção de superfície em estruturas de concreto podem ser utilizados tanto para estruturas novas quanto para estruturas antigas. Todavia, ressalta-se que para estruturas novas, é recomendado que estes produtos não sejam usados antes que a estrutura conclua o seu processo de hidratação, fato que pode reduzir a eficiência de estanqueidade do mesmo (MEDEIROS; HELENE, 2008).

De acordo com Medeiros e Helene (2008), entre os vários procedimentos usados para proteger a superfície do concreto, as impregnações hidrófobas são as menos prejudiciais à aparência da superfície do concreto, principalmente por inibir a absorção capilar de água do concreto. Estas impregnações são muito usadas em superfícies verticais de concreto exposto ao ambiente.

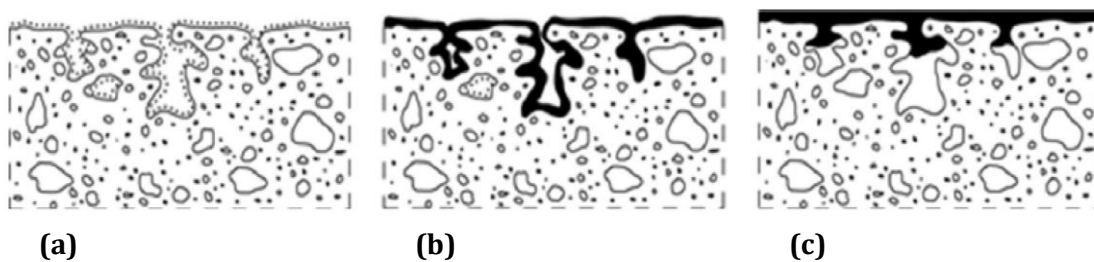
Estes produtos têm como objetivo revestir o concreto com um filme não penetrável, formando uma barreira entre o ambiente e a superfície do concreto. Dessa maneira reduz a entrada de agentes deletérios no material e contribui para a longevidade da estrutura (OLIVEIRA; MEDEIROS, 2018).

As normas alemãs DIN EN 1504-1:2005 - Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 1: Definitions e DIN EN 1504-2:2004 - Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 2: Surface protection systems for concrete, apresentam definições e diretrizes sobre os sistemas de proteção de superfície para concreto. A norma DIN EN 1504-1:2005 observa que os hidrofugantes visam revestir os poros e as capilaridades do concreto com um produto que repele a água.

A norma DIN EN 1504-2:2004 estabelece que um concreto protegido deve apresentar absorção capilar e permeabilidade à água menor que $0,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0,5}$. E evidencia que existem dois tipos de hidrofugantes, que são: tipo 1 (baixo poder de penetração - menor que 10 mm) e tipo 2 (alto poder de penetração - igual ou maior que 10 mm). No Brasil, a predominância são hidrofugantes de baixa penetração (tipo 1).

Segundo Medeiros et al. (2015), os produtos utilizados como sistema de proteção de superfície em concretos podem ser classificados em três grupos: hidrofugantes de superfície (repelem água), bloqueadores de poros (reagem com alguns componentes solúveis do concreto e formam produtos insolúveis), e formadores de película (formam um filme contínuo na superfície do concreto). A seguir, na **Figura 40** são apresentados os três grupos de sistemas de proteção de superfície.

Figura 40: Representação esquemática dos grupos de sistemas de proteção de superfície: (a) Hidrofugantes de superfície, (b) Bloqueadores de poros e (c) Formadores de película.



Fonte: (a), (b) e (c) Adaptado de Baltazar et al. (2014).

Os hidrofugantes de superfície ou agentes repelentes de água sempre resultam de resina de silicone que é quimicamente combinada com a base de concreto. Atualmente, os materiais mais empregados são os silanos, siloxanos oligoméricos e a mistura destes dois compostos (MEDEIROS; HELENE, 2008).

Conforme Medeiros et al. (2015), quimicamente, os silanos são formados por pequenas moléculas que contêm um átomo de silício, já os siloxanos são pequenas cadeias de poucos átomos de silício, cujas moléculas contêm grupos alcoxi (orgânicos) ligados ao átomo de silício. Os silanos e os siloxanos reagem com os silicatos do concreto, formando uma aderência estável.

Os bloqueadores de poros são produtos compostos por silicatos que penetram nos poros superficiais e reagem com a portlandita, formando C-S-H, sendo o silicato de sódio o produto mais usado para este fim. Este tratamento forma uma camada menos porosa na superfície do concreto, alterando a penetração de água e agentes agressivos no material (MEDEIROS et al., 2015).

De acordo com Medeiros et al. (2015), vale enfatizar que os bloqueadores de poros devem ser aplicados depois que todas as cargas de projeto estiverem em atuação e as

fissuras ocorrerem. Entretanto, os feitos do ambiente podem ocasionar mais fissuras, neste caso, deve-se antes da aplicação dos silicatos, repará-las previamente ao tratamento da superfície, e se houver mais fissura após o tratamento, elas precisam ser tratadas imediatamente devido à ruptura da camada de baixa porosidade.

Os formadores de película promovem uma barreira física na superfície do concreto, isolando os agentes agressivos do ambiente externo e são divididos em tintas e vernizes. Estes produtos exigem um substrato homogêneo e liso com poros de dimensão máxima de 0,1 mm, ou seja, são capazes de cobrir fissuras de até 0,1 mm. Porém, a película rompe se o concreto fissurar após a realização da pintura, além disso, se o concreto estiver úmido antes da aplicação, a película não permite que o concreto seque, o que pode deteriorar o filme de proteção, causando a formação de bolhas devido à pressão de vapor da umidade interna (MEDEIROS et al., 2015).

A tinta é uma composição líquida pigmentada e torna-se uma película sólida após sua aplicação em uma camada delgada, e possui em sua constituição resina, solvente, pigmento e aditivo. Já o verniz é constituído apenas por resina, solvente e aditivo, por este material não ter cor (ausência de pigmento), geralmente a durabilidade é inferior em comparação a da tinta (MEDEIROS, 2008).

Segundo Medeiros et al. (2015), o principal problema dos sistemas de proteção de superfície (hidrofugantes, bloqueadores de poros e formadores de película) é a não absorção da deformação do substrato de concreto, ou seja, a camada de proteção formada rompe se o concreto fissurar, provocando imediata imperfeição do sistema de proteção. É fundamental observar que, independentemente da dimensão da fissura, os poros restantes serão menores do que se não houvesse o produto na superfície, assim sendo, o ataque do meio ambiente será isolado na área fissurada e as outras regiões continuarão protegidas.

Vale lembrar que estes produtos de proteção de superfície apresentam desempenhos diferentes, dependendo das condições de exposição, classe de agressividade ambiental, espessura do filme aplicado e tipo de resina. A aparência da superfície do concreto, quando não tratada e protegida de maneira adequada ou quando não forem executadas as intervenções necessárias referentes às manutenções, poderá, com o passar do tempo, mudar consideravelmente frente às ações ambientais. Assim sendo, a proteção de superfície deverá proteger física e quimicamente a superfície do concreto (CHAVES, 2016).

Conforme Medeiros (2008), os hidrofugantes têm a vantagem sobre os produtos formadores de película por permitir a livre circulação do vapor de água, o que evita o risco

de condensação e formação de bolhas sob o filme, mas têm a desvantagem de não serem tão eficazes como barreira contínua aos agentes agressivos em comparação aos produtos formadores de película. Apesar disso, entre os sistemas de proteção de superfície para concreto, as impregnações hidrófobas são as que menos interferem no aspecto da superfície do concreto.

Certamente, existe uma gama de produtos de proteção de superfície, cada um com suas particularidades, o que permite a obtenção de diversos efeitos na superfície do concreto. Os silanos e siloxanos possibilitam manter as superfícies tal e qual, sem alteração do aspecto superficial do concreto, enquanto os produtos à base de resinas podem acarretar aspecto acetinado ou brilhante (FONSECA; NUNES, 1998).

Deve-se levar em consideração que qualquer sistema de proteção de superfície tem uma vida útil relativamente curta em comparação com as estruturas de concreto, devendo ser periodicamente inspecionado para verificação da necessidade de manutenção com o intuito de manter sua funcionalidade. É importante salientar a necessidade de cuidado especial na especificação deste produto de proteção de superfície, devendo o arquiteto ou engenheiro estar ciente e atento às condições de serviço a que os materiais estarão submetidos (MEDEIROS, 2008).

Além disto, conhecendo-se o mecanismo de formação das eflorescências na superfície do concreto aparente, a aplicação de hidrofugante é recomendada para proteger as fachadas e/ou as paredes de grandes dimensões expostas às intempéries. Apesar deste tipo de sistema de proteção de superfície ter uma vida útil curta, o seu emprego colabora para diminuir os poros, reduzir a absorção capilar e aumentar a resistência à penetração de água, contribuindo para eliminar o risco de eflorescências, principalmente, na superfície do concreto pigmentado (GUIMARÃES, 2011).

De acordo com Passuelo (2004), o hidrofugante à base de silanos e siloxanos modifica os parâmetros colorimétricos do concreto pigmentado, alterando a cor e a aparência da superfície do material. Porém, entre outros produtos testados na pesquisa da autora, o hidrofugante se mostrou o mais adequado para este tipo de material, além disto, o hidrofugante revelou as características cromáticas originais, reforçando os parâmetros de cor apresentados pelo concreto sem sistema de proteção de superfície.

Portanto, é recomendado o uso de hidrofugante como sistema de proteção de superfície no concreto pigmentado com cautela. Visto que, a cor é uma característica relevante para o material e qualquer alteração na tonalidade pode comprometer a harmonia

do conjunto, sendo sempre indicado testes prévios em protótipos de concreto pigmentado para avaliação da mudança cromática.

5.1.2 Detalhes Construtivos da Arquitetura

Conforme Helene (2004), deveras o mais importante é a resistência da estrutura ao meio ambiente e essa depende não só da qualidade do concreto, como também de critérios adequados de projeto. Nesta direção, a norma ABNT NBR 6118:2014 ressalta que para evitar o envelhecimento precoce e satisfazer as exigências de durabilidade dos usuários, devem ser observados os seguintes critérios de projeto:

- Prever drenagem eficiente;
- Evitar formas arquitetônicas e estruturais inadequadas;
- Garantir concreto de qualidade apropriada, principalmente nas regiões superficiais dos elementos estruturais;
- Garantir cobrimentos de concreto apropriados para proteção às armaduras;
- Detalhar adequadamente as armaduras;
- Controlar a fissuração das peças;
- Prever espessuras de sacrifício ou revestimentos protetores em regiões sob condições de exposição ambiental muito agressivas;
- Definir um plano de inspeção e manutenção preventiva.

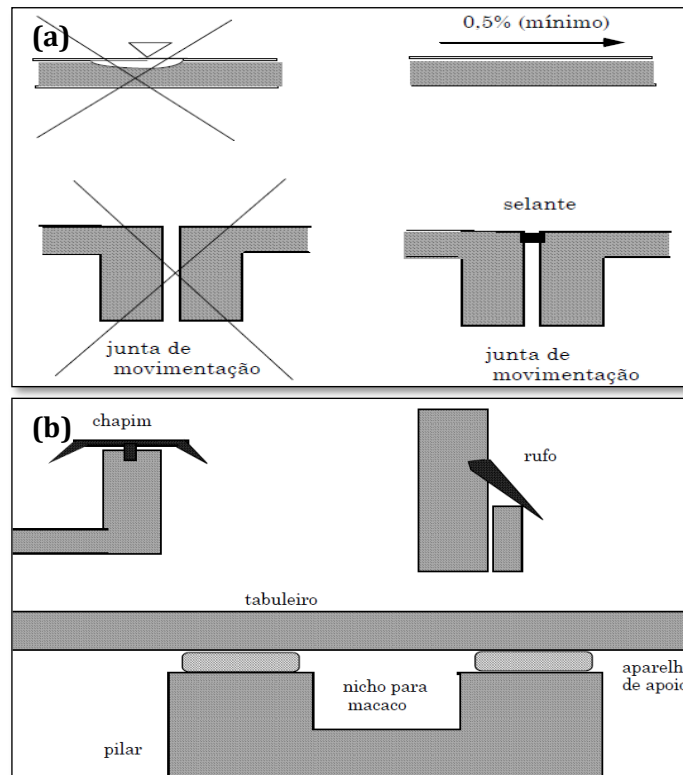
A drenagem tem que evitar a presença e acumulação de água proveniente de chuvas ácidas ou decorrente de água de limpeza e lavagem, sobre a superfície das estruturas de concreto. Do mesmo modo, as superfícies expostas que carecem ser horizontais (pátios, garagens, estacionamento e dentro outras) também devem ser convenientemente drenadas, com disposição de ralos e condutores a distâncias adequadas (HELENE, 2004).

Segundo Helene (2004), inclusive as juntas de movimento ou de dilatação, em superfícies sujeitas à ação de água, devem ser oportunamente seladas, de maneira a torná-las estanques à percolação de água. Além disso, os topos de platibandas e paredes devem ser protegidos por chapins, os beirais carecem de pingadeiras, e os encontros a diferentes níveis devem ser protegidos por rufos.

Semelhantemente, deve-se buscar selecionar formas arquitetônicas e estruturais apropriadas de modo a evitar disposições arquitetônicas ou construtivas que reduzam a durabilidade da estrutura. Como exemplo, é sempre cabível prever acesso adequado para inspeção e manutenção de partes da estrutura com vida útil inferior ao todo, tais como:

aparelhos de apoio, caixões, insertes, impermeabilizações e entre outros (HELENE, 2004). Em seguida, na **Figura 41** é exemplificado alguns cuidados mencionados anteriormente.

Figura 41: (a) Cuidado com a drenagem e a estanqueidade das estruturas e (b) Projetar proteções e acesso para inspeção e manutenção das estruturas.



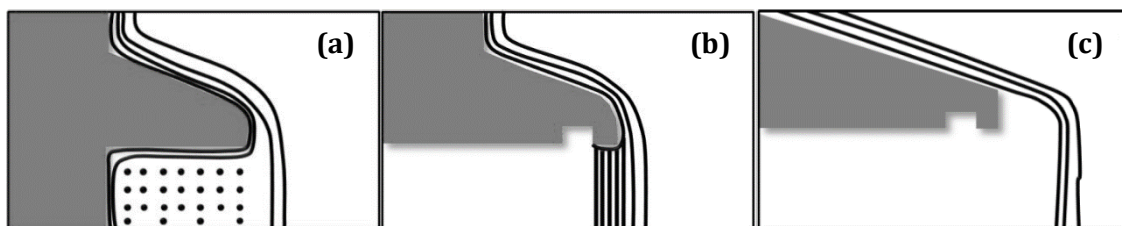
Fonte: (a) e (b) Adaptado de Helene (2004).

De acordo com Thomaz (2001), as fachadas dos edifícios têm a importante função de conceder estanqueidade à água, pois a penetração de umidade pode provocar o desenvolvimento de fissuras e desagregações. Logo, é desejável que as lâminas de água sejam deslocadas o mais rapidamente possível das fachadas.

O tratamento arquitetônico da fachada pode colaborar consideravelmente para a estética, a estanqueidade e a durabilidade como um todo. Portanto, a introdução de descontinuidades nas fachadas, corretamente projetadas, pode favorecer o afastamento dos fluxos de água e evitar manifestações patológicas. Os detalhes construtivos da arquitetura que podem contribuir nas fachadas são: bunhas, frisos, molduras, cimbalhas, meias-cana, peitoris, pingadeiras, juntas de dilatação e outros (THOMAZ, 2001).

Os detalhes construtivos da arquitetura que visam a durabilidade de estruturas de concreto, são usados frequentemente na área de projetos e manuais técnicos. De modo geral, a forma e o tamanho da projeção na edificação, juntamente com a velocidade da corrente de água que atinge, determina a quantidade de fluxo repellido e de que forma será a repulsão (BRITTEZ et al., 2017). Abaixo, na **Figura 42** é apresentada a geometria dos ressaltos e pingadeiras de maneira exemplificada.

Figura 42: Efeito da geometria dos ressaltos e pingadeiras na expulsão dos fluxos de água em superfícies de estruturas: (a) sem contribuição funcional, (b) e (c) expulsam os fluxos de água.



Fonte: (a), (b) e (c) Adaptado de Uemoto (2005) apud Brittez et al. (2017).

Conforme Brittez et al. (2017), um exemplo significativo sobre a aplicação dos conceitos de projeção em fachadas, com a implementação de cornijas, beirais, pingadeiras, entre outros detalhes, podem ser observado no Edifício Martinelli, construído em 1929 no centro de São Paulo. A edificação possui detalhes arquitetônicos que repelem a água das fachadas e permitem uma vida útil longa de mais de 90 anos.

Porém, o tratamento arquitetônico da fachada vai além das questões econômicas de produção e de conceitos estéticos, pois se deve considerar as dificuldades de manutenção e os fatores que atuam como mecanismos de deterioração. Posto isto, são relevantes as informações relativas: as características topográficas, condições climáticas e ambientais; as características dos materiais e das estruturas; e as características arquitetônicas, condições de execução dos serviços e condições de uso (CONSOLI, 2006).

A norma ABNT NBR 6118:2014 preconiza em critérios de projeto que visam a durabilidade, o uso perante condições de exposição adversas de medidas especiais de proteção e conservação do tipo: aplicação de hidrofugante e pinturas impermeabilizantes sobre as superfícies do concreto, do mesmo modo, prescreve detalhes construtivos que

favorecem a drenagem e a manutenção. Entretanto, ainda é corriqueiro edificações no Brasil não efetuarem estas práticas fundamentais para a durabilidade de estruturas de concreto.

Portanto, a vida útil das estruturas não está relacionada apenas com a qualidade do concreto utilizado (relação água/cimento, consumo de cimento e resistência mínima à compressão), sua espessura de cobrimento e com uma execução precisa, uma vez que a grande maioria dos mecanismos de deterioração das estruturas está diretamente relacionada à presença de água. Evidentemente, a presença de água pode ser minimizada com o emprego de detalhes construtivos, que, em sua maioria, estão previstos em normas brasileiras e em literaturas relevantes (BRITTEZ et al., 2017).

Segundo Brittez et al. (2017), vale ressaltar que aliado ao emprego de detalhes construtivos da arquitetura, a utilização de algum sistema de proteção de superfície (como o hidrofugante) também contribui para a durabilidade das estruturas de concreto, em virtude do auxílio na redução do contato da água com a edificação. Inegavelmente, todas as medidas profiláticas adotadas devem estar acompanhadas de um plano de manutenção preventiva e corretiva.

O planejamento dos cuidados com a drenagem e a estanqueidade das estruturas, assim como, os detalhes construtivos da arquitetura aplicados à fachada para com o concreto pigmentado devem receber até mais atenção em projeto do que com o concreto convencional. Este tratamento arquitetônico da fachada pode contribuir para a durabilidade e a longevidade das estruturas em concreto pigmentado, em relação à cor e ao material, além de colaborar para com a manutenção da estrutura.

6. PROGRAMA EXPERIMENTAL: ESTRUTURAÇÃO

A dissertação em questão, originou-se de um projeto maior desenvolvido pelo “Grupo de Concreto Pigmentado da FAU-USP”, coordenado pela Profa. Dra. Fabiana Lopes de Oliveira. O projeto tem por objetivo estudar os efeitos da exposição ambiental nos aspectos cromáticos do concreto pigmentado, especialmente em concretos com pigmentos inorgânicos, com e sem sistema de proteção de superfície, em ambientes sujeitos às intempéries.

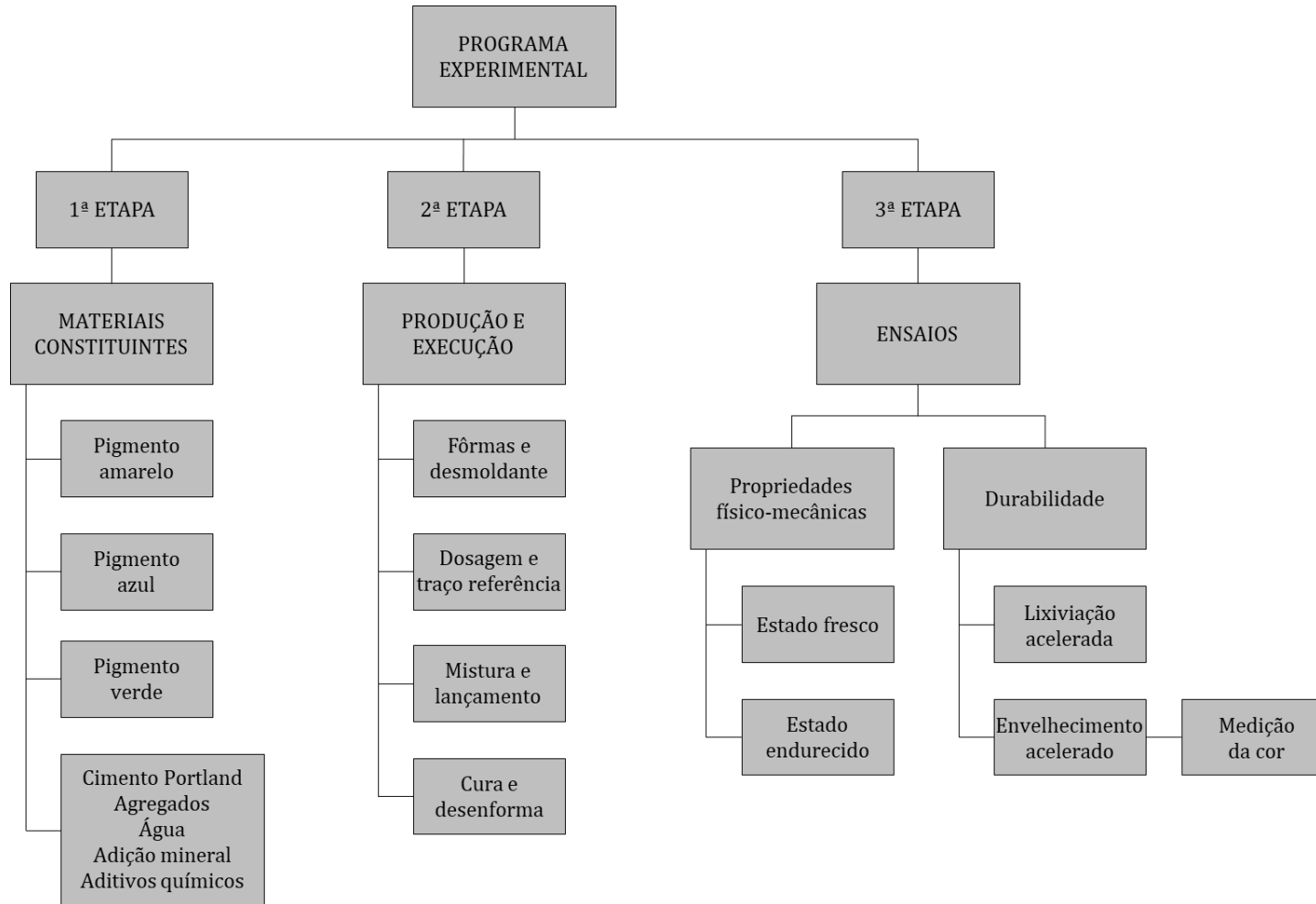
O projeto abrange a presente dissertação e, também, artigos publicados em congressos e revistas. Parte dos resultados e suas análises podem ser consultados nos artigos: Gonçalves et al. (2018), Oliveira et al. (2019) e Viana et al. (2019).

Dando continuidade ao projeto, o estudo foi ampliado para o concreto pigmentado com outros tipos de pigmento inorgânico (hidróxido de ferro, óxido de cobalto e óxido de cromo), adotando-se o mesmo traço referência, o que culminou na presente dissertação. Assim sendo, a parte experimental dessa pesquisa tem como objetivo o estudo de concretos com pigmentos inorgânicos nas cores amarelo, azul e verde.

Após revisão bibliografia fundamentada em uma detalhada escolha e triagem dos temas pertinentes ao concreto pigmentado, deu-se início ao programa experimental. Vale ressaltar que a dissertação em foco preza pela contribuição para com o aprimoramento e o conhecimento deste material à literatura, com avaliação das propriedades físico-mecânicas e da durabilidade.

O programa experimental é compreendido a partir do planejamento e dos métodos empregados, assim como a escolha dos materiais constituintes e a produção e execução. Também se integram ao programa os ensaios em laboratórios juntamente com os resultados obtidos e as análises. A seguir, na **Figura 43** é apresentado um organograma do programa experimental para melhor compreensão.

Figura 43: Organograma do programa experimental.



Fonte: Autora.

6.1 PLANEJAMENTO E MÉTODOS

Iniciou-se o planejamento da parte experimental da pesquisa, com a definição das quantidades e dos tamanhos dos exemplares a serem confeccionados. As fôrmas empregadas para a execução das amostras foram confeccionadas na Seção Técnica de Modelos, Ensaios e Experimentações Construtivas (STMEEC) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, já os moldes dos corpos de prova foram fornecidos no dia da concretagem dos exemplares pelo Laboratório da Engemix S. A.

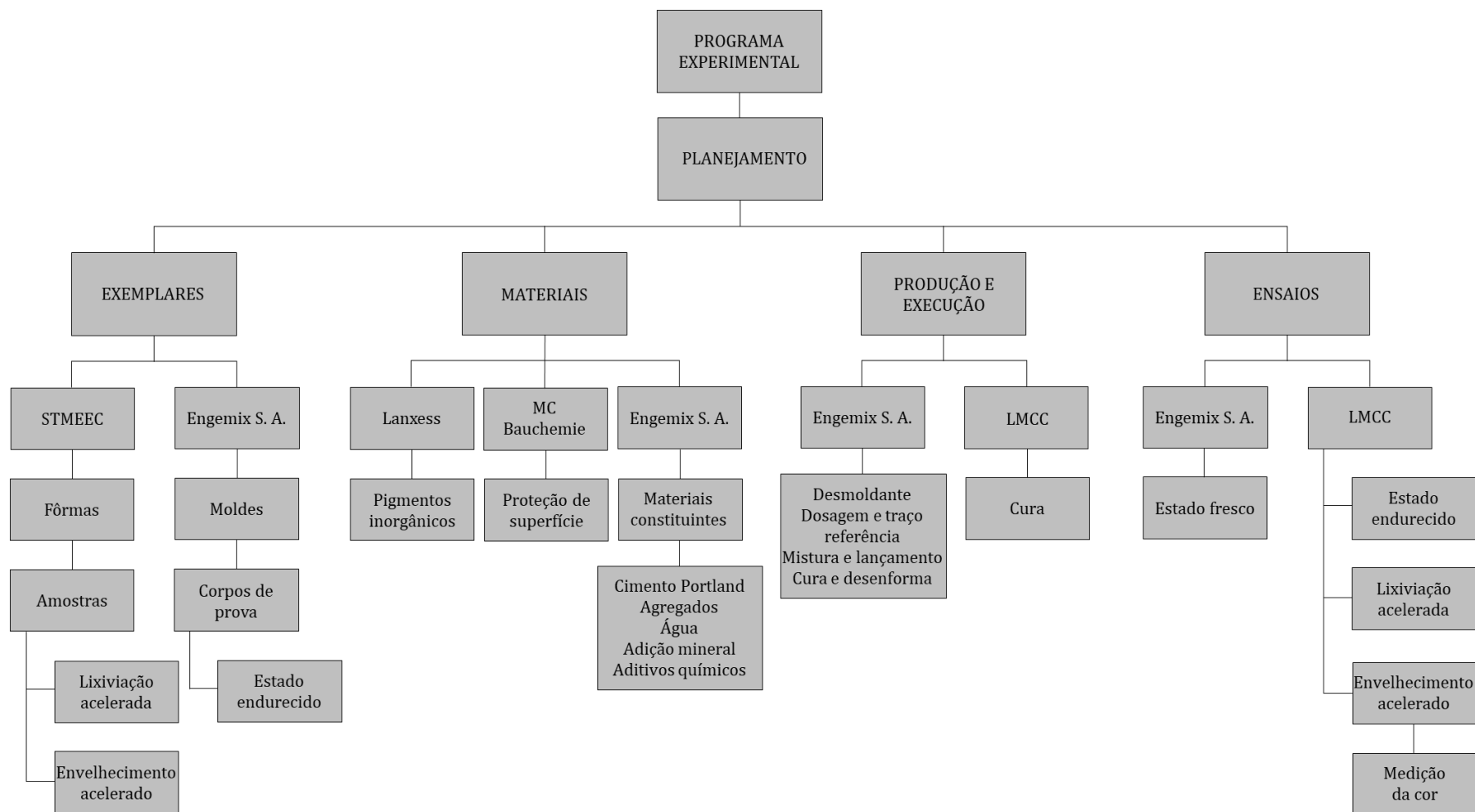
O laboratório, também forneceu os materiais constituintes para a produção e execução do concreto pigmentado e, foi o local da realização dos ensaios de caracterização do concreto em estado fresco. A Lanxess, empresa atuante nos setores químico e de polímeros, forneceu os pigmentos inorgânicos e, a MC Bauchemie, empresa fabricante de químicos para a construção civil, forneceu o produto de proteção de superfície.

O traço referência é fruto de um amplo e prévio estudo de dosagem, envolvendo mais de 60 misturas distintas para concreto pigmentado, realizado pelo Laboratório da Engemix S. A. (unidade do Jaguaré, em São Paulo) e pela PhD Engenharia, com a participação predominante do Prof. Dr. Carlos Amado Brites. Vale observar que o traço referência (sem pigmento) sofreu pequena variação a partir da incorporação de pigmentos e do ajuste da quantidade de aditivos na mistura para garantir a mesma plasticidade do CAA.

Após a moldagem dos exemplares, eles permaneceram na câmara úmida no Laboratório da Engemix S. A. até apresentarem solidez suficiente para a desenforma e, em seguida, eles foram deslocados até o Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) para a realização dos demais ensaios programados. Neste laboratório, as amostras e os corpos de prova permaneceram em câmara úmida até completarem o processo de cura e depois deste período foram realizados os ensaios de caracterização do concreto no estado endurecido e os ensaios de durabilidade.

Os métodos utilizados no desenvolvimento da pesquisa e na realização dos ensaios laboratoriais foram fundamentados na normalização da ABNT, com o intuito de atingir um concreto pigmentado de boa qualidade e desempenho elevado. A produção do concreto pigmentado seguiu as diretrizes da ABNT NBR 15823-1:2017 voltada ao concreto autoadensável (CAA) e da ABNT NBR 12655:2015 para preparo e controle do concreto de cimento Portland. A seguir, na **Figura 44** é apresentado um organograma do planejamento da pesquisa para elucidar cada fase descrita anteriormente.

Figura 44: Organograma do planejamento da pesquisa.



Fonte: Autora.

6.2 MATERIAIS CONSTITUINTES

O concreto pigmentado da pesquisa é um concreto autoadensável (CAA), os materiais constituintes não diferem do concreto convencional, diferenciando-se apenas pela inserção de adições minerais e aditivos químicos em sua mistura. A seguir, são apresentados os insumos utilizados na mistura do concreto pigmentado.

O cimento Portland empregado foi o cimento Portland composto com escória granulada de alto forno de origem nacional e cor cinza da marca Votoran, do grupo Votorantim Cimentos. O cimento escolhido é denominado como CP II-E-40 BC de acordo com a norma ABNT NBR 16697:2018 e, a escória de alto forno presente na composição garante baixo calor de hidratação.

Os agregados utilizados foram selecionados de acordo com a norma ABNT NBR 7211:2009. Foram empregados dois tipos de agregado miúdo, sendo: areia de origem artificial de calcário do fornecedor Araçariguama, do grupo Votorantim Cimentos, e areia de origem natural de quartzo do fornecedor Minermix. Além destes, foram utilizados dois tipos de agregado graúdo, ambos de origem calcária, sendo brita 0 e 1 do fornecedor Araçariguama, do grupo Votorantim Cimentos.

A água foi fornecida pelo sistema público de abastecimento de água de São Paulo - SP, com condições de potabilidade com base na norma ABNT NBR 15900-1:2009. De acordo com a norma, esta água é considerada adequada para uso em concreto e não necessita ser ensaiada.

Os pigmentos inorgânicos escolhidos foram os pigmentos em pó fornecidos pela Lanxess nas cores amarelo (hidróxido de ferro), azul (óxido de cobalto) e verde (óxido de cromo) que atendem às especificações da norma americana ASTM C979/C979M:2016. Estipulando-se a quantidade de 5% de pigmento sobre a massa do cimento seco, pois os pigmentos empregados possuem alto poder de pigmentação. Com base nos dados fornecidos pelo fabricante e pela Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) de cada pigmento foi possível compilar as informações no **Quadro 02**, a seguir.

Para maior apuração e confirmação das características de cada pigmento inorgânico adotado foram realizados no Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) a análise química semiquantitativa por fluorescência de raios-X (FRX) e para análise mineralógica qualitativa por difração de raios-X (DRX). O relatório do LMCC pode ser acessado no **Anexo B** para consulta, porém as

informações relevantes foram selecionadas e estão a seguir, no **Quadro 03** que corrobora os dados fornecidos pelo fabricante, o que confirma as características de cada pigmento.

Quadro 02: Informações sobre os pigmentos inorgânicos utilizados com base no fabricante.

Cor do pigmento	Componente	Fórmula	Estado físico	Fabricante e produto	Forma partículas
Amarelo	Hidróxido de ferro	FeOOH	Sólido (pó)	Lanxess Bayferrox 918LO	Acicular
Azul	Óxido de cobalto	Co(Al,Cr) ₂ O ₄		Ferro Azul de cobalto e Azul luz	Cúbica
Verde	Óxido de cromo	Cr ₂ O ₃		Lanxess Colortherm Green GN	Esférica

Fonte: Autora.

Quadro 03: Informações sobre os pigmentos inorgânicos utilizados com base em análises por FRX e DRX realizadas no LMCC do IPT .

Cor do pigmento	Componente	Forma partículas	Compostos ou fases mineralógicas	Granulometria µm (micrômetro)
Amarelo	Hidróxido de ferro	Acicular	Goethita	0,52 µm
Azul	Óxido de cobalto	Cúbica	Coríndon e Espinélio	0,02 µm e 3,85 µm
Verde	Óxido de cromo	Esférica	Eskolaíta	5,28 µm

Fonte: Autora.

A adição mineral escolhida para a mistura foi a sílica ativa da Tecnosil, de origem mineral e está de acordo com as normas ABNT NBR 12653:2014 e ABNT NBR 13956-1:2012. A sílica ativa foi empregada com intuito de melhorar o empacotamento e aperfeiçoar a microestrutura do concreto e, assim contribuir para uma baixa porosidade. A seguir, na **Figura 45** são apresentados os pigmentos amarelo, azul e verde e os aditivos químicos utilizados na pesquisa.

Os aditivos químicos empregados foram três tipos, conforme a norma ABNT NBR 11768-1:2019, e estão descritos a seguir:

- Aditivo plastificante polifuncional (tipo RA1-R - redutor de água tipo 1/retardador): Mira 94 da GCP Applied Technologies, no estado físico líquido na cor marrom escuro. Este aditivo é utilizado em cimentos com alto teor de adições, pois consegue manter o tempo de pega controlado e possui elevado poder de dispersão com melhoria na resistência final;
- Aditivo superplastificante (tipo RA2 - redutor de água tipo 2): ADVA FLOW 422 da GCP Applied Technologies, no estado físico líquido na cor alaranjado. Este aditivo é indicado para CAA, pois proporciona boa manutenção de abatimento e alta redução na demanda de água;
- Aditivo modificador de viscosidade (tipo MV-RT - modificador de viscosidade retentor de água): Levasil CB 45-A da Akzo Nobel, no estado físico líquido incolor. Este aditivo é empregado para controlar a estabilidade, segregação e perda de água no concreto.

Figura 45: (a) e (b) Pigmentos inorgânicos em pó, (c) e (d) Aditivos químicos líquidos.

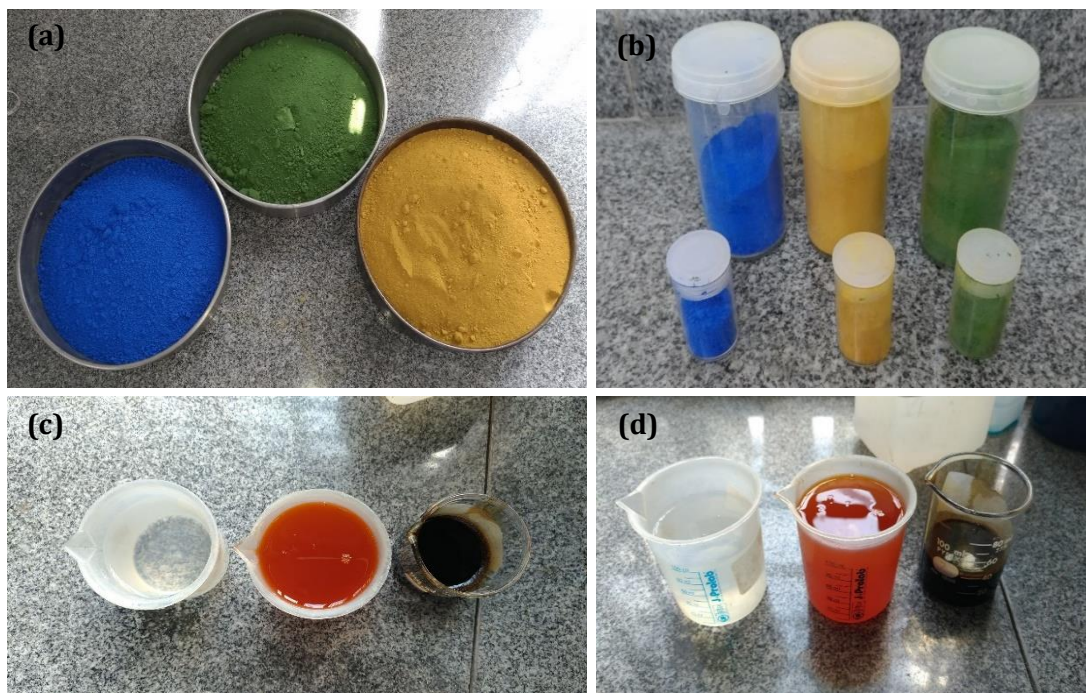


Foto: (a) e (b) Carlos Amado Britez; (c) e (d) Acervo do Grupo de Concreto Pigmentado da FAU-USP.

6.3 PRODUÇÃO E EXECUÇÃO

Para o concreto pigmentado da pesquisa foi necessário um planejamento de toda a produção e execução. A seguir, são apresentadas as etapas compreendendo: fôrmas, desmoldante, traço referência, mistura, cura e desenforma.

Para as amostras que seriam submetidas aos ensaios de lixiviação acelerada e de envelhecimento acelerado foram utilizadas chapas de madeira compensada tratada com espessura de 1,5 cm para as fôrmas objetivando um acabamento mais liso da superfície. A confecção das fôrmas foi realizada na STMEEC da FAU-USP.

As dimensões das amostras foram definidas para que coubessem no equipamento de envelhecimento acelerado, tendo tamanho de 9 cm x 9 cm x 4 cm (comprimento x largura x altura) tanto para o concreto referência (sem pigmento) quanto para o concreto pigmentado. Para a montagem e vedação das juntas (estanqueidade) entre as faces das fôrmas foram usados pregos pequenos e silicone neutro, ambos aplicados pelo lado externo.

Abaixo, na **Tabela 04** é apresentada a quantidade das amostras confeccionadas para os ensaios, sendo eles iniciados após completarem 28 dias de idade. Ressalta-se que, para a realização do ensaio de envelhecimento acelerado, foram ensaiadas amostras sem e com sistema de proteção de superfície (hidrofugante).

Tabela 04: Quantidade das amostras para concretagem.

Amostras									
Ensaio	Quantidade								Tamanho comp. x larg. x alt. (cm)
	Concreto referência		Concreto pigmento amarelo		Concreto pigmento azul		Concreto pigmento verde		
	Com hidr.	Sem hidr.	Com hidr.	Sem hidr.	Com hidr.	Sem hidr.	Com hidr.	Sem hidr.	
Lixiviação acelerada	-	02	-	02	-	02	-	02	9 x 9 x 4
Envelhecimento acelerado	02	02	02	02	02	02	02	02	

Fonte: Autora.

A fim de realizar os ensaios de caracterização do concreto no estado endurecido foram utilizados moldes para os corpos de prova fornecidos pelo Laboratório da Engemix S. A., local onde foi realizada a dosagem. Os corpos de prova seguiram as especificações da norma da ABNT NBR 5738:2015 - Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.

Foram moldados corpos de prova cilíndricos com tamanho de 10 cm x 20 cm (diâmetro x altura) tanto para o concreto referência (sem pigmento) quanto para o concreto pigmentado. Os ensaios de caracterização do concreto no estado endurecido compreendem os seguintes procedimentos: determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica (MAV); determinação da absorção de água por capilaridade; e determinação da resistência à compressão.

Abaixo, na **Tabela 05** é apresentada a quantidade dos corpos de prova utilizados para os ensaios, sendo eles iniciados após completarem 28 dias de idade, com exceção dos corpos de prova destinados ao ensaio de determinação da resistência à compressão que foi realizado com 7 e 28 dias de idade conforme a norma da ABNT NBR 5739:2018.

Tabela 05: Quantidade dos corpos de prova para concretagem.

Corpos de prova									
Ensaio	Quantidade								Tamanho diâm. x alt. (cm)
	Concreto referência		Concreto pigmento amarelo		Concreto pigmento azul		Concreto pigmento verde		
	7 dias	28 dias	7 dias	28 dias	7 dias	28 dias	7 dias	28 dias	
MAV	-	03	-	03	-	03	-	03	10 x 20
Absorção de água por capilaridade	-	03	-	03	-	03	-	03	
Resistência à compressão	02	02	02	02	02	02	02	02	

Fonte: Autora.

O desmoldante utilizado nas fôrmas das amostras e nos moldes dos corpos de prova foi o Desmoltec 25 da GCP Applied Technologies, no estado físico líquido na cor branco leitoso. Segundo o fabricante do produto, ele é um desmoldante biodegradável à base de óleo vegetal e recomendado para qualquer tipo de molde.

O produto foi aplicado de maneira uniforme e sem excesso com ajuda de pincel formando uma película nos moldes, proporcionando maior facilidade na desenforma e na integralidade da superfície do concreto. Após 24 horas de sua aplicação, foi possível lançar o concreto nas fôrmas e nos moldes. A seguir, na **Figura 46** é possível verificar as fôrmas e os moldes e, também as amostras e corpos de prova após a concretagem.

Figura 46: (a) Fôrmas das amostras, (b) Moldes dos corpos de prova, (c) Amostras e corpos de prova após concretagem.



Foto: (a) e (b) Acervo do Grupo de Concreto Pigmentado da FAU-USP;
(c) Carlos Amado Brites.

Na mistura foram empregados materiais do mesmo fabricante e lote, assim como equipamentos apropriados para torná-la homogênea. O concreto produzido foi autoadensável e dosado com o intuito de atingir f_{ck} de 60 MPa aos 28 dias, mantendo-se fixa a relação água/cimento em 0,40. O traço referência para os exemplares foi com base na proporção dos materiais em relação à massa de cimento foi de 1 : 2,37 : 2,57 : 0,40 (cimento + sílica ativa : areia : brita : água).

O concreto referência (sem pigmento) serviu como parâmetro, pois em comparação ao concreto com pigmento, a única diferença entre ambos foi a incorporação de 5% de pigmento sobre a massa do cimento na mistura. Portanto, o mesmo traço referência foi adotado para todos os exemplares concretados, porém com pequenos ajustes em relação à quantidade do aditivo superplastificante para se obter o mesmo espalhamento.

Na mistura do concreto referência foi utilizada a quantidade de 1,31% de aditivo superplastificante e para os concretos com pigmento verde e azul, em ambas as misturas foi empregada a quantidade de 1,40% de aditivo superplastificante, porém para a mistura do concreto com pigmento amarelo foi utilizada a quantidade de 1,46% de aditivo superplastificante. Em suma, nas misturas do concreto com pigmento foi necessário acrescentar mais aditivo superplastificante para se obter a plasticidade ideal para CAA e manter a relação água/cimento igual para todas as misturas.

Para cada dosagem produzida de concreto sem e com pigmento foi considerado 30 litros de concreto, sendo o volume suficiente para a quantidade de exemplares concretados e utilizados para cada ensaio especificado. A seguir, na **Tabela 06** é possível observar a quantidade dos materiais constituintes para cada mistura em massa seca por metro cúbico (m^3), ou melhor, o traço adotado.

Seguindo a norma ABNT NBR 12655:2015, a mistura ocorreu no período necessário para formar uma massa homogênea com duração total de aproximadamente 10 minutos para cada dosagem em uma betoneira estacionária de eixo inclinado. Durante a mistura houve algumas interrupções para acréscimo dos materiais, seguindo a seguinte ordem: 1ª etapa - agregados graúdos, cimento Portland, sílica ativa e pigmento (exceto concreto referência); 2ª etapa - 80% água; 3ª etapa - agregados miúdos e aditivo plastificante polifuncional; e, por fim, 4ª etapa - 20% água, aditivos superplastificante e modificador de viscosidade.

Tabela 06: Traço adotado em materiais secos por m³ de concreto.

Materiais	Quantidade			
	Concreto referência	Concreto pigmento amarelo	Concreto pigmento azul	Concreto pigmento verde
Consumo de cimento Portland	370 Kg			
Areia artificial de calcário	351 Kg			
Areia natural de quartzo	527 Kg			
Brita 0	570 Kg			
Brita 1	380 Kg			
Água livre + água de umidade das areias	174 Kg			
Pigmento inorgânico	-	5% - 18,5 Kg	5% - 18,5 Kg	5% - 18,5 Kg
Adição de sílica ativa	65 Kg			
Aditivo plastificante polifuncional	0,4% - 1,5 Kg			
Aditivo superplastificante	1,31% - 4,8 Kg	1,46% - 5,4 Kg	1,40% - 5,2 Kg	1,40% - 5,2 Kg
Aditivo modificador de viscosidade	1% - 3,7 Kg			
Relação água/cimento + sílica ativa	0,40			
Teor de argamassa	58%			

Fonte: Autora.

Por ser um CAA, dispensou-se o adensamento ou compactação do concreto nos moldes e depois da concretagem dos exemplares, eles permaneceram na câmara úmida do Laboratório da Engemix S. A. por três dias (cura inicial). Após este período, fez-se a desenforma de maneira contínua dos exemplares, pois eles já apresentavam solidez.

Logo em seguida eles foram transportados até o Laboratório LMCC do IPT, onde continuaram na câmara úmida com a aspersão de água de forma uniforme e controlada com temperatura de 23 ± 2 °C e umidade relativa superior a 95% até completarem 28 dias de período de cura, de acordo com as normas da ABNT NBR 5738:2015 e da ABNT NBR 9479:2006 - Argamassa e concreto - Câmaras úmidas e tanques para cura de corpos de prova. Abaixo, na **Figura 47** é possível verificar a proporção dos insumos utilizados para cada mistura.

Figura 47: Insumos do concreto: (a) referência, (b) pigmentado amarelo, (c) pigmentado azul e (d) pigmentado verde.



Foto: (a) e (d) Acervo do Grupo de Concreto Pigmentado da FAU-USP;
(b) e (c) Carlos Amado Brites.

7. PROGRAMA EXPERIMENTAL: ENSAIOS, RESULTADOS E ANÁLISES

7.1 ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS

Os ensaios de avaliação de propriedades físico-mecânicas são compreendidos pelos ensaios de caracterização do concreto no estado fresco e no estado endurecido e encontram-se detalhados a seguir.

7.1.1 Ensaios de Caracterização do Concreto no Estado Fresco

Os ensaios no estado fresco abrangem os procedimentos de determinação: do espalhamento pelo método do cone de Abrams; da habilidade passante pelo método do anel J; da habilidade passante pelo método da caixa L; e da massa específica e do teor de ar em concreto fresco pelo método pressométrico.

7.1.1.1 Ensaio de determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual - Método do cone de Abrams

Este ensaio de determinação do espalhamento pelo método do cone de Abrams foi desenvolvido de acordo com a norma da ABNT NBR 15823-2:2017 - Concreto autoadensável - Parte 2: Determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual - Método do cone de Abrams. A norma estabelece o método de ensaio para a avaliação da fluidez do concreto autoadensável, em fluxo livre, perante a ação de seu próprio peso, pela determinação do espalhamento e do tempo de escoamento do concreto autoadensável, utilizando-se o cone de Abrams, e estabelece também o método para determinação do índice de estabilidade visual do concreto autoadensável.

O ensaio foi realizado nas misturas do concreto referência (sem pigmento) e no concreto com pigmento nas cores amarelo, azul e verde. Durante a realização do ensaio, logo após a remoção do cone de Abrams, deu-se o espalhamento e todas as misturas não apresentaram nem segregação e nem exsudação.

O ensaio de determinação do espalhamento pelo método do cone de Abrams foi analisado conforme a norma da ABNT NBR 15823-2:2017. A classe de espalhamento “*slump-flow*” de todas as misturas foram classificadas em SF 2 por exibir espalhamento entre 660 a 750 mm, conferindo a propriedade de concreto autoadensável de acordo com a “Tabela 1” da norma. Abaixo, na **Tabela 07** são apresentados os resultados do espalhamento (SF) e a quantidade de aditivo superplastificante em cada mistura.

Tabela 07: Espalhamento “*slump-flow*” das misturas.

Misturas	Espalhamento (mm)	Aditivo superplastificante (%)
Concreto referência	680	1,31
Concreto pigmento amarelo	660	1,46
Concreto pigmento azul	730	1,40
Concreto pigmento verde	660	1,40

Fonte: Autora.

Já em relação à classe de viscosidade plástica aparente sob fluxo livre, todas as misturas foram classificadas em VS 1, de acordo com a “Tabela 2” da norma ABNT NBR 15823-1:2017, por apresentarem o tempo de escoamento ≤ 2 segundos. Em relação ao índice de estabilidade visual, todas as misturas foram classificadas como IEV 0 - Altamente estável, de acordo com a “Tabela 3” da norma ABNT NBR 15823-1:2017, por não terem a evidência de segregação ou exsudação. A seguir, na **Figura 48** é possível verificar o espalhamento de todas as misturas.

Figura 48: Método do cone de Abrams da mistura do concreto: (a) referência, (b) pigmentado amarelo, (c) pigmentado azul e (d) pigmentado verde.



Foto: (a), (b), (c) e (d) Acervo do Grupo de Concreto Pigmentado da FAU-USP.

A análise dos resultados das misturas sem e com pigmento corrobora para que a classificação do concreto seja com função adequada para maioria das aplicações correntes, como: paredes, vigas, pilares e outras, e em elementos estruturais com alta densidade de armadura e embutidos, de acordo com a “Tabela A.1” e a “Tabela A.2”, respectivamente da

norma ABNT NBR 15823-1:2017. Abaixo, na **Figura 49** encontra-se o ensaio realizado pelo Método do cone de Abrams em todas as misturas, evidenciando a não segregação.

Figura 49: Método do cone de Abrams da mistura do concreto: (a) referência, (b) pigmentado amarelo, (c) pigmentado azul e (d) pigmentado verde.

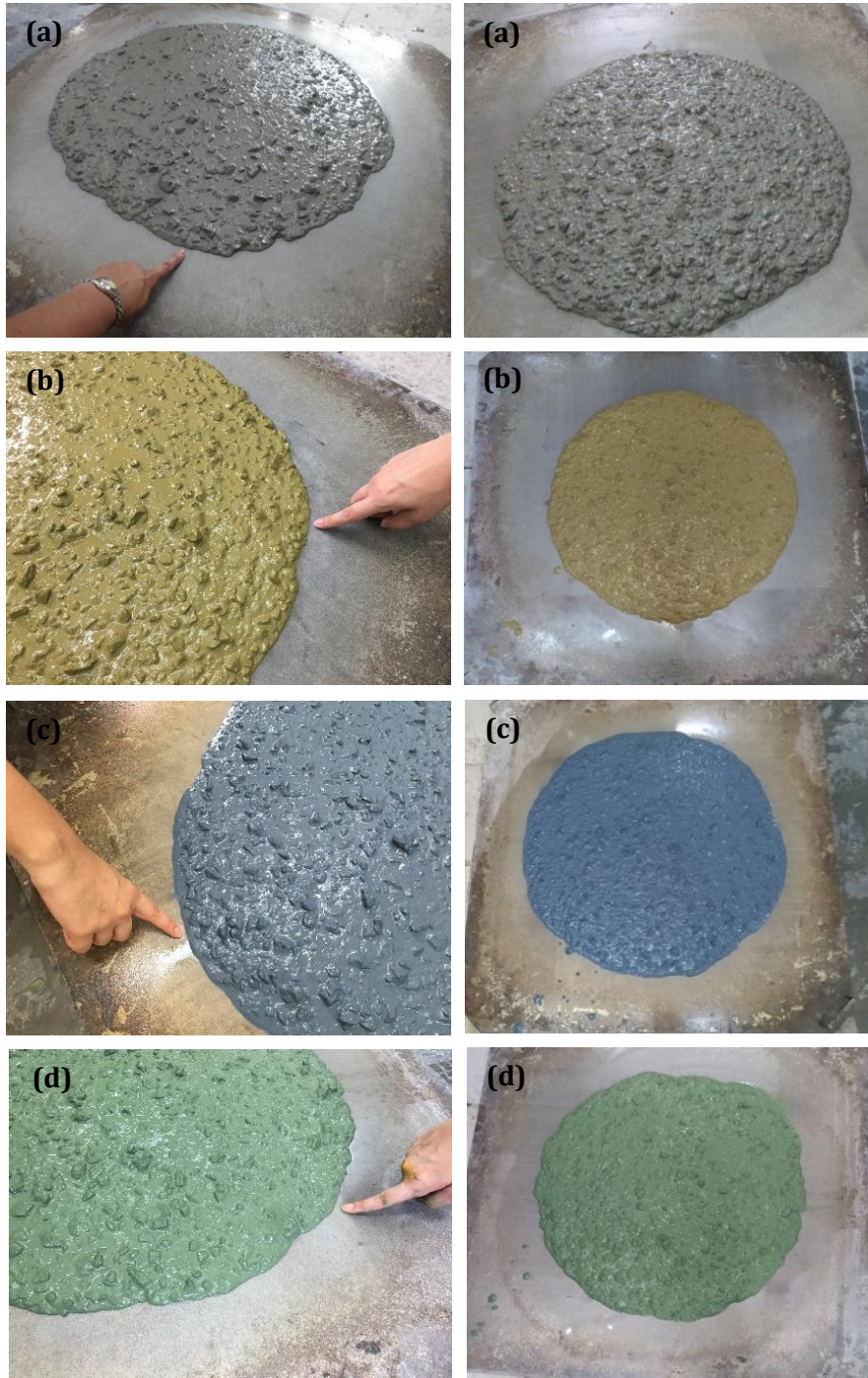


Foto: (a), (b), (c) e (d) Acervo do Grupo de Concreto Pigmentado da FAU-USP;
Carlos Amado Britez.

7.1.1.2 Ensaio de determinação da habilidade passante - Método do anel J

Este ensaio de determinação da habilidade passante pelo método do anel J foi desenvolvido de acordo com a norma da ABNT NBR 15823-3:2017 - Concreto autoadensável - Parte 3: Determinação a habilidade passante - Método do anel J. A norma estabelece o método para a determinação da habilidade passante do concreto autoadensável, em fluxo livre, pelo anel J.

O ensaio foi realizado apenas na mistura do concreto referência (sem pigmento), e como apresentou resultados satisfatórios, concluiu-se desnecessário verificar-se nas demais misturas. Por meio deste ensaio foi possível verificar e confirmar a capacidade do concreto autoadensável de fluir dentro do molde, passando entre as barras de aço do anel J, sem obstrução do fluxo ou segregação.

A classe de habilidade passante pelo anel J sob fluxo livre apresentada pela mistura foi classificada como PJ 1 por exibir habilidade passante entre 0 a 25 mm com 16 barras de aço, conforme a “Tabela 4” da ABNT NBR 15823-1:2017. A análise do resultado indica que a classificação do concreto pode ter função adequada para maioria das aplicações correntes, como: vigas, pilares, indústria de pré-fabricados e outras, e elementos estruturais com espaçamentos de armadura de 60 mm a 80 mm, de acordo com a “Tabela A.3” da norma ABNT NBR 15823-1:2017. A seguir, na **Figura 50** está ilustrado o ensaio.

Figura 50: (a) e (b) Método do anel J da mistura do concreto referência.

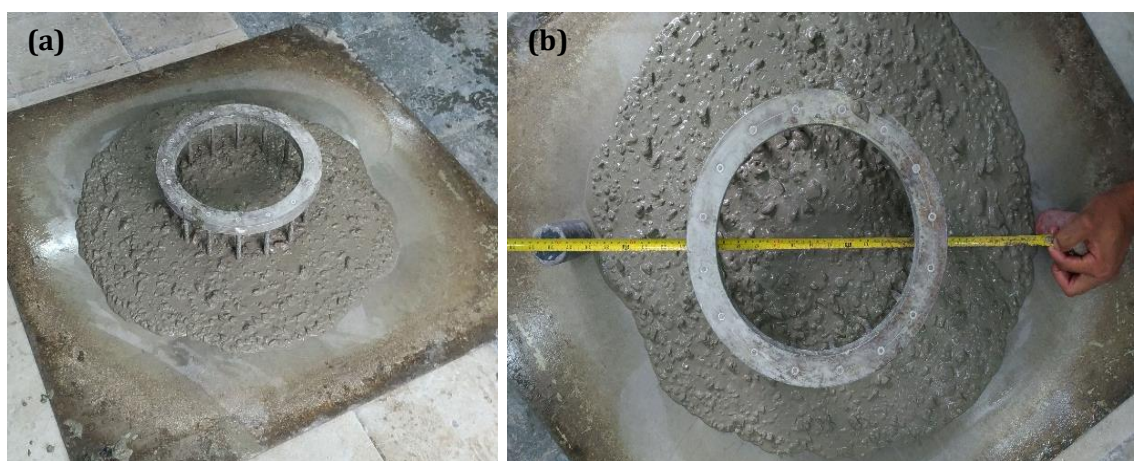


Foto: (a) e (b) Acervo do Grupo de Concreto Pigmentado da FAU-USP.

7.1.1.3 Ensaio de determinação da habilidade passante - Método da caixa L

Este ensaio de determinação da habilidade passante pelo método da caixa L foi desenvolvido de acordo com a norma da ABNT NBR 15823-4:2017 - Concreto autoadensável - Parte 4: Determinação da habilidade passante - Métodos da caixa L e da caixa U. A norma estabelece o método para determinar a habilidade passante em fluxo confinado do concreto autoadensável usando a caixa L.

O ensaio foi realizado apenas na mistura do concreto referência (sem pigmento), e como apresentou resultados satisfatórios, concluiu-se desnecessário verificar-se nas demais misturas. Por meio deste ensaio a mistura apresentou habilidade passante de 0,85, comprovando a capacidade do concreto autoadensável de fluir sem perder a uniformidade por meio de espaços confinados.

A classe de habilidade passante pela caixa L sob fluxo confinado apresentada pela mistura foi classificada como PL 2 por exibir habilidade passante $\geq 0,80$ com três barras de aço, conforme a “Tabela 5” da ABNT NBR 15823-1:2017. A análise do resultado delimita que a classificação do concreto pode ter função adequada para maioria das aplicações correntes, como: vigas, pilares, indústria de pré-fabricados e outras, e elementos estruturais com espaçamentos de armadura de 60 mm a 80 mm, de acordo com a “Tabela A.3” da norma ABNT NBR 15823-1:2017. Abaixo, na **Figura 51** está identificado o ensaio.

Figura 51: (a) e (b) Método da caixa L da mistura do concreto referência.



Foto: (a) e (b) Acervo do Grupo de Concreto Pigmentado da FAU-USP.

7.1.1.4 Ensaio de determinação da massa específica e do teor de ar em concreto fresco - Método pressométrico

Este ensaio de determinação do teor de ar pelo método pressométrico foi desenvolvido de acordo com a norma da ABNT NBR 16887:2020 - Concreto - Determinação do teor de ar em concreto fresco - Método pressométrico. A norma estabelece o método para a determinação da massa específica e do teor de ar em concreto fresco a partir da mudança do volume do concreto devido a uma mudança na pressão.

O ensaio foi realizado apenas na mistura do concreto referência (sem pigmento), e como apresentou resultados satisfatórios, concluiu-se desnecessário verificar-se nas demais misturas. O resultado obtido da massa específica foi de 2.438 kg/m³ e o teor de ar na mistura foi de 0,7%. A análise do resultado indica um bom empacotamento e uma baixa porosidade no concreto.

7.1.2 Ensaio de Caracterização do Concreto no Estado Endurecido

Os ensaios no estado endurecido englobam os procedimentos de determinação: da absorção de água, índice de vazios e massa específica; da absorção de água por capilaridade; e da resistência à compressão. Os dados dos ensaios realizados podem ser acessados no **Anexo C** para consulta e, o relatório é denominado de: Ensaio de caracterização em concreto pigmentado.

7.1.2.1 Ensaio de determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica

Este ensaio de determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica (MAV) foi desenvolvido de acordo com a norma da ABNT NBR 9778:2005 - Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. A norma estabelece o procedimento para determinação da absorção de água, do índice de vazios por imersão e fervura, e das massas específicas de argamassa e concreto endurecidos.

O ensaio foi realizado no concreto referência (sem pigmento) e no concreto com pigmento nas cores amarelo, azul e verde, aos 28 dias de idade. A seguir, na **Tabela 08**, estão todos os resultados do ensaio MAV, sendo os dados na coluna “ind.” os valores das medições individuais e na coluna “méd.” expressa a média entre estes valores.

Os resultados indicaram um baixo índice de poros em todos os corpos de prova sem e com pigmento na mistura e, conseqüentemente, uma baixa absorção de água. Em relação aos resultados da absorção de água, o corpo de prova do concreto referência apresentou uma absorção média de 2,1%, e os demais corpos de prova com pigmento apresentaram resultado inferior com média de 2,0%, com exceção do corpo de prova com pigmento na cor verde, que apresentou resultado idêntico ao concreto referência.

Com relação aos resultados do índice de vazios, o corpo de prova do concreto referência apresentou média de 5,0%, e os demais corpos de prova com pigmento apresentaram médias iguais ou inferiores ao concreto referência, com exceção do corpo de prova com pigmento na cor verde, que exibiu média de 5,1%. Já em relação aos resultados da massa específica, o corpo de prova do concreto referência apresentou média de 2,57

kg/dm³, e os demais corpos de prova com pigmento apresentaram médias iguais ao concreto referência, com exceção do corpo de prova com pigmento na cor verde, que exibiu média de 2,58 kg/dm³.

Tabela 08: Resultados do ensaio MAV.

Absorção de água, índice de vazios e massa específica										
Corpos de prova	Absorção de água (%)		Índice de vazios (%)		Massa específica da amostra seca (kg/dm ³)		Massa específica da amostra saturada (kg/dm ³)		Massa específica real (kg/dm ³)	
	Ind.	Méd.	Ind.	Méd.	Ind.	Méd.	Ind.	Méd.	Ind.	Méd.
Concreto referência	2,1	2,1	5,0	5,0	2,45	2,45	2,50	2,50	2,58	2,57
	2,0		4,9		2,46		2,51		2,58	
	2,1		5,1		2,43		2,48		2,56	
Concreto pigmento amarelo	2,1	2,0	5,1	4,9	2,43	2,45	2,48	2,50	2,56	2,57
	1,9		4,8		2,48		2,53		2,60	
	2,0		4,9		2,43		2,48		2,56	
Concreto pigmento azul	2,0	2,0	4,9	5,0	2,44	2,44	2,49	2,49	2,57	2,57
	2,1		5,1		2,44		2,49		2,57	
	2,0		4,9		2,44		2,49		2,57	
Concreto pigmento verde	2,0	2,1	5,0	5,1	2,46	2,45	2,51	2,50	2,58	2,58
	2,0		5,0		2,47		2,52		2,60	
	2,2		5,2		2,42		2,47		2,55	

Fonte: Autora.

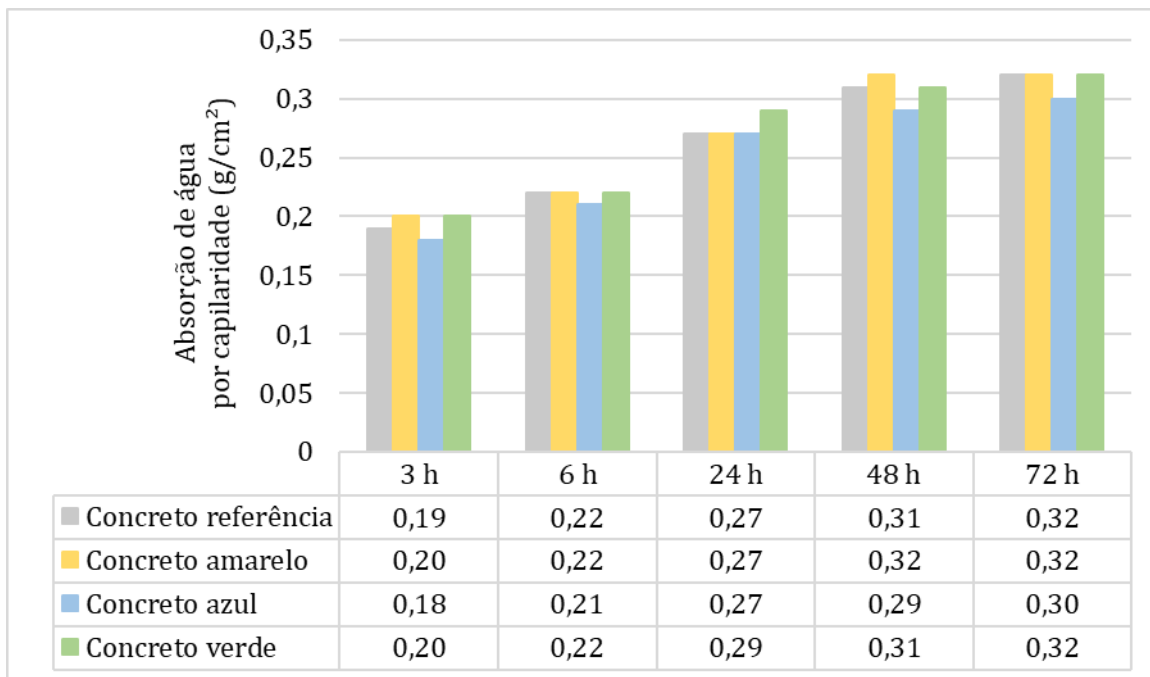
A análise dos resultados dos corpos de prova comprova que os dados obtidos são iguais, apresentando irrisória variação, ou seja, o pigmento na mistura neste caso não influenciou nas propriedades do concreto, comprovando pouca ou nenhuma interferência. Portanto, o pigmento pode colaborar para o preenchimento dos poros do concreto, devido à forma e granulometria de suas partículas, aperfeiçoando as propriedades do concreto e contribuindo para um bom desempenho.

7.1.2.2 Ensaio de determinação da absorção de água por capilaridade

Este ensaio de determinação da absorção de água por capilaridade foi desenvolvido de acordo com a norma da ABNT NBR 9779:2012 - Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por capilaridade. A norma estabelece o método para determinação da absorção de água por meio da ascensão capilar, de argamassa e concreto endurecidos.

O ensaio foi realizado no concreto referência (sem pigmento) e no concreto com pigmento nas cores amarelo, azul e verde, aos 28 dias de idade. Abaixo, no **Gráfico 01**, são apresentados os resultados da absorção de água por capilaridade durante a realização do ensaio com a determinação da massa saturada dos corpos de prova com 3h, 6h, 24h, 48h e 72h, a partir da colocação dos corpos de prova em contato com a água, e a absorção de água por capilaridade é expressa em gramas por centímetro quadrado (g/cm^2).

Gráfico 01: Resultados da média da absorção de água por capilaridade.



Fonte: Autora.

A seguir, na **Tabela 09**, estão todos os resultados do ensaio que correspondem à altura da ascensão capilar máxima, com a média em centímetros, após o rompimento dos corpos de prova por compressão diametral, procedimento que permite verificar a distribuição da água no interior dos corpos de prova.

Tabela 09: Resultados do ensaio da absorção de água por capilaridade.

Corpos de prova	Altura da ascensão capilar máxima (cm)	
	Individual	Média
Concreto referência	14	13
	14	
	11	
Concreto pigmento amarelo	11	11
	13	
	9	
Concreto pigmento azul	11	11
	11	
	11	
Concreto pigmento verde	11	12
	11	
	14	

Fonte: Autora.

A análise dos resultados indica uma baixa absorção de água em todos os corpos de prova sem e com pigmento na mistura. Em relação aos resultados da absorção de água, o corpo de prova do concreto referência apresentou uma média da altura da ascensão capilar máxima de 13 cm, e os demais corpos de prova com pigmento apresentaram médias inferiores ao concreto referência.

Logo, quanto menor a taxa de absorção de água no concreto, maior será sua resistência em relação aos agentes externos do ambiente que comprometem a durabilidade. A baixa porosidade no material é importante, pois diminui a permeabilidade do concreto e contribui para uma vida útil maior.

7.1.2.3 Ensaio de determinação da resistência à compressão

Este ensaio de determinação da resistência à compressão foi desenvolvido de acordo com a norma da ABNT NBR 5739:2018 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. A norma estabelece o método de ensaio para determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto moldados conforme a norma da ABNT NBR 5738:2015.

O ensaio foi realizado no concreto referência (sem pigmento) e no concreto com pigmento nas cores amarelo, azul e verde, aos 7 e 28 dias de idade. Abaixo, na **Tabela 10** abaixo estão todos os resultados do ensaio de resistência à compressão, sendo os dados na coluna “ind.” os valores individuais e na coluna “méd.” expressa a média entre estes valores de acordo com a idade dos corpos de prova.

Tabela 10: Resultados do ensaio de resistência à compressão.

Corpos de prova	f_c (MPa)			
	Idade 7 dias		Idade 28 dias	
	Ind.	Méd.	Ind.	Méd.
Concreto referência	62,4	61,7	86,2	85,0
	61,0		83,8	
Concreto pigmento amarelo	66,8	67,1	87,5	85,9
	67,5		84,3	
Concreto pigmento azul	63,5	63,1	79,0	81,5
	62,8		84,0	
Concreto pigmento verde	63,1	63,1	82,0	82,6
	63,2		83,3	

Fonte: Autora.

Os resultados obtidos no ensaio em todos os corpos de prova sem e com pigmento na mistura e em ambas as idades, apresentaram o tipo de ruptura, em sua maioria, do “Tipo A”, definida como cônica e cônica afastada 25 mm do capeamento. Além disso, a superfície

de fratura do concreto dos corpos de prova exibiu um aspecto liso e com ruptura nos agregados, o que indica um concreto de alta resistência. A seguir, na **Figura 52**, são apresentados os corpos de prova rompidos aos 7 dias de idades e na **Figura 53** são exibidos os corpos de prova rompidos aos 28 dias de idade.

Figura 52: Ensaio de resistência à compressão aos 7 dias de idade do concreto: (a) referência, (b) pigmentado amarelo, (c) pigmentado azul e (d) pigmentado verde.

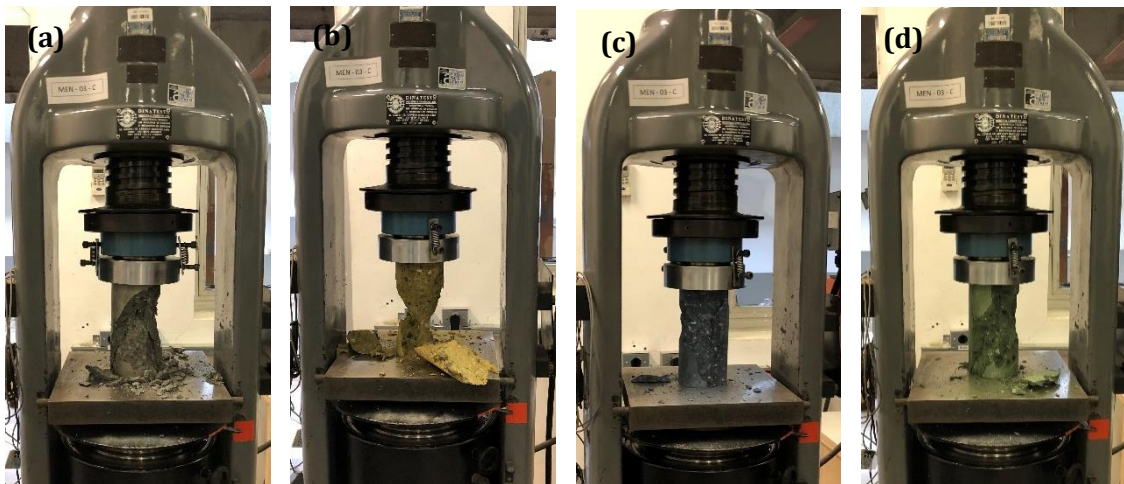


Foto: (a), (b), (c) e (d) Autora.

Figura 53: Ensaio de resistência à compressão aos 28 dias de idade do concreto: (a) referência, (b) pigmentado amarelo, (c) pigmentado azul e (d) pigmentado verde.

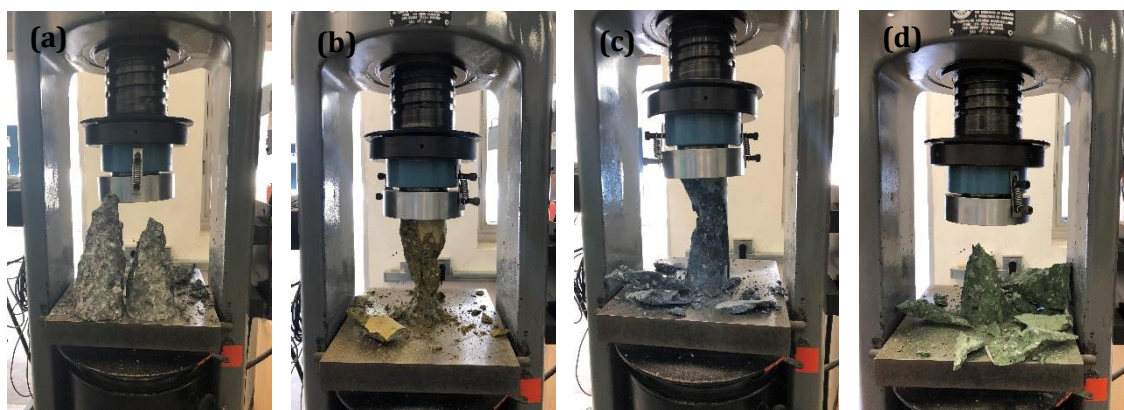


Foto: (a), (b), (c) e (d) Autora.

Em relação aos resultados da resistência à compressão, com base nos valores da média em comparação entre as idades, todos os corpos de prova apresentaram um aumento da resistência aos 28 dias, sendo este aumento de: 37,7% do concreto referência, 28,0% do concreto com pigmento amarelo, 29,1% do concreto com pigmento azul e 30,9% do concreto com pigmento verde. Em vista disto, é possível constatar que as médias são praticamente iguais com variação pequena que não chega a 10%.

É possível notar que, aos 7 dias de idade, o corpo de prova com pigmento na cor amarelo apresentou um aumento de 8,7% na resistência à compressão em comparação ao corpo de prova do concreto referência. E os demais corpos de prova com pigmento na cor azul e verde apresentaram, ambos, um aumento de 2,2% em comparação ao corpo de prova do concreto referência.

Já aos 28 dias de idade, o corpo de prova com pigmento na cor amarelo apresentou um aumento de 1,0% na resistência à compressão em comparação ao corpo de prova do concreto referência. E os demais corpos de prova com pigmento na cor azul e verde apresentaram, respectivamente, uma redução de 4,1% e 2,8% em comparação ao corpo de prova do concreto referência.

Com base na análise dos resultados, é admissível que todos os concretos obtiveram uma boa homogeneidade da mistura e uma resistência à compressão que não foi afetada pelo emprego do pigmento. Pelo contrário, os concretos com pigmento apresentaram uma alta resistência aos 28 dias de idade, superando a resistência especificada no cálculo de dosagem que estimava 60 MPa aos 28 dias.

7.2 ENSAIOS DE DURABILIDADE

Os ensaios de durabilidade são compreendidos pelos ensaios de lixiviação acelerada e de envelhecimento acelerado com medição da cor utilizando o sistema CIELAB e encontram-se detalhados a seguir. Os dados do ensaio de lixiviação acelerada podem ser acessados no **Anexo D** para consulta e o relatório é denominado de: Análise mineralógica por difratometria de raios-X (DRX). Já os dados da medição da cor do ensaio de envelhecimento acelerado podem ser acessados no **Apêndice C** para consulta e está denominado, como: Banco de dados e cálculos a cada 150 horas em um total de 3000 horas de exposição na CUV.

7.2.1 Ensaio de Lixiviação Acelerada

Este ensaio de lixiviação acelerada foi desenvolvido com base no método de simulação de formação de eflorescências, procedimento este apresentado pelos autores Quarcioni, Chotoli e Aleixo (2003) em seu artigo. A publicação descreve diretrizes gerais para a realização do ensaio voltado para a simulação de eflorescências em argamassas endurecidas.

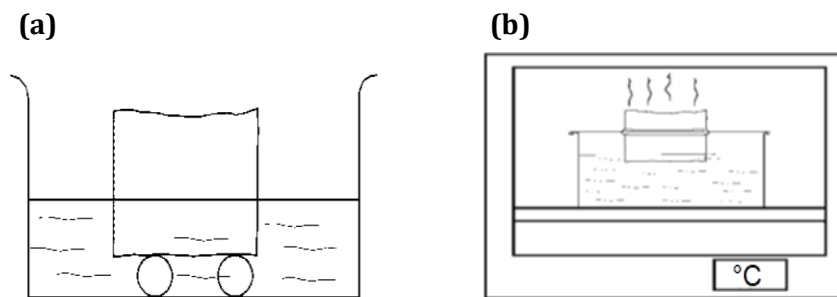
O Brasil não possui norma específica para este procedimento, por este motivo foi empregado este método citado acima em conjunto com procedimentos de análises desenvolvidos pelo Laboratório LMCC do IPT com o mesmo propósito. O ensaio foi realizado no concreto referência (sem pigmento) e no concreto com pigmento nas cores amarelo, azul e verde após 28 dias de idade.

O método desenvolvido pelos autores Quarcioni, Chotoli e Aleixo (2003) emprega quatro condições que podem favorecer o aparecimento de eflorescências. Porém, para esta pesquisa foram adotadas apenas duas condições, sendo a primeira condição em laboratório e a segunda em estufa, que serão descritas a seguir. Além disso, optou-se para a realização do ensaio a não aplicação nas amostras do sistema de proteção de superfície (hidrofugante), para que ele não fosse mais uma variável que pudesse influenciar nos resultados.

O ensaio tem por objetivo submeter as amostras a condições que favoreçam a saída de sais pela superfície do concreto, o que impacta diretamente no aspecto estético, principalmente do concreto pigmentado. Este procedimento consiste em expor as amostras

em ciclos de exposição em ambiente controlado de laboratório e em estufa, sendo possível verificar a seguir, na **Figura 54**, uma vista esquemática de cada condição.

Figura 54: Vista esquemática frontal das condições de ensaio, sendo: (a) primeira condição em laboratório e (b) segunda condição em estufa.



Fonte: (a) e (b) Adaptado de Quarcioni, Chotoli e Aleixo (2003).

Na primeira condição, as amostras ficaram no ambiente controlado de laboratório com umidade relativa de $60 \pm 5\%$ e temperatura de $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ no período de 8 horas, com o intuito de simular a infiltração de água no concreto em ambiente com 60% de umidade relativa e $23 \text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura. Já na segunda condição, as amostras ficaram dentro da estufa com circulação de ar à temperatura de $50 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ no período de 16 horas, com o propósito de simular a exposição de fachada à elevada temperatura por tempo prolongado, situação encontrada durante o verão em regiões mais quentes do país. O principal objetivo de expor as amostras aos ciclos no ambiente controlado de laboratório é permitir a entrada de água pelos poros do concreto, e na estufa é forçar a saída de água pela superfície.

As amostras ficaram dentro de recipientes de vidro com tampa possuindo o tamanho de 13,3 cm x 9,9 cm x 5,6 cm (comprimento x largura x altura) com capacidade de 400 ml e imersas parcialmente em uma lâmina de água deionizada, de modo a cobrir metade do volume do recipiente com a água e a outra metade exposta à atmosfera. As tampas dos recipientes foram cortadas para acomodação das amostras e vedadas em suas laterais com silicone acético para dificultar a evaporação da água pela abertura na tampa.

O ensaio teve duração total de 30 ciclos de 24 horas, ou seja, 720 horas, o equivalente a 1 mês, sendo que, durante o período de um dia (24 horas), as amostras ficavam 8 horas no ambiente controlado de laboratório e as outras 16 horas restantes do

dia dentro da estufa. Ao final destes 30 ciclos, nenhuma das amostras apresentou, a olho nu, a presença de eflorescências nas superfícies.

Por este motivo, optou-se por submeter as mesmas amostras a um segundo ensaio com duração total de 20 ciclos de 24 horas, ou seja, 480 horas, o equivalente a 20 dias, com as mesmas condições anteriormente descritas. Entretanto, decidiu-se fazer o apicoamento de modo manual com ajuda de um martelo da superfície das amostras para retirar parte da camada externa do concreto e deixá-las mais expostas às condições tanto do ambiente controlado de laboratório, quanto da estufa. Além disso, neste segundo ciclo foi trocada a água deionizada e reforçada a vedação com silicone acético nas tampas dos recipientes das amostras. Abaixo, na **Figura 55** é possível verificar o início do ensaio.

Figura 55: Ensaio de lixiviação acelerada: (a) vedação com silicone acético da tampa, (b) água deionizada no recipiente e (c) todas as amostras com seus respectivos recipientes e vedadas.

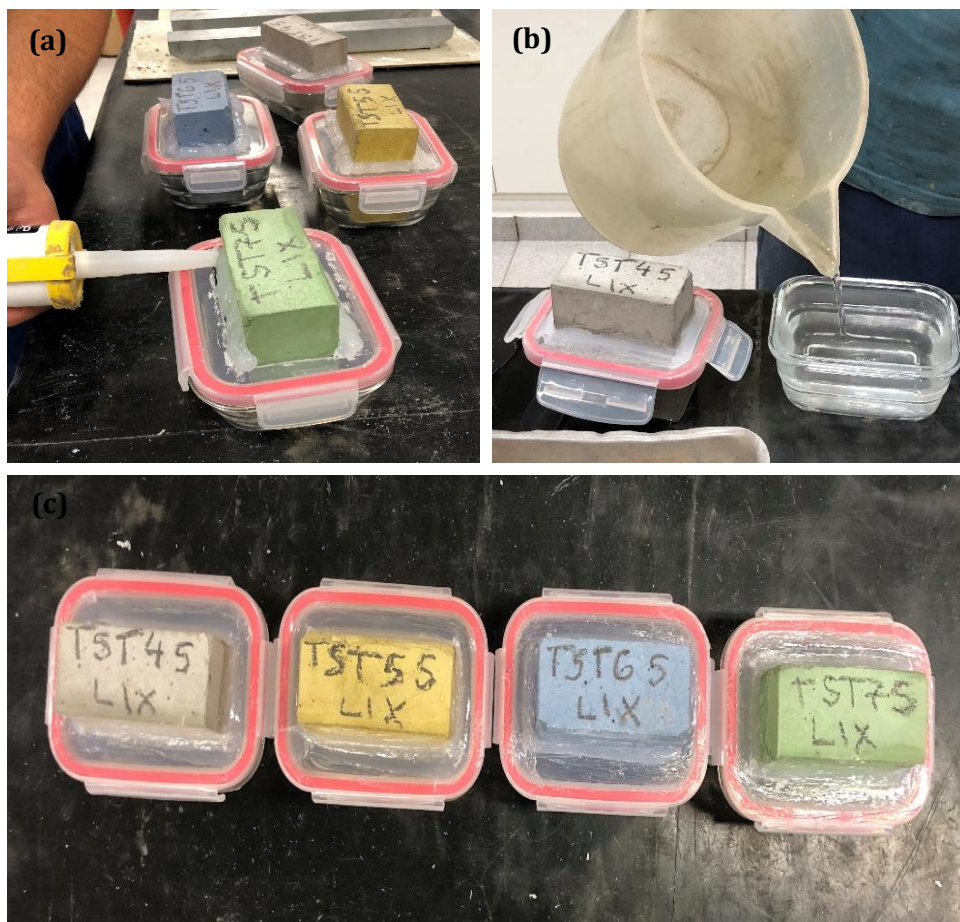


Foto: (a), (b) e (c) Autora.

Ao final deste segundo ensaio compreendido de 20 ciclos, observou-se, a olho nu, o aparecimento de sais em irrisória quantidade na interface entre a amostra com o silicone acético e o recipiente em todas as amostras, com exceção da amostra de concreto com pigmento na cor azul. Os sais presentes nas amostras foram coletados cuidadosamente e encaminhadas para a análise mineralógica qualitativa por DRX para identificar os compostos ou fases mineralógicas presentes. A seguir, na **Figura 56** é possível verificar este segundo ciclo que, ao final apresentou na superfície das amostras os sais.

Figura 56: Ensaio de lixiviação acelerada: amostras apicoadas com a localização dos sais (círculo vermelho) do concreto: (a) referência, (b) pigmentado amarelo, (c) pigmentado azul e (d) pigmentado verde.



Foto: (a), (b), (c) e (d) Autora.

Após a análise por DRX, foi comprovado que os sais presentes nas amostras do concreto referência e dos concretos com pigmento nas cores amarelo e verde eram compostos predominantemente de acetato de cálcio hidratado, ou seja, o silicone acético

utilizado na vedação reagiu com o concreto formando os sais. A partir desta análise, o Laboratório LMCC do IPT passou a adotar o uso de silicone neutro para todos os ensaios. Adiante, na **Tabela 11** é apresentado o resultado da análise por DRX das amostras de concreto referência e concreto com pigmento nas cores amarelo e verde.

Tabela 11: Resultado da análise por DRX dos sais coletados.

Amostras	Compostos ou fases mineralógicas
Concreto referência	Mineral sem nome Acetato de cálcio Acetato de cálcio hidratado
Concreto pigmento amarelo	Amônio hidratado Cromo amina Tiocianato hidratado Cloreto de zinco
Concreto pigmento verde	Singenita Ditioferrato de potássio Quartzo

Fonte: Autora.

Por fim, as mesmas amostras foram rompidas por ruptura diametral com o intuito encontrar a olho nu alguma anomalia internamente. Entretanto, todas as amostras rompidas apresentaram apenas umidade interna, o que já era esperado e não apresentaram nenhuma presença de criptoflorescências (eflorescências internas) ou qualquer manifestação patológica.

Com base na análise dos resultados, todos os concretos não apresentaram eflorescências na superfície do concreto com origem da pasta de cimento Portland hidratada. Portanto, o concreto estudado apresenta boa qualidade, com uma relação água/cimento adequada e baixa probabilidade de eflorescências na superfície do concreto, além de corroborar com os resultados dos ensaios de absorção de água, confirmando a baixa porosidade.

7.2.2 Ensaio de Envelhecimento Acelerado com Medição da Cor

Este ensaio de envelhecimento acelerado foi realizado com base na norma ABNT NBR 15380:2015 pelo método de simulação, de modo acelerado em laboratório, da deterioração causada pela chuva, orvalho e radiação ultravioleta que compõe a luz solar. Já a medição da cor seguiu as diretrizes do estudo de Teichmann (1990) em conjunto com a norma ABNT NBR 16846:2020, que tem como base o sistema CIE L*a*b* para a medição por meio do instrumento espectrofotômetro.

O ensaio tem por objetivo verificar a alteração ou não da cor das amostras submetidas à exposição ambiental ao longo do tempo. O ensaio foi realizado no concreto referência (sem pigmento) e no concreto com pigmento nas cores amarelo, azul e verde após 28 dias de idade.

Para a realização do ensaio de envelhecimento acelerado foi utilizada uma câmara de radiação ultravioleta (CUV) que expõe as amostras em ciclos alternados de radiação ultravioleta B e de condensação com duração de 4 horas cada. Estes ciclos simulam o desgaste do material ao longo do tempo causados pela radiação solar e pela umidade, assemelhando-se a um ambiente natural.

Vale ressaltar que, o Laboratório LMCC do IPT onde foi realizado o ensaio, adota que as amostras expostas aos ciclos na CUV, após 150 horas equivalem a 6 meses de exposição em condição natural. Portanto, as indicações apresentadas devem ser consideradas como estimativas ou valores aproximados em relação ao tempo. Nesta pesquisa, optou-se pela exposição das amostras a um total de 3000 horas na CUV, o que corresponde a 10 anos de exposição em condição natural.

Conforme orientação do laboratório, ao fim de cada ciclo de 150 horas, as amostras foram retiradas da CUV e permaneceram no ambiente de laboratório por 24 horas. Após essas horas, em que as amostras já estavam em temperatura ambiente, que foi realizada a medição da cor correspondente ao ciclo. Salienta-se que, esse tempo das amostras na CUV (150 horas) e no ambiente de laboratório (24 horas) totaliza 7 dias.

Metade da quantidade das amostras destinadas ao ensaio de envelhecimento acelerado recebeu a aplicação de um sistema de proteção de superfície, sendo que, este produto segue as diretrizes das normas alemãs DIN EN 1504-1:2005 e DIN EN 1504-2:2004. A utilização deste produto nas amostras tem como objetivo analisar se o hidrofugante interfere na possível alteração da cor ou impede esse acontecimento.

Para este ensaio foi aplicado nas amostras o hidrofugante à base de silano/siloxano Emcephob W-SX da MC-Bauchemie. A aplicação do hidrofugante foi realizada por aspersão do líquido, a uma distância que garantisse a força necessária para a penetração do hidrofugante nos poros das amostras, adotando por precaução a aplicação de três camadas. Abaixo, na **Figura 57** é apresentado o início do ensaio com as amostras.

Figura 57: Início do ensaio de envelhecimento acelerado: (a) amostras e ao lado o gabarito e o espectrofotômetro, (b) medição da cor das amostras, (c) e (d) amostras dentro da CUV.



Foto: (a), (b), (c) e (d) Autora.

Conforme orientação do fabricante do produto de proteção de superfície - hidrofugante, após 3 anos de exposição em condição natural há a necessidade de reaplicação do hidrofugante, pois perde seu desempenho. Porém, antes de reaplicar o produto adotou-se a limpeza da superfície exposta para remover possíveis manchas e sujidades. Além disso,

tendo-se como base a pesquisa da Positieri (2005), no qual afirma que a limpeza tem influência importante na medição da cor.

Sendo assim, compatibilizando as duas recomendações acima citadas, foi realizada a limpeza das amostras a cada 1050 horas de exposição na CUV, o que corresponde a aproximadamente 3 anos e 6 meses de exposição em condição natural. Depois disso, a medição “antes da limpeza” foi realizada e, em seguida, iniciou-se a limpeza das amostras.

Após saturação com água das amostras, utilizou-se o ácido cítrico diluído para a limpeza com auxílio de uma escova de cerdas macias. Vale observar que, a limpeza foi realizada tanto nas amostras com hidrofugante quanto nas amostras sem hidrofugante. Depois da limpeza, as amostras ficaram secando por 7 dias no ambiente de laboratório. Após esses dias, foi realizada a medição “após limpeza” e, em seguida, as amostras com hidrofugante receberam a aplicação do produto, ou melhor, a reaplicação.

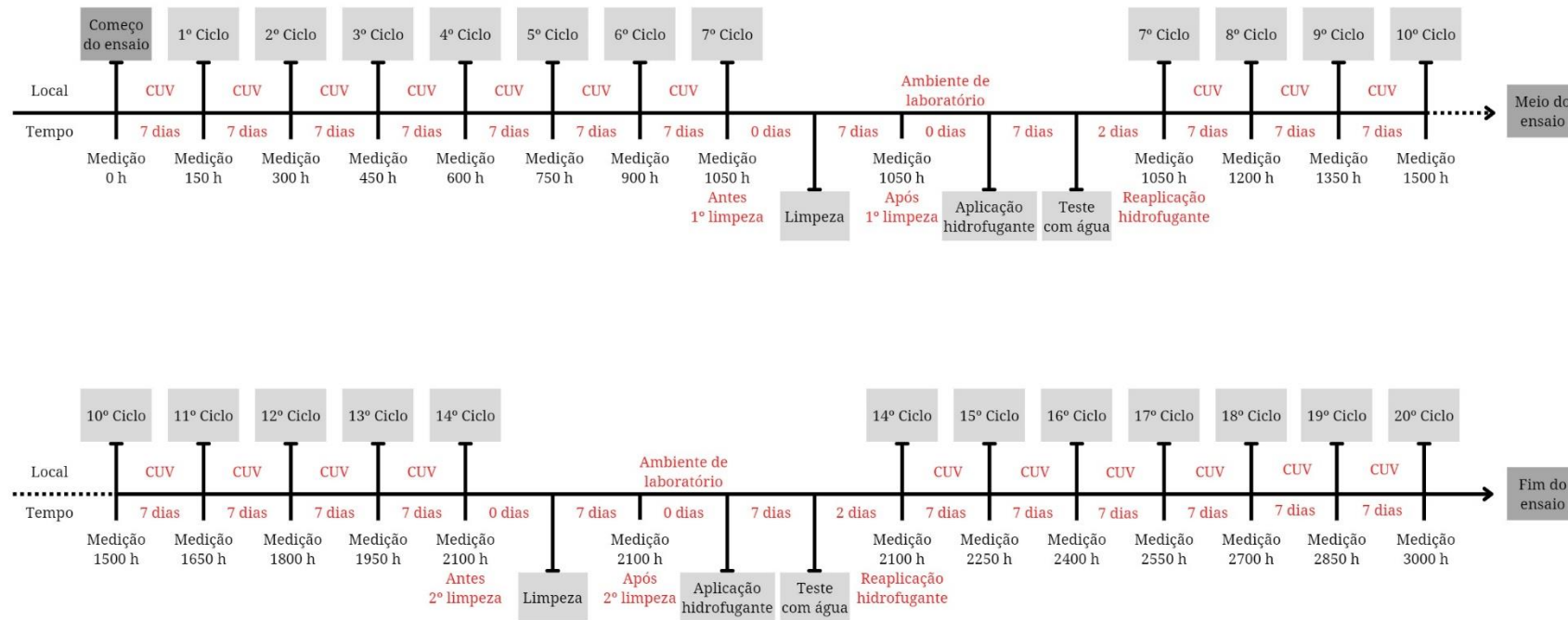
Em seguida, as amostras ficaram secando por mais 7 dias no ambiente de laboratório e, as amostras sem hidrofugante também permaneceram fora da CUV. Após esses dias, as amostras com hidrofugante passaram por um “teste com água”, sendo realizada a aspersão de água nas superfícies para assegurar que todas as faces receberam o produto.

Depois do teste as amostras ficaram por 2 dias secando no ambiente de laboratório e, as demais amostras também ficaram no ambiente. Por fim, nas amostras com e sem hidrofugante foi realizada a medição “reaplicação hidrofugante” e, em seguida, as amostras retornaram para a CUV promovendo a continuidade do ensaio acelerado.

A medição da cor foi realizada em cada amostra com a ajuda do instrumento espectrofotômetro do modelo Color Guide Sphere BYK Gardner, com observador CIE 10° e iluminante D65 daylight sempre pelo mesmo técnico do laboratório. Do mesmo modo, para melhor precisão optou-se por um gabarito com tamanho de 9 cm x 9 cm (comprimento x largura) contendo nove pontos com dois centímetros de diâmetro para colocar sobre a superfície do concreto durante a medição, e assim conseguir uma amostragem suficiente para identificar a cor do concreto, criando um padrão de leitura para todas as amostras.

Para melhor compreensão de todos os ciclos, limpezas e reaplicações do hidrofugante, a seguir, na **Figura 58** é apresentada uma linha do tempo do ensaio.

Figura 58: Linha do tempo do ensaio de envelhecimento acelerado.



Fonte: Autora.

Por meio da medição a cada 150 horas foi possível obter as coordenadas cromáticas L^* , a^* e b^* dos nove pontos de cada amostra, permitindo calcular a média para compilar em uma única cor. Os dados obtidos com a medição possibilitaram por meio de cálculos com base na **Equação 07**, localizada na **Tabela 02** da revisão bibliográfica, encontrar a diferença de cor total (ΔE^*) e avaliar o resultado em relação à alteração de cor do concreto.

Os resultados obtidos pelo cálculo da diferença de cor total (ΔE^*), permitiu estimar se esta diferença de cor foi perceptível pelo olho humano e, assim classificá-la como não notável ou notável a diferença em superfície de concreto. Vale observar que a faixa de percepção visual da diferença de cor menor que 1,5 é considerada não notável e igual ou superior a 1,5 é considerada notável, segundo as referências adotadas, que estão compiladas na **Tabela 01**, da revisão bibliográfica.

A seguir, são apresentados os resultados do ensaio de envelhecimento acelerado com medição da cor de cada amostra, contendo: o tempo de exposição na CUV em horas e o tempo aproximado em meses de exposição em condição natural, as duas limpezas da superfície (1050 e 2100 horas), as reaplicações do hidrofugante e a diferença de cor total (ΔE^*). Os resultados obtidos foram compilados para melhor compreensão em tabelas e gráficos, possibilitando verificar as amostras com e sem sistema de proteção de superfície (hidrofugante).

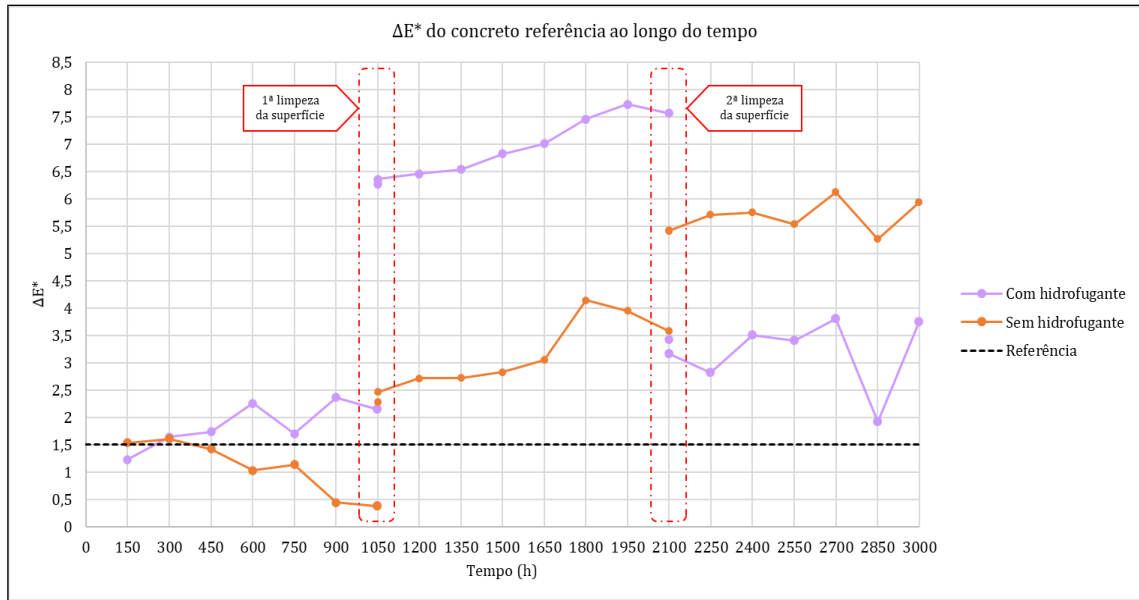
Concreto referência (sem pigmento)

A amostra sem hidrofugante, no ciclo de 150 horas de exposição na CUV, apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) de 1,5, sendo classificada como “perceptível” ao olho humano e “notável” no concreto. Entretanto, a amostra com hidrofugante, apresentou essa condição apenas no ciclo de 300 horas, com valor de ΔE^* de 1,6. Nota-se que, ambas as amostras do concreto referência apresentaram mudança cromática logo no primeiro ano de exposição em condição natural.

Observa-se que, no ciclo de 300 horas de exposição na CUV, a amostra sem hidrofugante, também apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) de 1,6, mas deste ciclo até o de 1050 horas, antes da primeira limpeza, os valores de ΔE^* sofrem uma queda, só apresentando valor acima de 1,5 após a primeira limpeza. Já a amostra com hidrofugante, a partir do ciclo de 300 horas de exposição na CUV, apresentou valores crescentes, acima de 1,5 até o ciclo de 1050 horas antes da primeira limpeza.

A seguir, no **Gráfico 02** é possível visualizar a diferença de cor total do concreto referência ao longo do tempo - 3000 horas na CUV e na **Tabela 12** encontram-se os dados da medição de cor do concreto referência.

Gráfico 02: Diferença de cor total do concreto referência.



Fonte: Autora.

Tabela 12: Dados da medição da cor - concreto referência.

Observação	Tempo de exposição CUV (horas)	Tempo aproximado de exposição (meses)	ΔE* Amostra com hidrofugante (TST4H)	Percepção da diferença de cor (TST4H)	ΔE* Amostra sem hidrofugante (TST4S)	Percepção da diferença de cor (TST4S)
	0	0	0,0	Não perceptível	0,0	Não perceptível
	150	6	1,2		Perceptível	1,5
	300	12	1,6			
	450	18	1,7			
	600	24	2,2			
	750	30	1,7			
	900	36	2,3			
Antes 1ª limpeza			2,1	Perceptível	0,3	Não perceptível
Após 1ª limpeza	1050	42	6,2	Forte	2,2	Perceptível
Reaplicação hidrofugante			6,3			
	1200	48	6,4	Forte	2,7	Perceptível
	1350	54	6,5			
	1500	60	6,8			
	1650	66	7,0			
	1800	72	7,4			
	1950	78	7,7			
Antes 2ª limpeza			7,5	Forte	3,5	Muito perceptível
Após 2ª limpeza	2100	84	3,4	Muito perceptível	5,4	
Reaplicação hidrofugante			3,1			
	2250	90	2,8	Perceptível	5,7	Muito perceptível
	2400	96	3,5			
	2550	102	3,4	Muito perceptível	5,5	
	2700	108	3,8			
	2850	114	1,9	Perceptível	5,2	Muito perceptível
	3000	120	3,7	Muito perceptível	5,9	

Fonte: Autora.

Após a primeira limpeza da superfície, no ciclo de 1050 horas de exposição na CUV, a amostra sem hidrofugante apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) de 2,2, sendo “perceptível” ao olho humano e “notável” no concreto. Já a amostra com hidrofugante apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) de 6,2, sendo uma percepção “forte” ao olho humano.

Nota-se que após a primeira limpeza e a reaplicação do hidrofugante nas amostras, até o ciclo de 2100 horas, teve-se uma alta, atingindo valores de ΔE^* até 4,1 e 7,7, nas amostras sem e com hidrofugante, respectivamente. Após a segunda limpeza da superfície, no ciclo de 2100 horas de exposição na CUV, a amostra sem hidrofugante apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) de 5,4, sendo “muito perceptível” ao olho humano e “notável” no concreto. Já a amostra com hidrofugante apresentou diferença de cor total (ΔE^*) de 3,4, sendo também “muito perceptível”.

Até o ciclo de 3000 horas, após a segunda limpeza e a reaplicação do hidrofugante nas amostras, observa-se uma certa estabilidade nos dados, atingindo valores de ΔE^* até 6,1 e 3,8 nas amostras sem e com hidrofugante, respectivamente, no ciclo de 2700 horas. Porém, no final do ensaio, no ciclo de 3000 horas de exposição na CUV, a amostra sem hidrofugante foi a que apresentou maior diferença de cor total (ΔE^*) com 5,9.

Ao analisar a estabilidade da cor do concreto referência ao longo do tempo, durante as 3000 horas de exposição na CUV, ou melhor, 10 anos em condição natural, entende-se que as amostras sem e com hidrofugante já nos primeiros 12 meses apresentavam alteração da cor perceptível ao olho nu. Entre a primeira e a segunda limpeza das amostras, aos 42 e 84 meses respectivamente, a mudança cromática ficou ainda mais evidente principalmente na amostra com hidrofugante.

Entretanto, ao analisar os dados após a segunda limpeza dos 84 até 120 meses, ambas as amostras tiveram uma queda e pequena estabilidade na alteração da cor. Por fim, a amostra sem hidrofugante foi a que apresentou maior alteração ao longo do tempo, evidenciando que o hidrofugante aplicado na superfície do concreto referência colaborou na preservação da cor, porém não impediu a mudança cromática.

O concreto referência (sem pigmento) apresentou diferença de cor “notável” com 6 e 12 meses de exposição, nas amostras sem e com hidrofugante, respectivamente. O que se poderia dizer que a proteção de superfície retardou a percepção da diferença de cor, porém os valores da amostra sem hidrofugante diminuem até a primeira limpeza da superfície, enquanto na outra amostra aumentam, o que pode desvalidar a afirmação anterior.

Após a primeira limpeza da superfície, aos 3 anos e 6 meses, a diferença de cor fica mais acentuada com percepção “forte” na amostra com hidrofugante, enquanto na amostra

sem hidrofugante, não ultrapassa o “muito perceptível”. Porém, esse quadro se reverte após a segunda limpeza, sendo a percepção “muito perceptível” para ambas as amostras.

Pelo **Gráfico 02** observa-se que as limpezas realçaram a cor das amostras e o hidrofugante atenuou efetivamente as diferenças colorimétricas apenas no ciclo após a segunda limpeza. Provavelmente, as limpezas removeram manchas e sujidades na superfície colaborando para a diferença de cor entre as medições.

Concreto pigmentado amarelo

A amostra com hidrofugante apresentou, no ciclo de 900 horas de exposição na CUV, uma diferença de cor total (ΔE^*) de 1,8, sendo “perceptível” ao olho humano e “notável” no concreto. Entretanto, somente após a primeira limpeza, no ciclo de 1050 horas de exposição na CUV, que a amostra sem hidrofugante apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) de 3,6, sendo “muito perceptível”.

Observa-se que a amostra com hidrofugante do concreto pigmentado amarelo, antes do ciclo de 900 horas de exposição na CUV, apresentou diferença de cor total (ΔE^*) com valores menores que 1,5, mas do ciclo de 900 até 1050 horas, antes da primeira limpeza, os valores da diferença de cor total (ΔE^*) sofrem uma alta. Já a amostra sem hidrofugante, até o ciclo de 1050 horas antes da primeira limpeza, apresentaram ΔE^* estáveis e bem menores que 1,5.

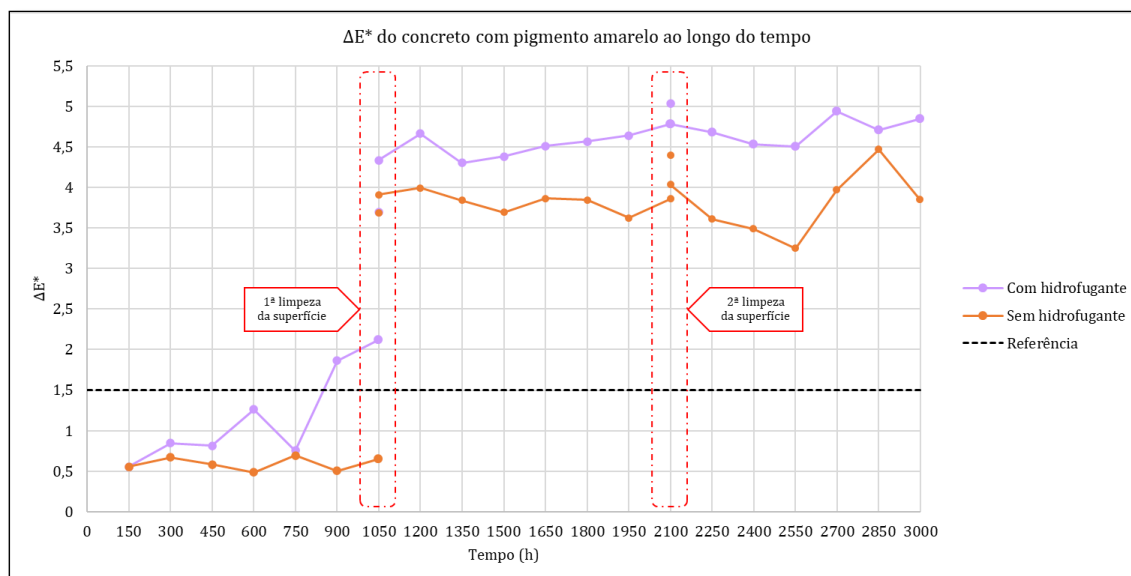
A amostra com hidrofugante, após a primeira limpeza da superfície, no ciclo de 1050 horas de exposição na CUV, apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) de 3,7, sendo “muito perceptível” ao olho humano e “notável” no concreto. Já a amostra sem hidrofugante apresentou uma alta da diferença de cor total (ΔE^*) somente a partir da primeira limpeza.

Nota-se que a amostra sem hidrofugante apresentou no ciclo de 1200 até 1950 horas de exposição na CUV, uma diferença de cor total (ΔE^*) entre 3,0 e < 6,0, sendo “muito perceptível” ao olho humano e classificada como “notável” no concreto. Já a amostra com hidrofugante apresentou no ciclo de 1200 até 1950 horas, uma ascensão do valor ΔE^* entre 3,0 e < 6,0, sendo também “muito perceptível” ao olho.

Após a segunda limpeza da superfície, no ciclo de 2100 horas de exposição na CUV, a amostra sem hidrofugante apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) de 4,4, sendo “muito perceptível” ao olho humano e “notável” no concreto. Já a amostra com hidrofugante apresentou ΔE^* de 5,0, sendo também, uma percepção “muito perceptível”.

A seguir, no **Gráfico 03** é possível visualizar a diferença de cor total do concreto pigmentado amarelo ao longo do tempo - 3000 horas na CUV e na **Tabela 13** encontram-se os dados da medição de cor do concreto pigmentado amarelo.

Gráfico 03: Diferença de cor total do concreto pigmentado amarelo.



Fonte: Autora.

Tabela 13: Dados da medição da cor - concreto pigmentado amarelo.

Observação	Tempo de exposição CUV (horas)	Tempo aproximado de exposição (meses)	ΔE* Amostra com hidrofugante (TST5H)	Percepção da diferença de cor (TST5H)	ΔE* Amostra sem hidrofugante (TST5S)	Percepção da diferença de cor (TST5S)
	0	0	0,0	Não perceptível	0,0	Não perceptível
	150	6	0,5		0,5	
	300	12	0,8		0,6	
	450	18	0,8		0,5	
	600	24	1,2		0,4	
	750	30	0,7		0,6	
	900	36	1,8	0,5		
Antes 1ª limpeza	1050	42	2,1	Perceptível	0,6	Não perceptível
Após 1ª limpeza			Muito perceptível	3,7	3,6	Muito perceptível
Reaplicação hidrofugante				4,3		
	1200	48	4,6	Muito perceptível	4,0	Muito perceptível
	1350	54	4,3		3,8	
	1500	60	4,3		3,6	
	1650	66	4,5		3,8	
	1800	72	4,5		3,8	
	1950	78	4,6		3,6	
Antes 2ª limpeza	2100	84	4,7	Muito perceptível	3,8	Muito perceptível
Após 2ª limpeza			5,0		4,4	
Reaplicação hidrofugante			4,7		4,0	
	2250	90	4,6	Muito perceptível	3,6	Muito perceptível
	2400	96	4,5		3,4	
	2550	102	4,5		3,2	
	2700	108	4,9		3,9	
	2850	114	4,7		4,4	
	3000	120	4,8		3,8	

Fonte: Autora.

Após a segunda limpeza e a reaplicação do hidrofugante nas amostras, até o ciclo de 3000 horas, em ambas as amostras, sem e com hidrofugante, observou-se uma certa estabilidade nos valores, atingindo até 4,4 e 4,9 respectivamente. Porém, no final do ensaio, no ciclo de 3000 horas de exposição na CUV, a amostra com hidrofugante foi a que apresentou maior diferença de cor total (ΔE^*) com 4,8.

Ao analisar a alteração da cor do concreto pigmentado amarelo ao longo do tempo, durante as 3000 horas de exposição na CUV, ou melhor, 10 anos de exposição em condição natural, entende-se que as amostras, sem e com hidrofugante, nos 42 meses apresentavam alteração da cor “perceptível” ao olho nu. Entre a primeira e a segunda limpeza das amostras, aos 42 e 84 meses, respectivamente, a mudança cromática ficou ainda mais evidente principalmente na amostra com hidrofugante. Entretanto, em ambas as amostras, sem e com hidrofugante, os valores após a segunda limpeza, dos 84 até 120 meses, mantiveram uma pequena estabilidade com irrisória variação na alteração da cor.

O concreto pigmentado amarelo, na amostra com aplicação de hidrofugante, as diferenças de cor foram maiores depois das limpezas e reaplicação do produto, além de apresentar valor “perceptível” com 3 anos, antes mesmo da amostra sem o produto. Tanto após a primeira limpeza quanto a segunda, apesar da diferença de cor ser maior, a amostra com hidrofugante apresentou mais estabilidade quando comparada com a amostra sem hidrofugante.

A amostra sem hidrofugante, apresentou valores muito variados, embora antes da primeira limpeza nenhuma alteração era “perceptível”. Em ambas as amostras, após 10 anos de exposição, a diferença de cor foi considerada “muito perceptível”.

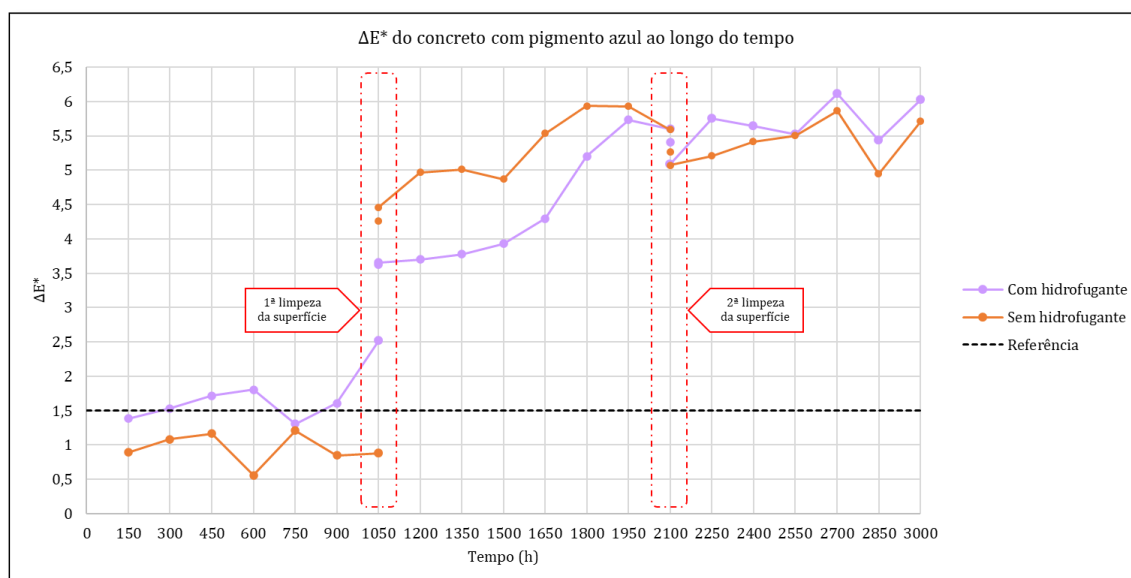
Concreto pigmentado azul

A amostra com hidrofugante, no ciclo de 300 horas de exposição na CUV, apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) de 1,5, sendo “perceptível” ao olho humano e “notável” no concreto. Entretanto, somente após a primeira limpeza, no ciclo de 1050 horas de exposição na CUV, que a amostra sem hidrofugante apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) de 4,2, sendo “muito perceptível”.

A amostra com hidrofugante do concreto pigmentado azul, antes do ciclo de 300 horas de exposição na CUV, apresentou valores da diferença de cor total (ΔE^*) menores que 1,5. Mas, no ciclo de 300 até 1050 horas, antes da primeira limpeza, os valores da diferença de cor total (ΔE^*) sofreram uma alta.

A seguir, no **Gráfico 04** é possível visualizar a diferença de cor total do concreto pigmentado azul ao longo do tempo - 3000 horas na CUV e na **Tabela 14** encontram-se os dados da medição de cor do concreto pigmentado azul.

Gráfico 04: Diferença de cor total do concreto pigmentado azul.



Fonte: Autora.

Tabela 14: Dados da medição da cor - concreto pigmentado azul.

Observação	Tempo de exposição CUV (horas)	Tempo aproximado de exposição (meses)	ΔE* Amostra com hidrofugante (TST6H)	Percepção da diferença de cor (TST6H)	ΔE* Amostra sem hidrofugante (TST6S)	Percepção da diferença de cor (TST6S)
	0	0	0,0	Não perceptível	0,0	Não perceptível
	150	6	1,3		0,8	
	300	12	1,5	Perceptível	1,0	
	450	18	1,7		1,1	
	600	24	1,8	Não perceptível	0,5	
	750	30	1,3	Perceptível	1,2	
900	36	1,6	Perceptível	0,8		
Antes 1ª limpeza	1050	42	2,5	Perceptível	0,8	Não perceptível
Após 1ª limpeza			3,6	Muito perceptível	4,2	Muito perceptível
Reaplicação hidrofugante			3,6		4,4	
	1200	48	3,7	Muito perceptível	4,9	Muito perceptível
	1350	54	3,7		5,0	
	1500	60	3,9		4,8	
	1650	66	4,2		5,5	
	1800	72	5,2		5,9	
	1950	78	5,7		5,9	
Antes 2ª limpeza	2100	84	5,6	Muito perceptível	5,5	Muito perceptível
Após 2ª limpeza			5,4		5,2	
Reaplicação hidrofugante			5,0		5,0	
	2250	90	5,7	Muito perceptível	5,2	Muito perceptível
	2400	96	5,6		5,4	
	2550	102	5,5		5,5	
	2700	108	6,1	Forte	5,8	
	2850	114	5,4	Muito perceptível	4,9	
	3000	120	6,0	Forte	5,7	

Fonte: Autora.

A amostra sem hidrofugante, até o ciclo de 1050 horas, antes da primeira limpeza, apresentou os valores da diferença de cor total (ΔE^*) estáveis com pouca variação e menores que 1,5. Por isso, a percepção da diferença de cor total foi “não perceptível” ao olho e “não notável” no concreto.

Após a primeira limpeza da superfície, no ciclo de 1050 horas de exposição na CUV, a amostra com hidrofugante apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) de 3,6, sendo “muito perceptível” ao olho humano e “notável” no concreto. Já a amostra sem hidrofugante apresentou uma alta da diferença de cor somente a partir da primeira limpeza com valor de ΔE^* de 4,2 e, também “muito perceptível” ao olho humano. Após a primeira limpeza e a reaplicação do hidrofugante, até o ciclo de 2100 horas, em ambas as amostras, sem e com hidrofugante, observou-se uma alta nos valores atingindo até 5,9 e 5,7, respectivamente, no ciclo de 1950 horas.

A amostra sem hidrofugante, após a segunda limpeza da superfície, no ciclo de 2100 horas de exposição na CUV, apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) de 5,2, sendo “muito perceptível” ao olho humano e “notável” no concreto. Já a amostra com hidrofugante apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) de 5,4, resultando na mesma percepção de cor anterior, ou seja, “muito perceptível”.

Após a segunda limpeza e a reaplicação do hidrofugante nas amostras até o ciclo de 3000 horas do concreto pigmentado azul, em ambas as amostras sem e com hidrofugante, observou-se uma certa estabilidade nos valores atingindo até 5,8 e 6,1 respectivamente, no ciclo de 2700 horas. Porém, no final do ensaio, no ciclo de 3000 horas de exposição na CUV, a amostra com hidrofugante foi a que apresentou maior diferença de cor total (ΔE^*) com 6,0.

Ao analisar a alteração da cor do concreto pigmentado azul ao longo do tempo, durante as 3000 horas de exposição na CUV, ou melhor, 10 anos de exposição em condição natural, entende-se que a amostra com hidrofugante já nos primeiros 12 meses apresentava alteração da cor “perceptível” ao olho nu e a amostra sem hidrofugante apenas nos 42 meses que apresentou. Entre a primeira e a segunda limpeza das amostras, aos 42 e 84 meses respectivamente, a mudança cromática ficou ainda mais evidente principalmente na amostra sem hidrofugante. Entretanto, em ambas as amostras, sem e com hidrofugante, ao analisar os dados após a segunda limpeza, dos 84 até 120 meses, mantiveram uma estabilidade, com irrisória variação na alteração da cor.

O concreto pigmentado azul, entre os concretos pigmentados analisados foi o que apresentou diferença de cor “notável” mais rápido, com 1 ano de exposição, mas apenas na amostra com hidrofugante. Na outra situação (sem hidrofugante), se tornou “notável” apenas, após a primeira limpeza, com 3 anos e 6 meses. Porém, após essa atividade e a

reaplicação do hidrofugante, a diferença de cor na amostra com hidrofugante foi bem inferior quando comparado a amostra sem hidrofugante, pode ser que o produto tenha retardado essa diferença de cor, embora após a segunda limpeza, isso não tenha ocorrido.

Após a segunda limpeza e posterior reaplicação da proteção de superfície as diferenças parecem ter a mesma tendência de aumento, mas ainda assim, a amostra com hidrofugante apresentou valores um pouco mais elevados. Considerando os 10 anos de exposição, apesar da pequeníssima diferença entre os valores (ΔE^*) das amostras sem e com hidrofugante, a percepção de cor foi considerada “muito perceptível” e “forte”, respectivamente.

Concreto pigmentado verde

No ciclo de 750 horas de exposição na CUV, a amostra com hidrofugante, apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) de 1,6, sendo “perceptível” ao olho humano e “notável” no concreto. Do mesmo modo, no ciclo de 750 horas, a amostra sem hidrofugante, também apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) de 1,6.

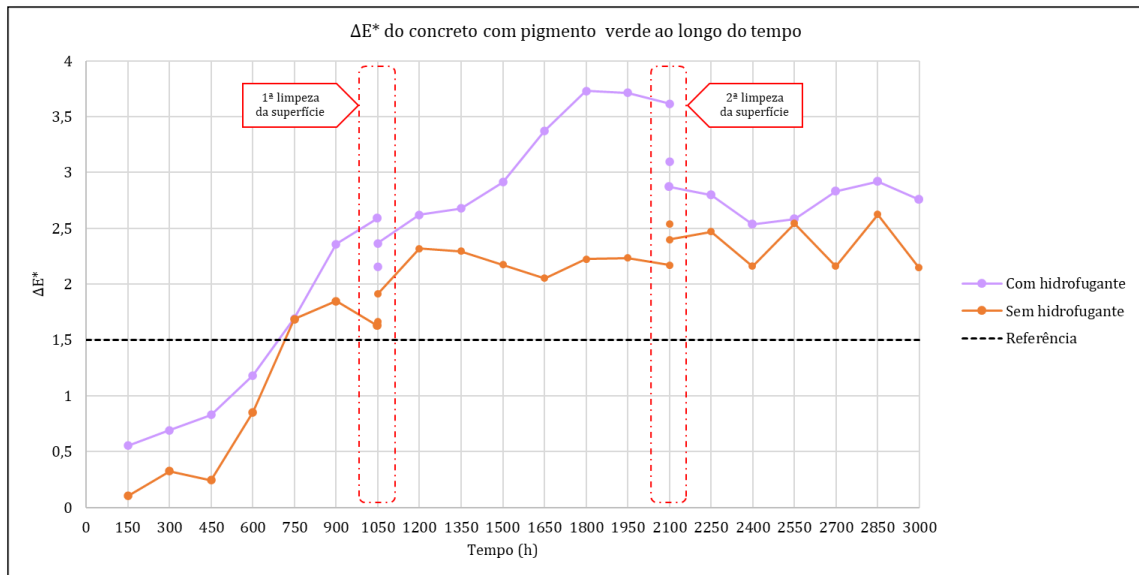
Nota-se, que antes do ciclo de 750 horas de exposição na CUV, ambas as amostras apresentavam valores da diferença de cor total (ΔE^*) menores que 1,5, mas do ciclo de 750 até 1050 horas antes da primeira limpeza, a diferença de cor teve uma alta. Já após a primeira limpeza, ambas as amostras continuaram com valores em crescimento.

Após a primeira limpeza da superfície, no ciclo de 1050 horas de exposição na CUV, a amostra com hidrofugante apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) de 2,1, sendo “perceptível” ao olho e “notável” no concreto. A amostra sem hidrofugante, também apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) “perceptível”, mas com um valor menor, de 1,6. Observa-se que após a primeira limpeza e a reaplicação do hidrofugante nas amostras até o ciclo de 2100 horas, as amostras sem e com hidrofugante, tiveram uma alta atingindo valores de ΔE^* até 2,3 e 3,7 respectivamente.

A amostra sem hidrofugante do concreto pigmentado verde após a segunda limpeza da superfície, no ciclo de 2100 horas de exposição na CUV, apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) de 2,5, sendo “perceptível” ao olho humano e “notável” no concreto. Já a amostra com hidrofugante apresentou uma diferença de cor total (ΔE^*) de 3,1, sendo uma percepção da diferença de cor “muito perceptível”.

A seguir, no **Gráfico 05** é possível visualizar a diferença de cor total do concreto pigmentado verde ao longo do tempo - 3000 horas na CUV e na **Tabela 15** encontram-se os dados da medição de cor do concreto pigmentado verde.

Gráfico 05: Diferença de cor total do concreto pigmentado verde.



Fonte: Autora.

Tabela 15: Dados da medição da cor - concreto pigmentado verde.

Observação	Tempo de exposição CUV (horas)	Tempo aproximado de exposição (meses)	ΔE* Amostra com hidrofugante (TST7H)	Percepção da diferença de cor (TST7H)	ΔE* Amostra sem hidrofugante (TST7S)	Percepção da diferença de cor (TST7S)
	0	0	0,0	Não perceptível	0,0	Não perceptível
	150	6	0,5			
	300	12	0,6			
	450	18	0,8			
	600	24	1,1			
	750	30	1,6			
	900	36	2,3	Perceptível	1,8	Perceptível
Antes 1ª limpeza	1050	42	2,5	Perceptível	1,6	Perceptível
Após 1ª limpeza			2,1		1,6	
Reaplicação hidrofugante			2,3		1,9	
	1200	48	2,6	Perceptível	2,3	Perceptível
	1350	54	2,6			
	1500	60	2,9			
	1650	66	3,3	Muito perceptível	2,0	
	1800	72	3,7		2,2	
	1950	78	3,7		2,2	
Antes 2ª limpeza	2100	84	3,6	Muito perceptível	2,1	Perceptível
Após 2ª limpeza			3,1		2,5	
Reaplicação hidrofugante			2,8		2,4	
	2250	90	2,8	Perceptível	2,4	Perceptível
	2400	96	2,5			
	2550	102	2,5			
	2700	108	2,8			
	2850	114	2,9			
	3000	120	2,7			

Fonte: Autora.

Após a segunda limpeza, até o ciclo de 3000 horas, em ambas as amostras, sem e com hidrofugante, observou-se uma queda e certa estabilidade nos dados, atingindo valores até 2,6 e 2,9 respectivamente, no ciclo de 2850 horas. Porém, no final do ensaio, no ciclo de 3000 horas de exposição na CUV, a amostra com hidrofugante foi a que apresentou maior diferença de cor total (ΔE^*) com 2,7.

Ao analisar a alteração da cor do concreto pigmentado verde ao longo do tempo, durante as 3000 horas de exposição na CUV, ou melhor, 10 anos de exposição em condição natural, entende-se que as amostras, sem e com hidrofugante, aos 30 meses de exposição, já apresentavam alteração da cor “perceptível” ao olho nu. Entre a primeira e a segunda limpeza das amostras, aos 42 e 84 meses, respectivamente, a diferença cromática ficou ainda mais evidente, principalmente na amostra com hidrofugante. Entretanto, em ambas as amostras, sem e com hidrofugante, após a segunda limpeza dos 84 até 120 meses, tiveram uma queda e pequena estabilidade na alteração da cor.

O concreto pigmentado verde, as suas amostras apresentaram diferenças de cor maiores com a aplicação do hidrofugante. Comportamento esse, também, observado em todas os concretos pigmentados analisados.

A alteração de cor “perceptível” foi observada após 2 anos e 6 meses em ambas as amostras, porém na que possui o hidrofugante aplicado, o valor da diferença de cor aumenta consideravelmente após a primeira limpeza, tendendo a se estabilizar após a reaplicação do produto, na segunda limpeza. Na amostra sem hidrofugante a variabilidade do valor (ΔE^*) é muito variável.

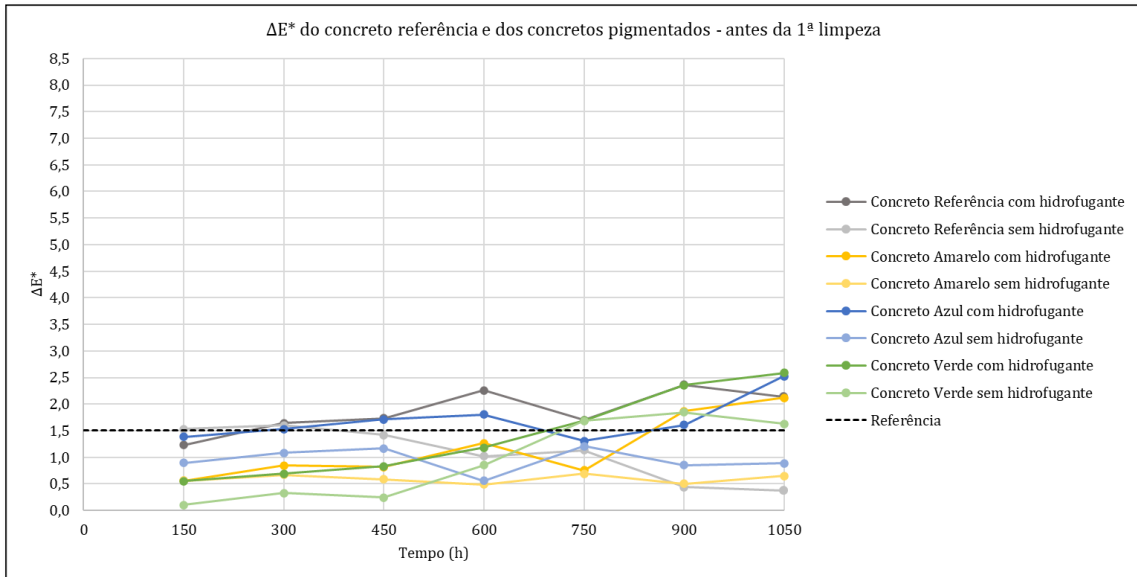
É interessante registrar que, no concreto pigmentado verde antes da segunda limpeza e reaplicação do hidrofugante a diferença de cor era “muito perceptível” e, que depois da limpeza diminuiu para “perceptível”, mantendo essa condição até os 10 anos de exposição.

* * *

Pode-se dizer que todos os concretos considerados apresentaram uma maior percepção da diferença da cor, principalmente após as limpezas da superfície. Estas podem ter influenciado significativamente os valores das medições quer seja pelo material utilizado ou porque eliminam quaisquer possíveis sujidades colaborando na potencialização da alteração da cor (saturação), principalmente com o uso do hidrofugante. Porém, foi necessária a limpeza, principalmente para a reaplicação do hidrofugante.

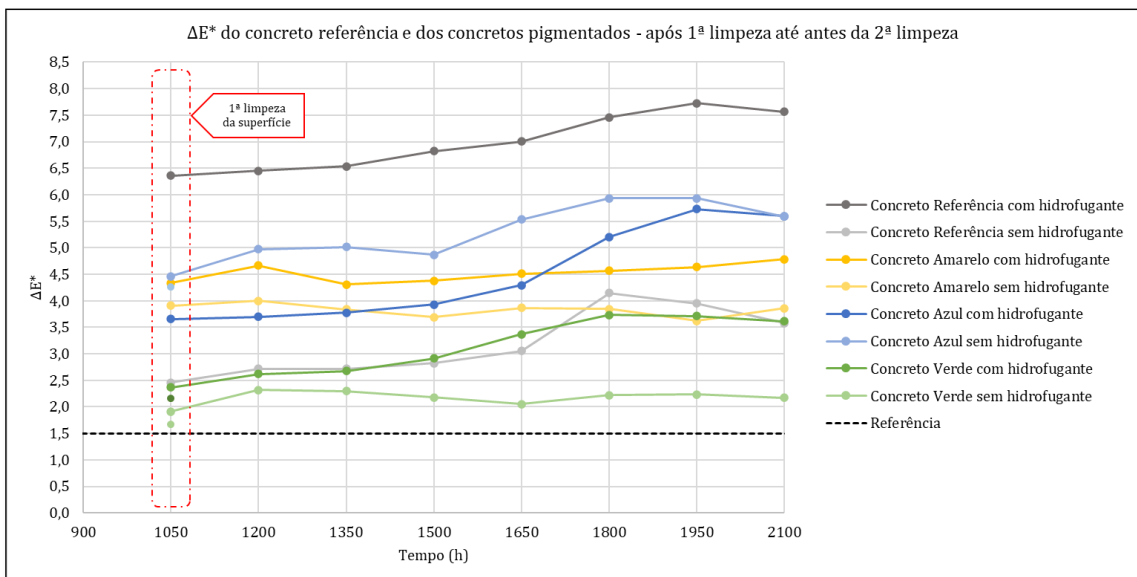
Outra questão a se levantar, pode ser sobre a hidratação continuada do cimento Portland estar relacionada com o aumento dos valores da diferença de cor total (ΔE^*) ao longo do tempo e, esse fato pode influenciar não apenas no concreto referência (sem pigmento), como também, os concretos pigmentados. A seguir, nos **Gráficos 06, 07 e 08** são apresentados todos os concretos para uma melhor compreensão da diferença de cor total.

Gráfico 06: Diferença de cor total dos concretos - antes da primeira limpeza.



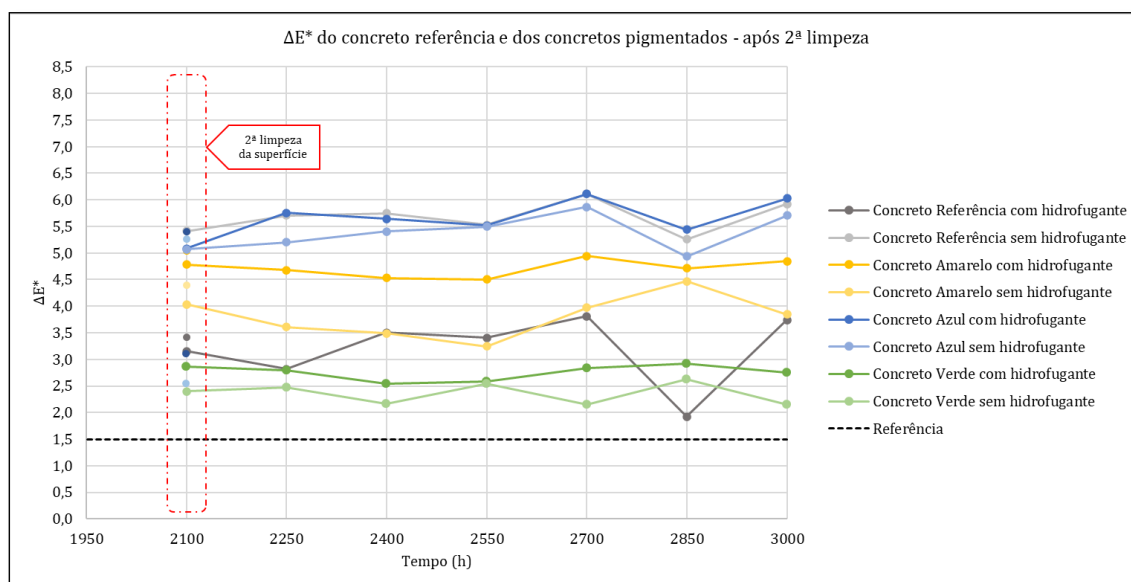
Fonte: Autora.

Gráfico 07: Diferença de cor total dos concretos - após primeira limpeza até antes da segunda limpeza.



Fonte: Autora.

Gráfico 08: Diferença de cor total dos concretos - após segunda limpeza.



Fonte: Autora.

Ao analisar os resultados apresentados nos gráficos, após 3000 horas na CUV, todas as amostras, sem e com hidrofugante, apresentaram a diferença de cor como “notável” no concreto. As amostras do concreto referência e do concreto pigmentado azul foram as que exibiram valores mais elevados da diferença de cor total, acima de 5,0 sendo “muito perceptível”.

Visto pela percepção da diferença de cor detectada pelo olho humano, observa-se que a mudança cromática não foi exclusiva do concreto pigmentado, o concreto referência (sem pigmento), também apresentou alterações na cor, independentemente da aplicação ou não da proteção de superfície - hidrofugante. Portanto, a alteração da cor pode estar relacionada, provavelmente, ao envelhecimento do próprio material, ao longo de sua vida útil.

Vale ressaltar que, não se conseguiu identificar um comportamento padrão da alteração de cor dos concretos analisados, ou ainda, tem a possibilidade de alguma variável não ter sido identificada, obtendo-se resultados tão variáveis. Porém, pode-se afirmar que, todos os cuidados possíveis para a realização correta do ensaio de envelhecimento acelerado e medição da cor foram tomados, inclusive mantendo-se o técnico do laboratório e o instrumento espectrofotômetro, sempre com sua calibração anterior, em todas as medições realizadas.

8. CONCLUSÕES

O concreto pigmentado é um material promissor na construção civil e traz consigo a possibilidade de projetos arquitetônicos com mais cor, liberdade criativa e versatilidade, fornecendo às edificações um valor estético diferenciado, associado à alta resistência e qualidade estrutural, desde que produzido e executado corretamente.

É possível verificar que, atualmente, as obras em concreto pigmentado no âmbito internacional apresentam uma grande aceitação, visto pela quantidade de construções espalhadas pelo mundo. No entanto, em comparação ao Brasil, ainda existe uma certa carência na utilização do material nas edificações, porém é evidente um crescimento ascendente nos últimos 10 anos, o que já aponta grande aceitação do concreto pigmentado pelos profissionais e usuários. Como exemplo dessa afirmação pode-se citar três grandes obras de valor arquitetônico relevante que usaram amplamente o concreto pigmentado em suas estruturas: a Praça das Artes, a Cidade Matarazzo e a requalificação do Museu Paulista.

Com este cenário favorável ao concreto pigmentado em novas obras, para contribuir com o setor de maneira técnica para o uso correto desse material, descreve-se a seguir as principais conclusões obtidas durante o estudo em questão, subdivididas em “**conclusões sobre os aspectos projetuais**” - onde se abordará importantes observações para especificação do material em projeto e, “**conclusões sobre a análise experimental**” - onde se contemplará as principais conclusões obtidas na parte experimental.

Conclusões sobre os aspectos projetuais

Em virtude de suas características específicas, o concreto pigmentado é tido como um concreto especial. Logo, o profissional, arquiteto ou engenheiro, com a intenção de usar este material em uma obra deve especificá-lo na etapa da concepção do projeto, pois precisará ter domínio sobre o material para que o resultado seja satisfatório para o cliente. A cor final almejada depende de variantes em todo o processo de construção (dosagem, produção, fôrmas, acabamento, desenforma e proteção superficial), portanto tudo tem que ser rigorosamente planejado.

A interação entre o projetista e o responsável pela obra é essencial para que ambos avaliem o melhor planejamento para concretagem. Isso porque, o intervalo entre uma concretagem e outra (junta de concretagem) pode deixar essa ação marcada na superfície

da peça e o arquiteto pode especificar detalhes arquitetônicos para amenizar ou contornar esse efeito, como por exemplo, frisos e molduras. A mesma interação profissional é válida com o projetista de fôrmas, para que as inevitáveis emendas decorrentes do sistema de fôrmas não prejudiquem o aspecto arquitetônico.

Um ponto muito importante a ser colocado é que o cliente deve ser alertado que a cor a ser obtida, não será igual ao do pigmento. O ideal é realizar modelos ou amostras, ou até mesmo protótipos, com as cores pretendidas para que o cliente tenha a visão da cor final, pois essa se altera muito em relação à cor dos pigmentos.

Há de se ressaltar que o concreto não é um material homogêneo e, mesmo na “cor natural” (cinza), não apresenta uniformidade em sua superfície. Essa característica pode ser amenizada na concepção do projeto arquitetônico, pois muito do resultado colorimétrico almejado sofre interferência ainda nessa fase. Paredes cegas, lisas, longas, com grandes áreas, a não uniformidade cromática é mais notória, enquanto acabamentos rústicos ou com tábuas de madeira, aberturas, alto relevos, paredes com detalhes em diferentes planos, minimizam muito esse efeito.

Além disso, na fase de projeto é imprescindível a especificação de produtos para a proteção de superfície, seja o hidrofugante ou, até mesmo, o verniz antipichação dependendo da localização da edificação ou da peça em concreto pigmentado. Deve-se sempre levar em consideração o brilho que cada tipo de produto pode acarretar a superfície do material.

Uma peça de concreto armado submetida a um momento fletor crescente apresenta três níveis de deformação até a sua ruptura, que são os estádios de deformação. No primeiro estágio (estádio I) a seção está submetida a um momento fletor de pequena intensidade, de modo que a tensão de tração no concreto é inferior à sua resistência característica. Dessa forma, a peça ainda não apresenta fissuras visíveis. Como a resistência a tração não foi atingida, a contribuição do concreto para resistir esse esforço ainda é considerada.

No estágio II a resistência a tração do concreto foi atingida, de modo que a peça apresenta fissuras visíveis e a contribuição da parte tracionada do concreto passa a ser desprezada. Nesse momento a distribuição de tensões de compressão no concreto ainda é linear. Já no estágio III a peça já está próxima da ruptura e a distribuição de tensões no concreto não é mais linear.

Não se utiliza o estágio I para o dimensionamento da peça. O estágio I é utilizado para o cálculo do momento de fissuração, e a partir dele, a armadura mínima obrigatória.

Logo, ao se especificar elementos estruturais em concreto pigmentado, recomenda-se considerar no projeto estrutural, o estágio II de deformação, pois é de fundamental importância o controle de fissuração já que a fissuração invariavelmente pode levar ao aparecimento de manifestações patológicas que prejudicam a estética do material.

Ao se optar pelo concreto pigmentado, a cor tem papel protagonista em toda a vida útil da estrutura, logo o cuidado na manutenção para não deixar acumular sujidades deve ser rotineiro. Sendo assim, a especificação de detalhes construtivos em projeto, como por exemplo, pingadeiras, rufos e beirais, para afastar a ação da água e evitar seu escorrimento, deve ser obrigatoriamente contemplada, não deixando essas decisões a cargo da experiência da equipe da obra.

Outro ponto que deve ser considerado, levando-se ainda em consideração o protagonismo da cor, é o possível reparo em uma estrutura de concreto pigmentado. Caso seja necessária qualquer intervenção em que haverá necessidade de “quebras”, o estudo para a tonalidade da mistura se aproximar o máximo da existente deve ser realizado, pois dificilmente, a cor será a mesma originalmente concebida.

Conclusões sobre a análise experimental

Pelos resultados apresentados obteve-se um concreto de alto desempenho. O material apresenta resistência à compressão acima de 80 MPa aos 28 dias de idade e baixíssima porosidade, o que corrobora para uma redução da permeabilidade e, conseqüentemente, menor probabilidade de manifestações patológicas. Algumas referências encontradas - Mendonça et al. (2018), Sessa e Oliveira (2018) e Venturini, Vidotti e Marques (2021) - apontaram redução da resistência à compressão com a adição de pigmento em seus estudos. No entanto, nesta pesquisa, o traço adotado foi muito bem estudado anteriormente, usado na prática em uma obra na cidade de São Paulo e não apresentou redução da resistência à compressão. Conclui-se que, o estudo de dosagem é de fundamental importância no concreto pigmentado tanto para se obter a cor almejada, como para garantir a durabilidade da estrutura e fica evidente que o pigmento inorgânico utilizado na mistura, não acarreta nenhum prejuízo ao desempenho e à durabilidade do concreto pigmentado.

As eflorescências são frequentes nas estruturas de concreto e, no concreto pigmentado é ainda mais significativa porque afeta diretamente a estética da superfície e conseqüentemente compromete a cor. Pelos ensaios realizados, que induziam a lixiviação

acelerada nas amostras, proporcionando um ambiente mais propício à manifestação patológica, não foram observados o aparecimento de eflorescências com origem da pasta de cimento Portland hidratada. Esse resultado corrobora com os valores dos ensaios da absorção de água por capilaridade, índice de vazios e resistência à compressão, denotando a característica de alto desempenho e durabilidade.

Os resultados apresentaram que há alteração da cor do concreto pigmentado ao longo do tempo, em todas as amostras (inclusive as sem pigmento), quando avaliadas com base no sistema CIELAB, com o espectrofotômetro como instrumento de medição e o parâmetro de referência $\Delta E^* \geq 1,5$ considerado na NBR 16846:2020 e Teichmann (1990). Após a reaplicação do hidrofugante e das limpezas a diferença de cor tende a ser maior pelo que foi observado na série de ensaios dessa pesquisa.

Nas amostras com o pigmento de hidróxido de ferro (amarelo) a diferença de cor começa a ser perceptível após 3 anos de exposição, naquelas com a aplicação de hidrofugante. Enquanto, nas amostras sem a proteção de superfície, só foi perceptível após a primeira limpeza aos 3 anos e 6 meses. Em relação ao pigmento azul (óxido de cobalto) a diferença de cor já se torna perceptível com 1 ano de exposição, nas amostras com hidrofugante e, da mesma forma que o pigmento anterior, apenas após a primeira limpeza se torna perceptível nas amostras sem hidrofugante. Já as amostras pigmentadas com o óxido de cromo (verde), em ambas as situações, a diferença de cor se torna perceptível em 2 anos e 6 meses de exposição. Porém, essa mudança cromática não foi exclusiva do concreto pigmentado, o concreto referência (sem pigmento) apresentou diferença de cor perceptível aos 6 meses de exposição na amostra sem hidrofugante.

Embora o hidrofugante aplicado na superfície do concreto pigmentado não impeça a alteração da cor e nem contribua para uma menor diferença de cor ao longo do tempo, a sua utilização ainda é vantajosa, pois protege a superfície exposta do material da agressividade do meio ambiente.

Ambas as referências já citadas, onde se tem como parâmetro de diferença de cor $\Delta E^* \geq 1,5$ para a percepção a olho nu, não são para o material concreto. Outras pesquisas realizadas sobre concreto pigmentado também utilizaram esse valor e o sistema CIELAB para a medição da diferença de cor. Os pigmentos inorgânicos são produzidos industrialmente e podem ser reproduzidos na mesma cor, sem diferenças significativas.

Entretanto, o concreto é um material heterogêneo e não possui uma tonalidade uniforme e, conseqüentemente essa diferença de cor é muito mais complexa de se mensurar. Além disso, a percepção de cor pelo olho humano, em uma superfície de concreto

é influenciada por vários fatores externos, além dos materiais envolvidos na sua composição, como por exemplo: luminosidade, sombra, radiação etc.

Sendo assim, se a intenção é reproduzir a cor de um concreto pigmentado o sistema CIELAB juntamente com o instrumento espectrofotômetro, pode ser um ponto de partida para se obter a tonalidade mais próxima da cor almejada. Entretanto, devido às características do material “concreto”, para a análise de alteração da solidez de cor, acredita-se que não seja um caminho com resposta exata ou suficiente para afirmar a alteração da cor.

* * *

Nesta dissertação, a revisão bibliográfica em conjunto com as metodologias aplicadas no programa experimental para avaliar o concreto pigmentado foram eficientes e satisfatórias. Os resultados e as análises contribuíram com informações relevantes e possibilitaram a compreensão de que os materiais constituintes aliados às técnicas de produção e execução favoreceram a obtenção de um produto com as propriedades e as características almejadas no início do planejamento do estudo.

Espera-se que esta pesquisa consiga ampliar novas possibilidades para outros estudos e colaborar para a difusão e expansão das informações sobre o uso do concreto pigmentado. E conseqüentemente, favorecer o emprego deste material de maneira apropriada às condições climáticas do Brasil para a consolidação desta tecnologia. Sempre com o intuito de agregar cor, estética, desempenho e qualidade às edificações que possuem este material, e assim contribuir para uma vida útil duradoura e a satisfação dos usuários.

Pelo exposto, sugere-se para as pesquisas futuras como continuidade desse estudo as seguintes abordagens:

- Concreto pigmentado com f_{ck} menor até 50 MPa. Visando a avaliação do desempenho deste material quando o concreto não é considerado como de alta resistência, principalmente no que diz respeito à durabilidade, sendo estes valores mais usuais em obras de pequeno porte;
- Concreto pigmentado com incorporação de até 2% de pigmento sobre a massa do cimento na mistura, visando analisar se a estabilidade da cor se apresenta da mesma forma que a porcentagem considerada nesse estudo, onde se considerou o ponto de saturação;
- Concreto pigmentado com aplicação de solução de dióxido de titânio (TiO_2), tornando a superfície autolimpante, podendo ou não substituir a aplicação de

sistema de proteção de superfície, como o hidrofugante. Além disso, verificar se há alteração na cor do concreto pigmentado e a eficácia da solução na manutenibilidade da limpeza da superfície;

- Analisar a alteração da cor do concreto pigmentado por meio de outra metodologia de avaliação de cor, tendo em vista a heterogeneidade do material analisado, talvez considerando paletas de cor, por comparação, conforme a norma da ABNT NBR ISO 105-A02:2006 - Têxteis - Ensaio de solidez da cor - Parte A02: Escala cinza para avaliação da alteração da cor.

REFERÊNCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. José Goldemberg, coordenador. São Paulo: Blucher, 2011.

AGUIAR, Cíntia Alves. **Concreto de cimento Portland branco estrutural: análise da adição de pigmentos quanto à resistência à compressão**. Dissertação (Mestrado) - Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

AIRES, Daniela Cordeiro. **A influência da cor na percepção espacial - Abordagens à cor: três arquitetos**. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2017.

ANDOLFATO, Rodrigo Piernas. **Controle tecnológico básico do concreto**. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural, Ilha Solteira, São Paulo, 2002.

BALTAZAR, L.; SANTANA, J.; LOPES, B.; RODRIGUES, M. P.; CORREIA, J. R. **Surface skin protection of concrete with silicate-based impregnations: Influence of the substrate roughness and moisture**. Construction and Building Materials, v. 70, p. 191-200, 2014.

BAHAMÓN, A.; PÉREZ, P. **Arquitetura mineral: analogias entre o mundo mineral e a arquitetura contemporânea**. 1 Ed. Portugal: Dinalivro, 2008.

BARRERA, Hugo V.; ANABALÓN, Alejandra G.; GUTIÉRREZ, Samuel H. **Hormigones decorativos**. Universidad de Santiago de Chile, 2002.

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de construção**. Coordenação João Fernando Dias - 6 ed. v.1. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2019.

BIANCHINI, Maurício. **Versatilidade e durabilidade do concreto em obras do passado, do presente e do futuro**. Revista IBRACON Concreto & Construções. Converse com o IBRACON - Perguntas Técnicas - Votorantim Cimentos, Ed. 101, Jan-Mar, 2021.

BRITZ, Carlos Amado. **Avaliação de pilares de concreto armado colorido de alta resistência, submetidos a elevadas temperaturas**. Tese (Doutorado) - Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BRITEZ, C.; PACHECO, J.; BUENO, S.; HELENE, P. **Concreto e concretagem de paredes inclinados em concreto aparente. Caso MIS-RJ.** Anais do 58º Congresso Brasileiro do Concreto CBC2016, Belo Horizonte-MG, Outubro, 2016.

BRITEZ, C.; PACHECO, J.; CARVALHO, M.; HELENE, P. **Arquitetura planejada visando a longevidade de estruturas de concreto.** Anais do 59º Congresso Brasileiro do Concreto CBC2017, Bento Gonçalves-RS, Outubro-Novembro, 2017.

BOLINA, Fabricio Longhi; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Patologia de estruturas.** São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

BONDIOLI, F.; MANFREDINI, T.; OLIVEIRA, APN de. **Pigmentos inorgânicos: projeto, produção e aplicação industrial.** Cerâmica Industrial, v. 3, n. 4-6, p. 13-17, 1998.

CARVALHO, F. **Estructuras de Hormigón Coloreado.** Simpósio internacional sobre concretos especiales, p. 1-41, 2002.

CARVALHO, F. C.; CALAVERA, J. **Estabilidade colorimétrica e influência da incorporação de pigmentos em concretos submetidos a diferentes estados de exposição ambiental.** In: Congresso Brasileiro do Concreto, 44º, Belo Horizonte, 2002.

CESAR, João Carlos de Oliveira. **A Cor na Arquitetura.** In: GIANNOTTI, M (org.). Sobre a Cor. São Paulo: Martins Fontes, 2019.

CASTRO, A. L.; PANDOLFELLI, V. C. **Revisão: Conceitos de dispersão e empacotamento de partículas para a produção de concretos especiais aplicados na construção civil.** Cerâmica, v. 55, p. 18-32, 2009.

CHAVES, Milton José Ribeiro. **Procedimentos de produção, proteção e manutenção de estruturas de concreto aparente.** Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2016.

COELHO, Francisco Carvalho de Arruda. **A cor como principal elemento estético.** Construir Nordeste. No. 20, Ano V, p. 32-33, 2003.

COELHO, F. C. A.; RUIZ, J. C.; GÓMEZ, J. F.; SÁNCHEZ, P. L. **Estudio de la variación de color y la durabilidad en hormigones vistos con adición de pigmentos sometidos a distintos tratamientos de exposición ambiental.** In: Cuadernos INTEMAC, n. 43, 4-41, 2002.

CONSOLI, Osmar João. **Análise da durabilidade dos componentes das fachadas de edifícios, sob a ótica do projeto arquitetônico.** Dissertação (Mestrado) - Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

COSTA, Maria GC. **Valorização de resíduos industriais na formulação de produtos e pigmentos cerâmicos: processamento e desenvolvimento de cor.** Tese (Doutorado) - Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2009.

FISCHER, Joachim. **Concrete - Hormigón - Betão.** Alemanha: H.F. Ullmann, 2009.

FONSECA, António Adão da; NUNES, Ângela. **Betão Branco: Fabrico, características e utilização estrutural.** In: 2ª Jornada de Estruturas de Betão, 1998, Porto. FEUP, 1998.

GONÇALVES, D.; CRUZ, R.; OLIVEIRA, F. L.; CONSANI, C. P.; SANTOS, R. **A influência da aplicação de hidrofugante na cromaticidade do concreto pigmentado.** In: 3º Encontro Luso - Brasileiro de Degradação em Estruturas de Concreto - DEGRADA 2018 - UFSCar São Carlos, 2018.

GUIMARÃES, Ana Paula Momose. **Concreto colorido: estudo da adição de pigmentos em concreto de cimento Portland de alto desempenho.** Dissertação (Mestrado) - Engenharia de Materiais da Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2011.

HEINE, H.; VOLZ, H. **Industrial inorganic pigments.** 2 ed. Gunter Buxbaum, New York, 1998.

HELENE, Paulo. **100 anos Construindo a Tecnologia do Concreto.** São Paulo. Boletim Histórico encartado na Revista Politécnica, n.217, p. 18-21 (comemoração do centenário do IPT), 1999.

HELENE, Paulo. **A Nova ABNT NBR 6118 e a Vida Útil das Estruturas de Concreto.** In: Seminário de Patologia das Construções, v. 1. p. 1-30. Porto Alegre: Novos Materiais e Tecnologias Emergentes, LEME, UFRGS, 2004.

HELENE, Paulo. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto.** 2 ed. São Paulo: Pini, 1992.

HELENE, Paulo; ANDRADE, Tibério. **Concreto de cimento Portland.** Capítulo 29. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. São Paulo: IBRACON, v. 2, p. 905-944, 2010.

HETEM, Natália Barbosa. **Cidade Matarazzo: análise projetual crítica de uma intervenção arquitetônica em um conjunto patrimonial.** Dissertação (Mestrado) - Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2020.

HOSPODAROVA, V.; JUNAK, J.; STEVULOVA, N. **Color pigments in concrete and their properties.** Pollack Periodica, v. 10, n. 3, p. 143-151, 2015.

ISAIA, Geraldo Cechella. **A evolução do concreto estrutural**. Concreto: Ciência e Tecnologia. São Paulo, IBRACON, v. 1, p. 1-56, 2011.

KIRCHHEIM, Ana Paula. **Concreto de cimento Portland branco estrutural: avaliação da carbonatação e absorção capilar**. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

KIRCHHEIM, A. P.; PASSUELO, A.; DAL MOLIN, D. C. C.; SILVA FILHO, L. C. P. **Concreto Branco**. Capítulo 46. Concreto: Ensino, Pesquisas e Realizações. IBRACON, 2005.

KRASOWSKY, Jaime. **Concreto Arquitectónico: cuidados especiales en su fabricación**. In: Contrucción y Tecnologia, 1997.

LANXESS. **A coloração do concreto: instruções para produção**. Catálogo know how. Maio de 2002.

LEE, Hyun-Soo; LEE, Jae-Yong; YU, Myoung-Youl. **Influence of inorganic pigments on the fluidity of cement mortars**. Cement and concrete research, v. 35, n. 4, p. 703-710, 2005.

LEVY, S. M.; HELENE, P. R. L. **Evolução histórica da utilização do concreto como material de construção**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Departamento de Engenharia de Construção Civil Boletim Técnico - Série BT/PCC, São Paulo, 2002.

LIMA, S. F. S.; GOMES, S. C.; OLIVEIRA, W. G.; QUINTANILHA, L. C.; MENDES, A. S.; TOCHTROP, H. **Estudo da Influência do Método do Empacotamento do Agregado Miúdo na Resistência do Concreto Convencional**. Anais do 58º Congresso Brasileiro do Concreto - CBC. Belo Horizonte, 2016.

LIMA, Viviana de. **Hormigón coloreado, un estado del arte**. Memorias de Hormigones Especiales, p. 30, 2020.

LINZ, Barbara. **Colour - Color - Cor**. Alemanha: H.F. Ullmann, 2009.

LÓPEZ, A.; GUZMÁN, G. A.; DI SARLI, A. R. **Color stability in mortars and concretes. Part 1: Study on architectural mortars**. Construction and Building Materials, v. 120, 2016a.

LÓPEZ, A.; GUZMÁN, G. A.; DI SARLI, A. R. **Color stability in mortars and concretes. Part 2: Study on architectural concretes**. Construction and Building Materials, v. 123, 2016b.

LÓPEZ, A.; TOBES, J. M.; POSITIERI, M. J.; ZERBINO, R. **Medición del color en materiales a base de cemento portland**. Ciencia y Tecnología del Hormigón, 2007.

LOUÇÃO, Maria Dulce Costa Campos. **Cor: natureza, ordem, percepção**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitectura de Lisboa, 1992.

MALUF, Fabiana Mendes Ladeira. **A percepção da cor na paisagem urbana: estudo de caso na Vila Madalena-SP.** Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

MANTOVANI, Francieli. **Viabilidade do uso de lodo de fosfatização como pigmento em matriz de cimento Portland branco.** Dissertação (Mestrado) - Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2014.

MARANHÃO, Flávio Leal. **Método para redução de mancha nas vedações externas de edifícios.** Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias de. **Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos com proteção superficial frente à ação de íons cloretos.** Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2008.

MEDEIROS, M.; HELENE, P. **Efficacy of surface hydrophobic agents in reducing water and chloride ion penetration in concrete.** Materials and Structures, v. 41, n. 1, p. 59-71, 2008.

MEDEIROS, M. H. F.; REAL, L. V.; QUARCIONI, V. A.; HELENE, P. **Concreto com proteção de superfície e exposto à solução de cloretos: Espessura de revestimento equivalente.** Revista ALCONPAT, v. 5, n. 3, set/dez, p 219-233, 2015.

MEHTA, Povindar Kumar; MONTEIRO, Paulo Jose Melaragno. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais.** Ed. 2, São Paulo, IBRACON, 2014.

MENDONÇA, A. C. S.; DA ROCHA, R. A. S.; GOMES, R. S.; GOMES, A. L. S.; DE ASSIS NETO, P. C.; GURGEL, S. H. A. **Avaliação da eficiência do uso do concreto colorido aplicado em paredes.** Revista *InterScientia*, 6.1, 147-171, 2018.

MILANEZ, Kênia Warmling. **Incorporação de resíduo de galvanoplastia na produção de pigmentos inorgânicos.** Dissertação (Mestrado) - Engenharia Química do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MINAH, Galen. **Colour as idea: The conceptual basis for using colour in architecture and urban design.** Colour Design & Creativity, p. 1-9, 2008.

MINOLTA, Konica. **Precise color communication: color control from perception to instrumentation.** Japan: Konica Minolta, 2007.

MOCERI, Fernanda. **Percepção cromática urbana: a cor para os arquitetos.** Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

NEVILLE, Adam Matthew. **Propriedades do concreto**. Tradução Ruy Alberto Cremonini. 5 ed. Porto Alegre: Brookman, 2016.

NOSEK, Victor. **Praça das Artes**. Rio de Janeiro: Beco do Azougue, 2013.

OHTAKE, Ruy. **Ruy Ohtake: arquitetura e a cidade**. São Paulo: Instituto Tomie Ohtake, 2009.

OHTAKE, Ruy. **Ruy Ohtake: Presente!**. São Paulo, FAU USP, 2008.

OLIVEIRA, Alecsandra Matias de. **Poética da memória: Maria Bonomi e Epopéia Paulista**. Tese (Doutorado) - Escola de Comunicação da Universidade de São Paulo ECA-USP, São Paulo, 2008.

OLIVEIRA, F. L.; BRITZ, C.; VIANA, G. P.; CRUZ, R. S.; SANTOS, R. **Propriedades físico-mecânicas e colorimétricas do concreto pigmentado com óxido de ferro vermelho e preto**. Revista IBRACON Concreto & Construções, Ed. 96, 64-73, Out-Dez, 2019.

OLIVEIRA, Isaac Aguiar; MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias de. **Escolha de produtos para proteção de superfície em concretos frente à ação de íons cloretos em zonas marítimas: uma aplicação da Análise Hierárquica (AHP)**. Revista Técnico-Científica, v. 1, n. 12, 2018.

PASSUELO, Alexandra. **Análise e parâmetros influentes na cromaticidade e no comportamento mecânico de concretos à base de cimento branco**. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

PATRÍCIA, Déborah; ALVES, Douglas; CASTRO, Emile; MOURA, Francineire; MOURA, Ruan Carlos A. **Concreto Aparente: acabamento final**. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIT-SERGIPE, v. 1, n. 16, p. 159-169, 2013.

PAULETTI, Cristiane. **Análise comparativa de procedimentos para ensaios acelerados de carbonatação**. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

PEDROSA, Israel. **Da cor a cor inexistente**. 10 Ed. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2009.

PIOVESAN, Angela Zamboni. **Estudo sobre a influência da adição de pigmentos em propriedades de durabilidade e na cromaticidade do concreto de cimento Portland branco**. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

- POSITIERI, M. J. **Propiedades físico-mecánicas y durabilidad del hormigón coloreado**. PhD UTN-FRC, Córdoba, Argentina, 2005.
- QUARCIONI, V. A.; CHOTOLI, F. F.; ALEIXO, D. M. **Ensaio acelerado para simular a formação de eflorescência em argamassas endurecidas**. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas - V SBTA. São Paulo, 2003.
- RIVERA, Adriana Falcochio. **Estruturas de Concreto Arquitetônico: Projeto, Execução e Recebimento**. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2007.
- SANTIAGO, Ingrid Rangel. **Proposição de Requisitos de Desempenho para Elementos em Concreto Pigmentado em Edifícios**. Monografia - Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Poli-Integra, São Paulo, 2021.
- SESSA, G. A.; OLIVEIRA, A. M. **Influência de pigmentos inorgânicos na degradação da cor de concretos de cimento Portland branco**. 3º Encontro Luso-Brasileiro de Degradação em Estruturas de Concreto Armado, São Carlos, São Paulo, 2018.
- SOUSA, G. M.; RAMALHO, J. F.; OLIVEIRA, K. R. **Aplicabilidade do concreto colorido na construção civil no município de Teófilo Otoni**. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Civil - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni, 2018.
- SOUSA, Gisele Monteiro de; ROCHA, Cibele Aparecida de Moraes; GOMES, Antonio Jorge de Lima. **Variation of compressive strength in colored concrete traces in the city of Teófilo Otoni in the State of Minas Gerais**. International Journal of Geoscience, Engineering and Technology, v. 2, n. 1, p. 23-31, 2020.
- TEICHMANN, G. **The use of colorimetric methods in the concrete industry**. Concrete Precast Plant Technology, p. 58-73, 1990.
- THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. 1 ed. São Paulo: Editora Pini, 2001.
- TORRES, Sandra Elizabeth Marlene Mansilla. **Hormigón Arquitectónico**. Tese (Doutorado) - Universidad Austral de Chile, Valdivia, 2003.
- TUTIKIAN, B. F.; DAL MOLIN, D. **Comparativo das propriedades do concreto auto-adensável (CAA) utilizando areia fina e cinza volante**. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, v. 4, p. 247-276, 2011.

TUTIKIAN, Bernardo F.; HELENE, Paulo. **Dosagem dos Concretos de Cimento Portland**. Capítulo 12. Concreto: Ciência e Tecnologia. IBRACON, 2011.

TUTIKIAN, Bernardo F.; ISAIA, Geraldo Cechella; HELENE, Paulo. **Concreto de Alto e Ultra-Alto Desempenho**. Capítulo 36. Concreto: Ciência e Tecnologia. IBRACON, 2011.

VALENÇA, J. V.; PRISZKULNIK, S. **Concreto Colorido: Influência da adição de pigmentos e suas aplicações**. Universidade Presbiteriana Mackenzie. XIII Jornada de Iniciação Científica e VII Mostra de Iniciação Tecnológica, 2017.

VASCONCELOS, Augusto Carlos de. **O concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações**. São Paulo: Studio Nobel, v. 3, cap. 2, p. 132 - 135, 2002.

VASCONCELLOS, Juliano Caldas de. **Concreto armado, arquitetura moderna, escola carioca: levantamentos e notas**. Dissertação (Mestrado) - Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

VELOSO, Maisa. **Entrevista à arquiteta Naia Alban**. Revista Projetar - Projeto e Percepção do Ambiente, v. 5, n. 3, 2020.

VENTURINI, H. A.; VIDOTTI, L. F.; MARQUES, C. S. A. **Concreto colorido: suas aplicações e seus benefícios**. Anais do 11º Fórum de Iniciação Científica do UNIFUNEC, 2021.

VIANA, G. P.; CRUZ, R. S.; OLIVEIRA, F. L.; SANTOS, R. F. C. **A influência do envelhecimento na cromaticidade dos concretos pigmentados**. In: Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos, 2019.

NORMAS TÉCNICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5674: Manutenção de edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7211: Agregados para concreto - Especificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7212: Concreto dosado em central - Preparo, fornecimento e controle.** Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8953: Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência.** Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9479 : Argamassa e concreto - Câmaras úmidas e tanques para cura de corpos de prova.** Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica.** Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9779: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por capilaridade.** Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 11172: Aglomerantes de origem mineral - Terminologia.** Rio de Janeiro: ABNT, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 11768-1: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland - Parte 1: Requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12653: Materiais pozolânicos - Requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12655: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13956-1: Sílica ativa para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta - Parte 1: Requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14037 - Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14656: Cimento Portland e matérias-primas - Análise química por espectrometria de raios-X - Método de ensaio.** Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14931: Execução de estruturas de concreto - Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15380: Tintas para construção civil - Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais - Resistência à radiação UV e à condensação de água pelo ensaio acelerado.** Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais.** Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15696: Fôrmas e escoramento para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15823-1: Concreto autoadensável - Parte 1: Classificação, controle e recebimento no estado fresco.** Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15823-2: Concreto autoadensável - Parte 2: Determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual - Método do cone de Abrams.** Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15823-3: Concreto autoadensável - Parte 3: Determinação da habilidade passante - Método do anel J.** Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15823-4: Concreto autoadensável - Parte 4: Determinação da habilidade passante - Métodos da caixa L e da caixa U.** Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15894-1: Metacaulim para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta - Parte 1: Requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15900-1: Água para amassamento do concreto - Parte 1: Requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16280: Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16697: Cimento Portland - Requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16846: Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação da cor e da diferença de cor por medida instrumental.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16887: Concreto - Determinação do teor de ar em concreto fresco - Método pressométrico.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 105-A02: Têxteis - Ensaio de solidez da cor - Parte A02: Escala cinza para avaliação da alteração da cor.** Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C979/C979M: Standard Specification for Pigments for Integrally Colored Concrete.** Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia, EUA, 2016.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS EN 12878: Pigments for the colouring of building materials based on cement and/or lime - Specifications and methods of test.** London: BSI, 2014.

EUROPEAN STANDARD. **DIN EN 1504-1: Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality and evaluation of conformity - Part 1: Definitions.** European Committee for Standardization, Alemanha, Berlim, 2005.

EUROPEAN STANDARD. **DIN EN 1504-2: Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality and evaluation of conformity - Part 2: Surface protection systems for concrete.** European Committee for Standardization, Alemanha, Berlim, 2004.

PÁGINAS DA INTERNET

ADJAYE ASSOCIATES. **Ruby City.** [2019?]. Disponível em: <<https://www.adjaye.com/projects/civic-buildings/ruby-city/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ADJAYE ASSOCIATES. **The Webster.** [2020?]. Disponível em: <<https://www.adjaye.com/projects/retail-commercial/the-webster/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

AECWEB. **Cidade da Justiça ganha aspecto arcaico e coloração do concreto com pigmentos.** [2014?]. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/emp/cont/m/cidade-da-justica-ganha-aspecto-arcaico-e-coloracao-do-concreto-com-pigmentos_14810_3621>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

AECWEB. **Concreto colorido expressa elementos típicos da natureza.** [2013?]. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/emp/cont/m/concreto-colorido-expressa-elementos-tipicos-da-natureza_14810_14742>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

AECWEB. **Concreto colorido gera versatilidade no design arquitetônico do Emirates Palace.** [2010?]. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/emp/cont/m/concreto-colorido-gera-versatilidade-no-design-arquitetonico-do-emirates-palace_14810_4272>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

AECWEB. **Concreto colorido reforça integração arquitetônica e cria diferenciação em adega.** [2010?]. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/emp/cont/m/concreto-colorido-reforca-integracao-arquitetonica-e-cria-diferenciacao-em-adega_14810_3137>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

AECWEB. **e-Tower recebe concreto com resistência média de 125 MPa.** [2015?]. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/emp/cont/m/etower-recebe-concreto-com-resistencia-media-de-125-mpa_18069_15710>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

AECWEB. **Fachada do Soccer City recebe pigmentos coloridos e agrada esteticamente.** [2010?]. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/emp/cont/m/fachada-do-soccer-city-recebe-pigmentos-coloridos-e-agrada-esteticamente_14810_2749>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

AECWEB. **Pigmento permite solução moderna e ecologicamente correta à Nova Ponte Arsta.** [2014?]. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/emp/cont/m/pigmento-permite-solucao-moderna-e-ecologicamente-correta-a-nova-ponte-arsta_14810_3032>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ALARCIA FERRER. **Casa MF.** [2020?]. Disponível em: <<http://alarciaferrer.com.ar/?project=casa-mf>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ANNABAU ARCHITEKTUR. **Urban Star.** [2020?]. Disponível em: <<https://www.annabau.com/detailseiten/koburbanstar>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **2 Houses in Lerin / azpilicueta arquitectura y paisaje**. 10 de Jan. de 2018. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/881740/2-houses-in-lerin-azpilicueta-arquitectura-y-paisaje/>> ISSN 0719-8884. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **A Casa Portal / Reasoning Instincts Architecture Studio**. ArchDaily Brasil. 30 de Out. de 2017. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/882429/a-casa-portal-reasoning-instincts-architecture-studio>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Acompanhe as obras de restauro do Museu do Ipiranga neste passeio virtual em 360°**. ArchDaily Brasil. 20 de Abr. de 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/960381/acompanhe-as-obras-de-restauro-do-museu-do-ipuranga-neste-passeio-virtual-em-360o>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Ampliação Casa Boaçava / UNA Arquitetos**. ArchDaily Brasil. 29 de Abr. de 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/960787/ampliacao-casa-boacava-una-arquitetos>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **A Rosa de Vierschach / Pedevilla Architects**. ArchDaily Brasil. 07 de Dez. de 2016. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/800451/a-rosa-de-vierschach-pedevilla-architects>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Asa House / Bernardes Arquitetura**. 02 de Jun. de 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/962703/asa-house-bernardes-arquitetura>> ISSN 0719-8884. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Ayla Golfclub / Oppenheim Architecture**. ArchDaily Brasil. 29 de Jul. de 2019. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/921382/ayla-golfclub-oppenheim-architecture>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Bautista House / PRODUCTORA**. 21 de Mai. de 2020. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/940072/bautista-house-productora>> ISSN 0719-8884. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Biblioteca de Ciências, Engenharia e Arquitetura da PUCP / Llosa Cortegana Arquitectos**. ArchDaily Brasil. 09 de Jan. de 2017. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/802885/biblioteca-de-ciencias-engenharia-e-arquitetura-da-pucp-llosa-cortegana-arquitectos>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Capela da Santa Cruz / Taller de Arquitectura X / Alberto Kalach + Roberto Silva.** ArchDaily Brasil. 29 de Set. de 2020. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/948175/capela-da-santa-cruz-taller-de-arquitectura-x-alberto-kalach-plus-roberto-silva>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Casa Berg / R21 Arkitekter.** ArchDaily Brasil. 02 de Nov. de 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/971023/casa-berg-r21-arkitekter>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Casa Boaçava / UNA Arquitetos.** ArchDaily Brasil. 26 de Nov. de 2012. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/82508/casa-boacava-slash-una-arquitetos>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Casa Bruma / Fernanda Canales + Claudia Rodríguez.** 26 de Ago. de 2018. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/900767/casa-bruma-fernanda-canales>> ISSN 0719-8884. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Casa Bugambilias / Taller Mexicano de Arquitectura.** ArchDaily Brasil. 12 de Out. de 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/969754/casa-bugambilias-taller-mexicano-de-arquitectura>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Casa CBC / Estudio MMX.** ArchDaily Brasil. 04 de Mai. de 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/960999/casa-cbc-estudio-mmx>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Casa CVC / Estudio MMX.** ArchDaily Brasil. 24 de Mai. de 2020. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/940141/casa-cvc-estudio-mmx>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Casa das Histórias Paula Rego / Eduardo Souto de Moura.** 12 de Jan. de 2011. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/103106/casa-das-historias-paula-rego-eduardo-souto-de-moura/>> ISSN 0719-8884. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Casa dos Cajueiros / Terra Capobianco + Galeria Arquitetos.** ArchDaily Brasil. 13 de Mai. de 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/929330/casa-dos-cajueiros-terra-capobianco-plus-galeria-arquitetos>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Casa em Concreto Vermelho / Sanden+Hodnekvam Architects.** ArchDaily Brasil. 21 de Jan. de 2021. Disponível em:

<<https://www.archdaily.com.br/br/955356/casa-em-concreto-vermelho-sanden-plus-hodnekvam-architects>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Casa em São Pedro do Estoril / ARX PORTUGAL**. ArchDaily Brasil. 12 de Mar. de 2020. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/935456/casa-em-sao-pedro-do-estoril-arx-portugal>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Casa L23 / Pitagoras Group**. ArchDaily Brasil. 21 de Jan. de 2013. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/92607/casa-l23-slash-pitagoras-arquitectos>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Casa Limit / Atheleia Arquitectura**. ArchDaily Brasil. 18 de Nov. de 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/972021/casa-limit-atheleia-arquitectura>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Casa MF / Alarcia Ferrer Arquitectos**. ArchDaily Brasil. 30 de Ago. de 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/967588/casa-mf-alarciaferrer-arquitectos>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Casa Narigua / David Pedroza Castañeda**. ArchDaily Brasil. 11 de Jun. de 2014. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/620494/casa-narigua-slash-david-pedroza-castaneda>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Casa P / Tigges Architekt + Energiehaus**. ArchDaily Brasil. 18 de Nov. de 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/972053/casa-p-tigges-architekt-plus-energiehaus>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Casa Pael / Pezo Von Ellrichshausen**. ArchDaily Brasil. 22 de Nov. de 2011. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/9620/casa-pael-pezo-von-ellrichshausen>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Casa Refúgio / NWLND Rogiers Vandeputte**. ArchDaily Brasil. 26 de Jan. de 2022. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/975639/casa-refugio-nwln-drogiers-vandeputte>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Casa Terra / Bernardes Arquitetura**. ArchDaily Brasil. 24 de Mai. de 2018. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/895001/casa-terra-bernardes-arquitetura>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Cascata Steinsdalsfossen / JVA**. ArchDaily Brasil. 19 de Jan. de 2020. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/787780/cascata-steinsdalsfossen-jva>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Center for Interpretation of The Battle of Atoleiros / Gonçalo Byrne Arquitectos + Oficina Ideias em Linha.** 05 de Jan. de 2014. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/463140/center-for-interpretation-of-the-battle-of-atoleiros-goncalo-byrne-arquitectos-lda-oficina-ideias-em-linha-arquitettura-e-design-lda/>> ISSN 0719-8884. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Centro Comunitário Cabana do Pêssego / ATELIER XI.** ArchDaily Brasil. 19 de Out. de 2020. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/949334/centro-comunitario-cabana-do-pessego-atelier-xi>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Centro Cultural Comunitário Teotitlán del Valle / PRODUCTORA.** ArchDaily Brasil. 15 de Dez. de 2017. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/885080/centro-cultural-comunitario-teotitlan-del-valle-productora>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Centro Cívico Plaza de La Libertad / OPUS + Toroposada Arquitectos.** ArchDaily Brasil. 02 de Abr. de 2015. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/764777/centro-civico-plaza-de-la-libertad-opus-plus-toroposada-arquitectos>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Cidade da Justiça de Barcelona e L'Hospitalet de Llobregat / b720 Fermín Vázquez Arquitectos + David Chipperfield.** ArchDaily Brasil. 25 de Dez. de 2014. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/758963/cidade-da-justica-de-barcelona-e-lhospitalet-de-llobregat-b720-fermin-vazquez-arquitectos-plus-david-chipperfield>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Curno Public Library and Auditorium / Archea Associati.** 02 de Fev. de 2015. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/592697/curno-public-library-and-auditorium-archea-associati/>> ISSN 0719-8884. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Daum Space.1 / Mass Studies.** 21 de Mar. de 2013. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/347457/daum-space-1-mass-studies/>> ISSN 0719-8884. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Edifício de Uso Misto Block 5B / RAUM.** ArchDaily Brasil. 03 de Nov. de 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/971201/edificio-de-uso-misto-block-5b-raum>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Edifício LC710 / Taller Héctor Barroso.** ArchDaily Brasil. 27 de Nov. de 2018. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/906641/edificio-lc-710-taller-hector-barroso>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Edifício Tajín 413 / Cometrue.** ArchDaily Brasil. 06 de Dez. de 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/972989/edificio-tajin-413-cometrue>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Embaixada Suíça em Nairobi / ro.ma. architekten.** ArchDaily Brasil. 26 de Ago. de 2018. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/900793/embaixada-suica-em-nairobi-ra-architekten>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Escola de Música Wunderkammer Bressanone / Carlana Mezzalira Pentimalli.** ArchDaily Brasil. 04 de Nov. de 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/971350/escola-de-musica-wunderkammer-bressanone-carlana-mezzalira-pentimalli>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Escritório CDPP / Reinach Mendonça Arquitetos Associados.** ArchDaily Brasil. 16 de Fev. de 2019. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/910451/escritorio-cdpp-reinach-mendonca-arquitetos-associados>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Galeria Solar S. Roque / Manuel Maia Gomes.** 12 de Set. de 2011. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/167593/solar-s-roque-gallery-manuel-maia-gomes>> ISSN 0719-8884. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Hotel Carlota / JSa.** ArchDaily Brasil. 02 de Jul. de 2016. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/790551/hotel-carlota-jsa>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Hotel Tepoztlán / Taller Carlos Marín + Pasquinel Studio.** ArchDaily Brasil. 25 de Jul. de 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/941961/hotel-tepoztlan-taller-carlos-marin-plus-pasquinel-studio>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Hornitos Hotel / Gonzalo Mardones V Arquitectos.** 23 de Mai. de 2013. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/375284/hornitos-hotel-gonzalo-mardones-viviani/>>ISSN 0719-8884. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Igreja Nuestra Señora de Candelaria em Alcalá / Alejandro Beautell.** ArchDaily Brasil. 28 de Dez. de 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/974057/igreja-nuestra-senora-de-candelaria-em-alcala-alejandro-beautell>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Moradia para idosos em Huningue / Dominique Coulon & associés.** ArchDaily Brasil. 12 de Out. de 2018. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/903765/moradia-para-idosos-em-huningue-dominique-coulon-and-associes>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **MuCEM / Rudy Ricciotti.** ArchDaily Brasil. 28 de Ago. de 2013. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-137184/mucem-slash-rudy-ricciotti>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Museu Cais do Sertão / Brasil Arquitetura.** ArchDaily Brasil. 17 de Dez. de 2018. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/907621/museu-cais-do-sertao-brasil-arquitetura>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Museu do Rio e Aquário de Água Doce de Karlovac / 3LHD.** ArchDaily Brasil. 25 de Fev. de 2017. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/805891/museu-do-rio-e-aquario-de-agua-doce-de-karlovac-3lhd>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Museum of Aviation and Aviation Exhibition Park / Pysall. Ruge Architekten + Bartłomiej Kisielewski.** 14 de Mar. de 2011. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/118625/museum-of-aviation-and-aviation-exhibition-park-pysall-ruge-architekten-bartlomiej-kisielewski/>> ISSN 0719-8884. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Museum Tonofenfabrik Lahr / Heneghan Peng Architects.** 03 de Set. de 2018. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/901070/museum-tonofenfabrik-lahr-heneghan-peng-architects/>> ISSN 0719-8884. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Praça das Artes / Brasil Arquitetura.** ArchDaily Brasil. 20 de Abr. de 2013. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/626025/praca-das-artes-brasil-arquitetura>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Panpo-ri residence / A Round Architects.** 25 de Set. de 2018. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/902641/panpo-ri-residence-a-round-architects>> ISSN 0719-8884. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Residência Comano / Attilio Panzeri & Partners.** ArchDaily Brasil. 27 de Out. de 2018. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/903884/residencia-comano-attilio-panzeri-and-partners>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Residência Montagnola / Attilio Panzeri & Partners.** ArchDaily Brasil. 29 de Nov. de 2018. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/906578/residencia-montagnola-attilio-panzeri-and-partners>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Restaurante Costa Brava Cozinha de Mar / Apaloosa Estudio de Arquitectura y Diseño + Simetría Estudio de Arquitectura.** ArchDaily Brasil. 08 de Jul. de 2019. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/919451/restaurante-costa-brava-cozinha-de-mar-apaloosa-estudio-de-arquitectura-y-diseno-plus-simetria-estudio-de-arquitectura>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Restaurante de ensino infantil The Walls / The Scarcity and Creativity Studio + AHO + Tianjin University School of Architecture.** ArchDaily Brasil. 11 de Set. de 2019. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/924514/restaurante-de-ensino-infantil-the-walls-the-scarcity-and-creativity-studio-plus-aho-plus-tianjin-university-school-of-architecture>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Schoolhouse Grono / Raphael Zuber.** ArchDaily Brasil. 03 de Mar. de 2013. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-100226/schoolhouse-grono-slash-raphael-zuber>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Templo Tejorling Radiance / Karan Darda Architects.** ArchDaily Brasil. 14 de Mar. de 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/897656/templo-tejorling-radiance-karan-darda-architects>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Textilmacher / Tillich Architektur.** 18 de Ago. de 2014. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/536964/textilmacher-tillicharchitektur/>> ISSN 0719-8884. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Vinícola Les Davids / Atelier Marc Barani.** ArchDaily Brasil. 22 de Jun. de 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/963636/vinicola-les-davids-atelier-marc-barani>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHDAILY. **Vinícola Pago de Carraovejas / Estudio Amas4arquitectura.** ArchDaily Brasil. 24 de Fev. de 2013. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/99355/vinicola-pago-de-carraovejas-slash-estudio-amas4arquitectura>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHELLO. **ESO Hotel on Cerro Paranal, Chile.** [2010?]. Disponível em: <<https://archello.com/project/eso-hotel-on-cerro-paranal-chile>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHELLO. **Fire Station Vierschach**. 13 de Jan. de 2017. Disponível em: <<https://archello.com/project/fire-station-vierschach>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHELLO. **Hotel Tepoztlán**. [2020?]. Disponível em: <<https://archello.com/pt/project/hotel-tepoztlan>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHELLO. **LC710**. [2018?]. Disponível em: <<https://archello.com/es/project/lc710>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHELLO. **Museum Lotnictwa Polskiego**. [2011?]. Disponível em: <<https://archello.com/project/muzeum-lotnictwa>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHELLO. **Red Concrete House**. [2020?]. Disponível em: <<https://archello.com/pt/project/red-concrete-house>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHELLO. **Tajín 413**. [2021?]. Disponível em: <<https://archello.com/es/project/tajin-413>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHELLO. **Villa A Montagnola**. [2018?]. Disponível em: <<https://archello.com/project/villa-a-montagnola>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHELLO. **Villa Comano**. [2018?]. Disponível em: <<https://archello.com/project/villa-comano>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHIDIARIES. **The Portal House | RIAS**. [2017?]. Disponível em: <<https://www.archidiaries.com/the-portal-house-rias/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHITECTURALLY. **Carreras Cigarette Factory**. [2000?]. Disponível em: <<http://architecturally.london/buildings/carreras-cigarette-factory>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHITIZER. **Textilmacher**. 21 de Jul. de 2014. Disponível em: <<https://architizer.com/projects/textilmacher/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARCHTRENDS PORTOBELLO. **Cidade Matarazzo: passado, presente e futuro de um patrimônio histórico**. 29 de Jun. de 2020. Disponível em: <<https://archtrends.com/blog/cidade-matarazzo/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

A ROUND ARCHITECTS. **Panpo-ri Residence**. [2017?]. Disponível em: <<http://www.aroundarchitects.com/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARTE FORA DO MUSEU. **Instituto Tomie Ohtake**. [2020?]. Disponível em: <<https://arteforadomuseu.com.br/instituto-tomie-ohtake/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ARX. **Casa em São Pedro do Estoril**. [2019?]. Disponível em: <<https://arx.pt/projecto/casa-em-sao-pedro-estoril/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

ATHELEIA. **Casa Límit**. [2021?]. Disponível em: <https://www.atheleia.com/ver_proyectos.php?op=96>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

AUER WEBER. **ESO Hotel Cerro Paranal**. [2010?]. Disponível em: <<https://www.auer-weber.de/en/projects/details/eso-hotel-am-cerro-paranal.html>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

AVANTO ARCHITECTS. **Kyrö Distillery**. [2017?]. Disponível em: <<https://avan.to/works/kyro-distillery/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

AVATAR MORAES. **Avatar Moraes, Artista e Pensador, Murais**. [2000?]. Disponível em: <<http://www.avatarmoraes.com/acervo/murais/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

AZP ARQUITECTURA Y PAISAJE. **2 Viviendas de Hormigón en Lerin, Navarra**. [2018?]. Disponível em: <<https://www.azp-arquitectura.com/2-viviendas-lerin>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

BALDWIN, Eric. **Projeto de David Adjaye para a Fundação Linda Pace será inaugurado no Texas**. ArchDaily Brasil. 05 de Abr. de 2019. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/914336/projeto-de-david-adjaye-para-a-fundacao-linda-pace-sera-inaugurado-no-texas>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

BALDWIN, Eric. **Itália reformará o Coliseu com um novo piso retrátil**. ArchDaily Brasil. 12 de Jan. de 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/954796/italia-reformara-o-coliseu-com-um-novo-piso-retratil>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

BARATTO, Romullo. **“Prédios de São Paulo”, o projeto que documenta a história da cidade através de sua arquitetura**. ArchDaily Brasil. 06 de Out. de 2014. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/628193/predios-de-sao-paulo-o-projeto-que-documenta-a-historia-da-cidade-atraves-de-sua-arquitetura>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

BERNARDES ARQUITETURA. **Casa Asa**. [2018?]. Disponível em: <<https://www.bernardesarq.com.br/projeto/4070/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

BERNARDES ARQUITETURA. **Casa FG.** [2019?]. Disponível em: <<https://www.bernardesarq.com.br/projeto/casa-fg/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

BERNARDES ARQUITETURA. **Casa Terra.** [2018?]. Disponível em: <<http://www.bernardesarq.com.br/projeto/terra/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

BETON. **ESO Hotel in Cerro Paranal / Chile.** [2008?]. Disponível em: <<https://www.beton.org/inspiration/architektur/objekt-details/eso-hotel-in-cerro-paranalchile/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

BRASIL ARQUITETURA. **Cais do Sertão Luiz Gonzaga.** [2018?]. Disponível em: <<http://brasilarquitectura.com/#>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

BRASIL ARQUITETURA. **Praça das Artes.** [2019?]. Disponível em: <<http://brasilarquitectura.com/#>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

BRITTO, Fernanda. **Embaixada da Holanda na Etiópia / SeARCH.** ArchDaily Brasil. 29 de Jan. de 2012. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/23985/embaixada-da-holanda-na-etioopia-search>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

BYK-Gardner GmbH. **Solid Color.** Disponível em: <http://www.byk.com/_leadadmin/byk/support/instruments/theory/color/en/Intro_Solid_Color.pdf>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

CABRAL, Marina. **e-Tower - Grande notável.** Galeria da Arquitetura [2015?]. Disponível em: <https://www.galeriadaarquitectura.com.br/projeto/aflalo-gasperini-arquitetos_/etower/675>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

CIDADE MATARAZZO. **Cidade Matarazzo.** [2021?]. Disponível em: <<https://cidadematarazzo.com.br/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

CHAVES, Marcelo. **Cidade Matarazzo realiza plantio de árvores em fachada de torre.** Jornal de Brasília. 15 de Set. de 2021. Disponível em: <<https://jornaldebrasilia.com.br/blogs-e-colunas/marcelo-chaves/cidade-matarazzo-realiza-plantio-de-arvores-em-fachada-de-torre/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

CHRONIQUES ARCHITECTURE. **Les Davids, cuvée bio bien au chai, par Mars Barani.** 22 de Jun. de 2021. Disponível em: <<https://chroniques-architecture.com/les-davids-cuvee-bio-chai-marc-barani/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

DELAQUA, Victor. **Em Construção: MIS Copacabana / Diller Scofidio + Renfro.** ArchDaily Brasil. 03 de Set. de 2014. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/626648/em->>

construcao-mis-copacabana-diller-scofidio-mais-renfro> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

DE LAZZARI. **Mobiliário Urbano.** [2021?]. Disponível em: <<https://www.delazzari.com.br/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

DOMINIQUE COULON & ASSOCIÉS. **Huningue.** [2018?]. Disponível em: <<http://coulon-architecte.fr/projet/716/huningue>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

FERNANDA CANALES ARQUITECTURA. **Casa Bruma.** [2017?]. Disponível em: <<https://fernandacanales.com/proyectos/casa-bruma/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

FIEDERER, Luke. **Clássicos da Arquitetura: Panteão Romano / Imperador Adriano.** ArchDaily Brasil. 09 de Jan. de 2017. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/802972/classicos-da-arquitetura-panteao-romano-imperador-adriano>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

FRANKLIN, Dennis. **Curno Public Library and Auditorium by Archea Associati.** Architectism, 05 de Fev. de 2015. Disponível em: <<http://architectism.com/curno-public-library-auditorium-archea-associati/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

FRANKLIN, Dennis. **Hornitos Hotel by Gonzalo Marcondes Viviani.** Architectism, 26 de Mai. de 2013. Disponível em: <<http://architectism.com/hornitos-hotel-by-gonzalo-marcondes-viviani/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

FUNCEF. **Renaissance São Paulo Hotel.** [2018?]. Disponível em: <<https://www.funcef.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8A80EB6F7B4D38016FA3F7E04B6263&inline=1>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

G1. **Ciclovia da Avenida Paulista abre para as bicicletas neste domingo.** 28 de Jun. de 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2015/06/ciclovia-da-avenida-paulista-abre-para-bicicletas-neste-domingo.html>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

GALERIA ARQUITETOS. **Casa dos Cajueiros.** [2019?]. Disponível em: <<http://www.galeria.arq.br/casas/casa-dos-cajueiros>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

GONÇALO BYRNE ARQUITECTOS. **Interpretation Centre of the Atoleiros Battle.** [2014?]. Disponível em: <<https://www.goncalobyrnearquitectos.com/interpretation-centre-home>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

GRIFFITHS, Alyn. **Fictional bridges on Euro banknotes constructed in the Netherlands.** Dezeen. 05 de Jun. de 2013. Disponível em: <<https://www.dezeen.com/2013/06/05/the->

bridges-of-europe-robin-stam-copied-from-euro-banknotes/>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

GRUNOW, Evelize. **Eduardo Souto de Moura: Museu Paula Rêgo, Cascais, Portugal (Volumetria híbrida interage com gabarito e traçado das árvores)**. Projeto Design, Ed 374. 17 de Jun. de 2011. Disponível em: <<https://www.arcoweb.com.br/projetodesign/arquitetura/eduardo-souto-moura-museu-cascais-17-06-2011>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

H+F ARQUITETOS. **Museu Paulista**. [2017?]. Disponível em: <<https://www.hf.arq.br/projeto/museu-paulista/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

HARROUK, Christele. **Ponte de concreto negro faz a conexão entre uma vila e um cemitério na República Tcheca**. ArchDaily Brasil. 07 de Dez. de 2019. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/929466/ponte-de-concreto-negro-faz-a-conexao-entre-uma-vila-e-um-cemiterio-na-republica-tcheca>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

HELM, Joanna. **Loja Garoa / UNA Arquitetos**. ArchDaily, Brasil. 10 de Nov. de 2011. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-3683/loja-garoa-una-arquitetos>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

HENEGHAN PENG ARCHITECTS. **Museum Tonofenfabrik**. [2018?]. Disponível em: <<https://www.hparc.com/work/stadtmuseum-lahr-germany>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

IBATÉ. **Edifício Ibaté**. [2021?]. Disponível em: <<http://edificioibate.com.br/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

IBERÊ CAMARGO. **Fundação Iberê Camargo**. [2008?]. Disponível em: <<http://iberecamargo.org.br/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

IBI. **Manual de utilização de aditivos para concreto dosado em central - Aditivos para concreto**. [2018?]. IBI - Instituto Brasileiro de Impermeabilização. Ed. 1. Disponível em: <<http://ibibrasil.org.br/wp-content/uploads/2018/03/Manual-de-utiliza%C3%A7%C3%A3o-de-aditivos-para-concreto-dosado-em-central-IBI-1-edi%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

INSTITUTO DE ENGENHARIA. **Rodovia dos Bandeirantes completa 30 anos**. 28 de Out. de 2008. Disponível em:

<<https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2008/10/28/rodovia-dos-bandeirantes-completa-30-anos/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

J.BYRON-H. **Concrete Stools. Handmade in the Los Angeles.** 2018. Disponível em: <<https://jbyron-h.com/Concrete-Stools>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

JSA. **Hotel Carlota.** [2015?]. Disponível em: <<http://www.jsa.com.mx/#/hcar/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

KARAN DARDA ARCHITECTS. **Tejorling Radiance Temple.** [2018?]. Disponível em: <<https://www.krda.in/portfolio/tejorling-radiance-temple/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

KAST. **Concrete Basin Specialists.** [2021?]. Disponível em: <<https://kastconcretebasins.com/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

KONKRE DESIGN. **Cubas de concreto feitas à mão.** [2021?]. Disponível em: <<https://www.instagram.com/konkre.design/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LANGURÉ, Daniel De León. **Reconstrucción urbana y espiritual: La Capilla de la Santa Cruz.** Arquitectura y Empresa, 06 de Abr. de 2021. Disponível em: <<https://arquitecturayempresa.es/noticia/reconstruccion-urbana-y-espiritual-la-capilla-de-la-santa-cruz>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LANXESS. **As black as ebony, as solid as concrete.** [2017?]. Disponível em: <<https://lanxess.com/en/Products-and-Solutions/Brands/Bayferrox/Stories/As-black-as-ebony,-as-solid-as-concrete>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LANXESS. **Case Study Colômbia Especial.** 08 de Mar. de 2012. Disponível em: <http://www.forumcoloredconcreteworks.com/downloads/Estudo-de-Caso_plaza-libertad.pdf>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LANXESS. **Colorful by day and by night.** [2020?]. Disponível em: <<https://lanxess.com/en/Products-and-Solutions/Brands/Bayferrox/Stories/Colored-Concrete-Urban-Star-Plaza-Showcase>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LANXESS. **Coréia Especial.** [2009?]. Disponível em: <http://www.forumcoloredconcreteworks.com/downloads/Estudo_de_Caso_coreia.pdf>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LANXESS. **Bodega Antión, La Rioja, Espanha.** [2010?]. Disponível em: <http://www.forumcoloredconcreteworks.com/downloads/Estudo_de_Caso_bodega.pdf>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LANXESS. **Eurobruggen, Spijkenisse, Holanda.** [2013?]. Disponível em: <http://www.forumcoloredconcreteworks.com/downloads/Estudo-de-Caso_eurobruggen.pdf>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LANXESS. **Hotel Emirates Palace, Abu Dhabi, Emirados Árabes Unidos.** 02 de Nov. de 2010. Disponível em: <http://www.forumcoloredconcreteworks.com/downloads/Estudo-de-Caso_Hotel-Emirates.pdf>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LANXESS. **Hotel ESO, Cerro Paranal, Chile.** [2010?]. Disponível em: <http://www.forumcoloredconcreteworks.com/downloads/Estudo-de-Caso_Hotel-ESO.pdf>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LANXESS. **Middelburg Town Hall, Netherlands.** [2011?]. Disponível em: <http://www.forumcoloredconcreteworks.com/downloads/Estudo_de_Caso_middebulrg.pdf>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LANXESS. **Muzeum Lotnictwa Polskiego, Cracóvia, Polónia.** 31 de Mai. de 2011. Disponível em: <http://www.forumcoloredconcreteworks.com/downloads/Estudo_de_Caso_Polonia.pdf>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LANXESS. **Nova Ponte Årsta, Estocolmo, Suécia.** [2014?]. Disponível em: <http://www.forumcoloredconcreteworks.com/downloads/Estudo-de-Caso_Ponte-Arsta.pdf>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LANXESS. **Praça das Artes, São Paulo, Brasil.** 2012. Disponível em: <http://www.forumcoloredconcreteworks.com/downloads/Estudo-de-Caso_pracaartes.pdf>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LANXESS. **Reliable coloration of UHPC with inorganic pigments.** [2013?]. Disponível em: <<https://lanxess.com/en/Products-and-Solutions/Brands/Bayferrox/Stories/Inorganic-pigments-certified-for-use-in-UHPC>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LANXESS. **Soccer City Stadium, Johannesburg, África do Sul.** [2010?]. Disponível em: <http://www.forumcoloredconcreteworks.com/downloads/Estudo_de_Caso_Soccer-City.pdf>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LANXESS. **Teleférico Ahornbahn, Mayrhofen, Tirol, Áustria.** [2007?]. Disponível em: <http://www.forumcoloredconcreteworks.com/downloads/Estudo-de-Caso_Telef%C3%A9rico-Ahornbahn.pdf>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LEADING ARCHITECTURE. **Bayferrox pigmentation adds colour and durability to Dutch town hall.** 26 de Out. de 2011. Disponível em: <<https://www.leadingarchitecture.co.za/bayferrox-pigmentation-adds-colour-and-durability-to-dutch-town-hall/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LLOSA CORTEGANA ARCHITECTS. **Biblioteca del Complejo de Innovacion Académica (CIA) PUCP.** [2017?]. Disponível em: <<https://llosacortegana.com/cia-pucp/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

LOOK UP LONDON. **History of the former Carreras Cigarette Factory.** 14 de Jul. de 2020. Disponível em: <<https://lookup.london/category/london/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

M9 ARCHITEKTEN SENFTER+LANZINGER. **Ahornbahn.** [2007?]. Disponível em: <<http://www.m9-architekten.at/ahornbahn/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

MAPA DA OBRA. **Concreto Autoadensável no Cidade Matarazzo.** [2019?]. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/papoconstrutivo/cidade-matarazzo/?doing_wp_cron=1624472677.0934269428253173828125>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

MAPA DA OBRA. **Desmoldante para fôrmas: saiba como escolher e utilizar.** 09 de Fev. de 2018. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/saiba-como-escolher-e-utilizar-desmoldante-para-formas-de-concreto/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

MORA, Pola. **Trama del Tiempo, la escultura que se convertirá en un nuevo hito para el Norte de Chile.** ArchDaily México. 11 de Ago. de 2014. Disponível em: <<https://www.archdaily.mx/mx/625366/trama-del-tiempo-la-escultura-que-se-convertira-en-un-nuevo-hito-para-el-norte-de-chile>> ISSN 0719-8914. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

MARIA BONOMI. **Epopéia Paulista.** [2005?]. Disponível em: <<http://www.mariabonomi.com.br/obras-arte-publica.asp?pa=2&mt=3>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

MELLO, Tais. **Hotel Unique - Design ativo**. Galeria da Arquitetura [2005?]. Disponível em: <https://www.galeriadaarquitetura.com.br/projeto/ruy-ohtake_/hotel-unique/350>.

Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

NAKAMURA, Juliana. **Tecnologia - todas as cores do concreto**. Revista Técnica (PINI), Ed. 81, Dezembro, 2003. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/81/artigo287289-1.aspx>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

NOTÍCIAS DE ARQUITECTURA. **Pago de Carraovejas Winery / Estudio Amas4arquitectura**. Brasil. 28 de Jan. de 2013. Disponível em: <<http://arquitectura.estudioquagliata.com/tag/estudio-amas4arquitectura>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

NWLND. **Refuge**. [2021?]. Disponível em: <<https://nwlnd.be/refu>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

O GLOBO. **Museu da Imagem e do Som tem conclusão das obras adiada até 2022**. 28 de Jul. de 2020. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/cultura/museu-da-imagem-do-som-tem-conclusao-das-obras-adiada-ate-2022-1-24554562>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

OPPENHEIM ARCHITECTURE. **Ayla Golf Academy**. [2019?]. Disponível em: <<http://oppenoffice.com/project/ayla-golf-academy/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

OZUNA, Valeria. **Articulación de espacios en granate. Casa CVC por Estudio MMX**. México Metalocus, 08 de Set. de 2020. Disponível em: <<https://www.metalocus.es/es/noticias/articulacion-de-espacios-en-granate-casa-cvc-por-estudio-mmx>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

P+0 ARQUITECTURA. **Narigua House**. [2014?]. Disponível em: <<http://pmascero.com/proyecto/casa-narigua>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

PEZO VON ELLRICHSHAUSEN. **Pael House**. [2011?]. Disponível em: <<http://pezo.cl/?p=946&sm=3#946>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

PITAGORAS GROUP. **Casa L23**. [2013?]. Disponível em: <<http://www.pitagorasgroup.com/project/l23-house/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

PORTAL VITRUVIUS. **Ciclovía Avenida Paulista - O projeto da ciclovía e outras ciclofaixas**. Projetos, São Paulo, ano 18, n. 207.02, Vitruvius, Mar. de 2018. Disponível em: <<https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/projetos/18.207/6917>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

PORTAL VITRUVIUS. **Hotel Unique, São Paulo SP.** Projetos, São Paulo, ano 05, n. 053.03, Vitruvius, Jun. de 2005. Disponível em: <<https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/projetos/05.053/2487>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

PORTAL VITRUVIUS. **Praça Turca - Premiação de Obras da VI Bienal Iberoamericana de Arquitetura e Urbanismo - Lisboa 08.** Projetos, São Paulo, ano 08, n. 091.01, Vitruvius, Jul. de 2008. Disponível em: <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/projetos/08.091/2915?page=3>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

PORTAL VITRUVIUS. **UNA arquitetos concorre a Prêmio Internacional com projeto da loja "Garoa".** Prêmio "Azure 2011 Awards" está na primeira edição. São Paulo, Vitruvius, Mai. de 2011. Disponível em: <<https://vitruvius.com.br/index.php/jornal/news/read/822>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

PREFEITURA DE SANTOS. **Ciclovía na Haroldo de Camargo ganha concreto pigmentado.** 06 de Abr. de 2018. Disponível em: <<https://www.santos.sp.gov.br/?q=noticia/ciclovía-na-haroldo-de-camargo-ganha-concreto-pigmentado>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

PRODUCTORA. **Casa Bautista.** [2019?]. Disponível em: <<http://productora-df.com.mx/project/casa-bautista/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

PRODUCTORA. **Centro Cultural Comunitario Teotitlán del Valle.** [2017?]. Disponível em: <<http://productora-df.com.mx/project/centro-cultural-comunitario-teotitlan-del-valle/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

PROYECTO BAQ. **Biblioteca de Ciencias e Ingeniería PUCP.** BAQ2016. 30 de Nov. de 2016. Disponível em: <<http://www.arquitecturapanamericana.com/biblioteca-de-ciencias-e-ingenieria-pucp/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

R21. **Villa Berg.** [2020?]. Disponível em: <<http://www.r21.no/work/villa-berg>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

RAFAEL MONEO. **Cathedral of our lady of the angels Los Ángeles, USA.** [2002?]. Disponível em: <<http://rafaelmoneo.com/en/projects/cathedral-of-our-lady-of-the-angels/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

RAPHAEL ZUBER. **Schoolhouse and kindergarten Grono.** [2011?]. Disponível em: <<http://www.raphaelzuber.com/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

RENAISSANCE. **Renaissance São Paulo Hotel.** [2019?]. Disponível em: <<https://www.renaissancesaopaulohotel.com/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

REVISTA PROJETO. **Bernardes Arquitetura: Casa FG, Porto Feliz (SP).** 11 de Jan. de 2021. Disponível em: <<https://revistaprojeto.com.br/acervo/bernardes-arquitetura-casa-fg-porto-feliz-sp/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

REVISTA RESTAURO. **A preparação do Museu do Ipiranga para o Bicentenário da Independência em 2022.** [2020?]. Disponível em: <<https://revistarestauro.com.br/a-preparacao-do-museu-do-ipuranga-para-o-bicentenario-da-independencia-em-2022/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

RMAA. **Escritório CDPP.** [2014?]. Disponível em: <<http://www.rmaa.com.br/pt-BR/projects/cdpp-office>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

RO.MA. ROEOESLI & MAEDER GMBH. **Schweizer Botschaft.** [2018?]. Disponível em: <<https://www.roeoesli-maeder.ch/projekte/detail/schweizer-botschaft/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

SERAPIÃO, Fernando. **Ruy Ohtake: Ohtake Cultural, SP (Um marco urbano para São Paulo).** Projeto Design, Ed 295. 22 de Set. de 2004. Disponível em: <<https://www.arcoweb.com.br/projetodesign/arquitetura/ruy-ohtake-complexo-de-22-09-2004>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

SOUZA, Eduardo. **Cubas de concreto: banheiros com a cor e a textura do concreto pigmentado.** ArchDaily Brasil. 23 de Jul. de 2019. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/921314/cubas-em-concreto-pigmentado-com-texturas-impressionantes>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

STOUHI, Dima. **Brutalismo & Skate: os bancos de concreto pigmentado de J. Byron-H.** ArchDaily Brasil. 29 de Jul. de 2018. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/899057/brutalismo-and-skate-os-bancos-de-concreto-pigmentado-de-j-byron-h>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

STUDIO ARTHUR CASAS. **Edifício Ibaté.** [2021?]. Disponível em: <<https://www.arthurcasas.com/pt/projetos/edificio-ibate/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

STUDIO 3LHD. **Karlovacki slatkovodni akvarij i muzej rijeka.** [2013?]. Disponível em: <<https://www.3lhd.com/hr/projekt/karlovacki-akvarij-i-muzej-rijeka>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

TOFFOLI, Roberto. **Obras e reuso do antigo Hospital Matarazzo**. Revista Restauro [2019?]. Disponível em: <<https://revistarestauro.com.br/obras-e-reuso-do-antigo-hospital-matarazzo/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

TUCKER, Ethan. **This Mexico City home features a garden at every level**. Dwell. 13 de Jan. de 2020. Disponível em: <<https://www.dwell.com/article/cbc-house-estudio-mmx-b32ec240>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

UMA CONCRETO. **Cubas de banheiro e móveis em concreto**. [2020?]. Disponível em: <<https://www.umaconcreto.com.br/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

WA CONTENTS. **Adjaye Associates uses different hues of pink with sculptural concrete to form new store in LA**. 28 de Jan. de 2020. Disponível em: <<https://worldarchitecture.org/article-links/eeggf/adjaye-associates-uses-different-hues-of-pink-with-sculptural-concrete-to-form-new-store-in-la.html>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

WALSH, Niall Patrick. **“Explicando 12 estilos da arquitetura moderna”**. ArchDaily Brasil. 09 de Out. de 2020. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/948583/explicando-12-estilos-da-arquitetura-moderna>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

WARMANN, Catherine. **Galeria Solar S. Roque de Manuel Maia Gomes**. Dezeen, 17 de Fev. de 2011. Disponível em: <<https://www.dezeen.com/2011/02/17/galeria-solar-s-roque-by-manuel-maia-gomes/>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

X-RITE. **A Guide to Understanding Color**. PANTONE, 2016. Disponível em: <https://www.xrite.com/-/media/xrite/files/whitepaper_pdfs/110-001_a_guide_to_understanding_color_communication/110-001_understand_color_en.pdf>. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

YÁVAR, Javiera. **“Trama del Tiempo”: una arquiescultura que rescata la identidad andina en el Norte de Chile**. ArchDaily México. 25 de Mar. de 2015. Disponível em: <<https://www.archdaily.mx/mx/764463/escultura-trama-del-tiempo-de-edison-suau-rescata-la-identidad-andina-moldeando-hormigon-de-color-como-materia-plastica>> ISSN 0719-8914. Acesso em: 30 de Jan. de 2022.

DOCUMENTOS

DERSA. **Desenvolvimento Rodoviário S.A. - Marco Comemorativo da Inauguração da Rodovia dos Bandeirantes - Projeto Executivo**. São Paulo, 1978.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Ficha técnica das obras em concreto pigmentado - Panorama Internacional.

APÊNDICE B - Ficha técnica das obras em concreto pigmentado - Panorama Nacional.

APÊNDICE C - Banco de dados e cálculos a cada 150 horas em um total de 3000 horas de exposição na CUV - LMCC do IPT.

APÊNDICE A

A seguir são apresentadas todas as obras em concreto pigmentado - Panorama Internacional. A ficha técnica expõe o nome, o autor do projeto, o ano de construção, o país, a estrutura que possui o material e a cor do pigmento utilizado na mistura do concreto. Ao lado de cada especificação encontra-se uma figura da obra.

Fábrica de Cigarros <i>The Carreras Black Cat</i>	
<p>Ficha Técnica</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Arquiteto: Marcus Evelyn Collins e Owen Hyman Collins e Arthur George Porri como consultor.▪ Ano: entre 1926 e 1928.▪ Localização: Londres, Inglaterra.▪ Estrutura: Concreto.▪ Pigmento: Areia colorida (tons amarelos) e vidro moído (brilhos vermelhos, verdes, azuis e pretos). <p>Fonte: Architecturally (2000) e Coelho (2003).</p>	<p>Figura A.01: <i>The Carreras Black Cat</i>.</p>  <p>Fonte: Look Up London (2020).</p>
Comunidade Artística Heyri Art Village	
<p>Ficha Técnica</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Arquiteto: Diversos.▪ Ano: a partir de 1997.▪ Localização: Paju, Coréia do Sul.▪ Estrutura: Concreto.▪ Pigmento: Verde, vermelho, preto e marrom. <p>Fonte: Lanxess (2009).</p>	<p>Figura A.02: Um dos Edifícios da Comunidade Artística Heyri Art Village.</p>  <p>Fonte: Lanxess (2009).</p>

Catedral de Nossa Senhora dos Anjos

Ficha Técnica

- Arquitecto: Rafael Moneo.
- Ano: 2002.
- Localização: Los Angeles, EUA.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Ocre.

Fonte: Rafael Moneo (2002).

Figura A.03: Catedral de N. Sra. dos Anjos.



Fonte: Rafael Moneo (2002).

Hotel ESO

Ficha Técnica

- Arquitecto: *Auer Weber*.
- Ano: 2002.
- Localização: Cerro Paranal, Chile.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Marrom.

Fonte: Archello (2010) e Lanxess (2010).

Figura A.04: Hotel ESO.



Fonte: Lanxess (2010).

Vinícola Pago de Carraovejas

Ficha Técnica

- Arquitecto: *Estudio Amas4arquitectura*.
- Ano: 2003.
- Localização: Peñafiel, Espanha.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2013) e Notícias de Arquitectura (2013).

Figura A.05: Vinícola Carraovejas.



Fonte: ArchDaily (2013).

Prefeitura de Middelburg

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Thomas Rau + RAU Architects.*
- Ano: 2004.
- Localização: Middelburg, Holanda.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Preto.

Fonte: Lanxess (2011) e Leading Architecture (2011).

Figura A.06: Prefeitura de Middelburg.



Fonte: Lanxess (2011).

Embaixada da Holanda

Ficha Técnica

- Arquiteto: Bjarne Mastenbroek e Dick Van Gameren - *SeARCH.*
- Ano: 2005.
- Localização: Addis Abeba, Etiópia.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: Linz (2009) e Bahamón e Pérez (2008).

Figura A.07: Embaixada da Holanda.



Fonte: Britto (2012).

Hotel Emirates Palace

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Wimberly Allison Tong and Goo.*
- Ano: 2005.
- Localização: Abu Dhabi, Emirados Árabes Unidos.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho e amarelo.

Fonte: AECweb (2010) e Lanxess (2010).

Figura A.08: Hotel Emirates Palace.



Fonte: Lanxess (2010).

Nova Ponte Årsta

Ficha Técnica

- Arquitecto: *Foster + Partners*.
- Ano: 2005.
- Localização: Estocolmo, Suécia.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.
- Fonte: AECweb (2014) e Lanxess (2014).

Figura A.09: Nova Ponte Årsta.



Fonte: Lanxess (2014).

Estação de Teleférico Ahornbahn

Ficha Técnica

- Arquitecto: *M9 Architekten Senfter + Lanzinger*.
 - Ano: 2006.
 - Localização: Mayrhofen, Áustria.
 - Estrutura: Concreto.
 - Pigmento: Preto.
- Fonte: Lanxess (2007) e M9 Architekten Senfter + Lanzinger (2007).

Figura A.10: Teleférico Ahornbahn.



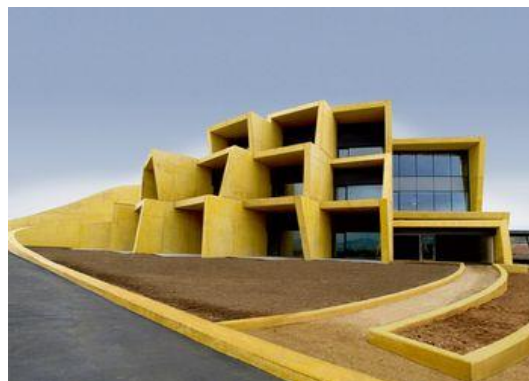
Fonte: Lanxess (2007).

Bodega Antión

Ficha Técnica

- Arquitecto: Jesus Marino Pascual.
- Ano: 2007.
- Localização: La Rioja, Espanha.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Amarelo.
- Fonte: AECweb (2010) e Lanxess (2010).

Figura A.11: Bodega Antión.



Fonte: Lanxess (2010).

Casa das Histórias Paula Rego

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Souto Moura Arquitectos*.
- Ano: 2008.
- Localização: Cascais, Portugal.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2011) e Grunow (2011).

Figura A.12: Casa Paula Rego.



Fonte: Grunow (2011).

Cidade da Justiça

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Fermín Vázquez Arquitectos* e David Chipperfield.
- Ano: 2008.
- Localização: Barcelona, Espanha.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho, amarelo, marrom, preto e verde.

Fonte: ArchDaily (2014) e AECweb (2014).

Figura A.13: Cidade da Justiça.



Fonte: ArchDaily (2014).

Biblioteca e Auditório Público Curno

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Archea Associati*.
- Ano: 2009.
- Localização: Bergamo, Itália.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2015) e Franklin (2015).

Figura A.14: Biblioteca Curno.



Fonte: ArchDaily (2015).

Casa Pael

Ficha Técnica

- Arquitecto: Mauricio Pezo e Sofia Von Ellrichshausen.
- Ano: 2009.
- Localização: Concepción, Chile.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2011) e Pezo Von Ellrichshausen (2011).

Figura A.15: Casa Pael.



Fonte: Pezo Von Ellrichshausen (2011).

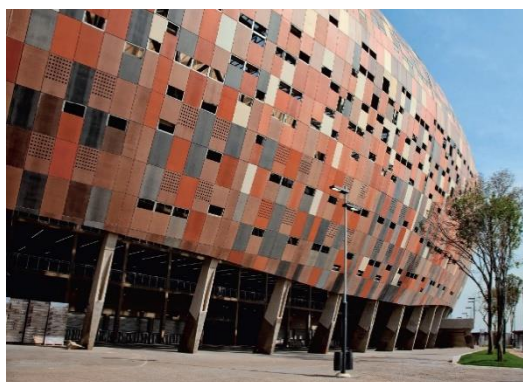
Estádio Soccer City

Ficha Técnica

- Arquitecto: *Boogertman Urban Edge + Partners*, em parceria com *Populous*.
- Ano: 2009.
- Localização: Johannesburgo, África do Sul.
- Fachada: Concreto.
- Pigmento: Preto, vermelho, amarelo e marrom.

Fonte: AECweb (2010) e Lanxess (2010).

Figura A.16: Estádio Soccer City.



Fonte: Lanxess (2010).

Galeria Solar S. Roque

Ficha Técnica

- Arquitecto: Manuel Maia Gomes.
- Ano: 2010.
- Localização: Vila do Conde, Portugal.
- Estrutura da passagem que interliga dois edifícios existentes de pedra: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.
- Fonte: ArchDaily (2011) e Warmann (2011).

Figura A.17: Galeria Solar S. Roque.



Fonte: ArchDaily (2011).

Museu de Aviação e Parque de Exposições de Aviação Lotnictwa Polskiego

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Pysall. Ruge Architekten e Bartlomiej Kisielewski.*
- Ano: 2010.
- Localização: Cracóvia, Polónia.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Preto.

Fonte: ArchDaily (2011) e Lanxess (2011).

Figura A.18: Museu Lotnictwa Polskiego.



Fonte: ArchDaily (2011).

Casa L23

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Pitagoras Group.*
- Ano: 2011.
- Localização: Guimarães, Portugal.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Preto.

Fonte: ArchDaily (2013) e Pitagoras Group (2013).

Figura A.19: Casa L23.



Fonte: Pitagoras Group (2013).

Escola e Jardim de Infância Grono

Ficha Técnica

- Arquiteto: Raphael Zuber.
- Ano: 2011.
- Localização: Grono, Suíça.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Marrom.

Fonte: ArchDaily (2013) e Raphael Zuber (2011).

Figura A.20: Escola Grono.



Fonte: ArchDaily (2013).

Centro Cívico Plaza de La Libertad

Ficha Técnica

- Arquitecto: *OPUS, Toroposada Arquitectos.*
- Ano: 2012.
- Localização: Medellín, Colômbia.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Preto, vermelho e amarelo.

Fonte: ArchDaily (2015) e Lanxess (2012).

Figura A.21: Centro Cívico La Libertad.



Fonte: ArchDaily (2015).

Centro de Interpretação da Batalha de Atoleiros

Ficha Técnica

- Arquitecto: *Gonçalo Byrne Arquitectos e Oficina Ideias em Linha - Arquitectura e Design.*
- Ano: 2012.
- Localização: Fronteira, Portugal.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2014) e Gonçalo Byrne Arquitectos (2014).

Figura A.22: Centro de Interpretação da Batalha de Atoleiros.



Fonte: ArchDaily (2014).

Hotel Hornitos

Ficha Técnica

- Arquitecto: *Gonzalo Mardones V Arquitectos.*
- Ano: 2012.
- Localização: Hornitos, Chile.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Ocre.

Fonte: ArchDaily (2013) e Franklin (2013).

Figura A.23: Hotel Hornitos.



Fonte: ArchDaily (2013).

Sede Corporativa da Daum (Daum Space.1)

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Mass Studies*.
- Ano: 2012.
- Localização: Ilha de Jeju, Coreia do Sul.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2013) e AECweb (2013).

Figura A.24: Daum Space.1.



Fonte: ArchDaily (2013).

Casa Narigua

Ficha Técnica

- Arquiteto: David Pedroza Castañeda e *P+0 Arquitectura*.
- Ano: 2013.
- Localização: El Jonuco, México.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2014) e P+0 Arquitectura (2014).

Figura A.25: Casa Narigua.



Fonte: ArchDaily (2014).

Edifício Textilmacher

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Tillich Architektur*.
- Ano: 2013.
- Localização: Munique, Alemanha.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Preto.

Fonte: ArchDaily (2014) e Architizer (2014).

Figura A.26: Textilmacher.



Fonte: ArchDaily (2014).

Museu das Civilizações da Europa e do Mediterrâneo MuCEM

Ficha Técnica

- Arquiteto: Rudy Ricciotti.
- Ano: 2013.
- Localização: Marseille, França.
- Pannel da fachada: Concreto.
- Pigmento: Preto.

Fonte: ArchDaily (2013) e Lanxess (2013).

Figura A.27: Museu MuCEM.



Fonte: ArchDaily (2013).

Pontes Eurobruggen

Ficha Técnica

- Designer gráfico: Robin Stam.
- Ano: 2013.
- Localização: de Spijkenisse, Holanda.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Verde, preto, vermelho e amarelo.

Fonte: Lanxess (2013) e Griffiths (2013).

Figura A.28: Pontes Eurobruggen.



Fonte: Lanxess (2013).

Biblioteca de Ciências, Engenharia e Arquitetura PUCP

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Llosa Cortegana Architects*.
- Ano: 2014.
- Localização: Lima, Peru.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: Llosa Cortegana Architects (2017) e Proyecto Baq (2016).

Figura A.29: Biblioteca PUCP.



Fonte: ArchDaily (2017).

Cascata Steinsdalsfossen

Ficha Técnica

- Arquiteto: *JVA*.
- Ano: 2014.
- Localização: Bergen, Noruega.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Verde.

Fonte: ArchDaily (2020).

Figura A.30: Centro de Visitantes.



Fonte: ArchDaily (2020).

Escultura Trama del Tiempo

Ficha Técnica

- Arquiteto e escultor: Edison Suau.
- Ano: 2014.
- Localização: Calama, Chile.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: Mora (2014) e Yávar (2015).

Figura A.31: Escultura Trama del Tiempo.



Fonte: Yávar (2015).

Residência Comano

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Attilio Panzeri & Partners*.
- Ano: 2014.
- Localização: Comano, Suíça.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Preto.

Fonte: ArchDaily (2018) e Archello (2018).

Figura A.32: Residência Comano.



Fonte: Archello (2018).

Casa CBC

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Estudio MMX*.
- Ano: 2015.
- Localização: Cidade do México, México.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Amarelo.
- Fonte: ArchDaily (2021) e Tucker (2020).

Figura A.33: Casa CBC.



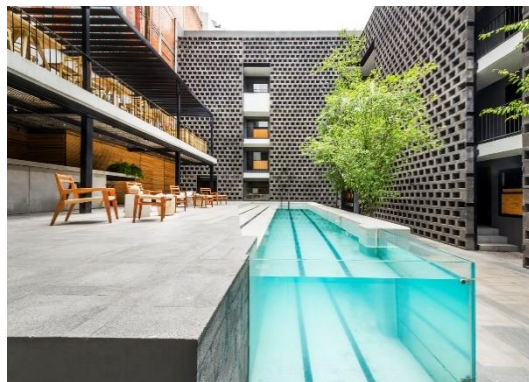
Fonte: ArchDaily (2021).

Hotel Carlota

Ficha Técnica

- Arquiteto: *JSa*.
- Ano: 2015.
- Localização: Cidade do México, México.
- Malha perfurada: Bloco de concreto.
- Pigmento: Preto.
- Fonte: ArchDaily (2016) e JSa (2015).

Figura A.34: Hotel Carlota.



Fonte: ArchDaily (2016).

Estação do Corpo de Bombeiros de Vierschach

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Pedevilla Architects*.
 - Ano: 2016.
 - Localização: Tirol, Itália.
 - Estrutura: Concreto.
 - Pigmento: Vermelho.
- Fonte: ArchDaily (2016) e Archello (2017).

Figura A.35: Corpo de Bombeiros de Vierschach.



Fonte: ArchDaily (2016).

Museu do Rio e Aquário de Água Doce de Karlovac

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Studio 3LHD*.
- Ano: 2016.
- Localização: Karlovac, Croácia.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Ocre.

Fonte: ArchDaily (2017) e Studio 3LHD (2013).

Figura A.36: Museu de Karlovac.



Fonte: ArchDaily (2017).

A Casa Portal

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Reasoning Instincts Architecture Studio*.
- Ano: 2017.
- Localização: Umargam, Índia.
- Muro: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2017) e Archidiaries (2017).

Figura A.37: A Casa Portal.



Fonte: ArchDaily (2017).

Casa Bruma

Ficha Técnica

- Arquiteto: Fernanda Canales + Claudia Rodríguez.
- Ano: 2017.
- Localização: Cidade do México, México.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Preto.

Fonte: ArchDaily (2018) e Fernanda Canales Arquitectura (2017).

Figura A.38: Casa Bruma.



Fonte: ArchDaily (2018).

Casa P

Ficha Técnica

- Arquitecto: *Tigges Architekt + Energiehaus.*
- Ano: 2017.
- Localização: Girona, Espanha.
- Fachada do subsolo e térreo: Concreto.
- Pigmento: Marrom.

Fonte: ArchDaily (2021).

Figura A.39: Casa P.



Fonte: ArchDaily (2021).

Centro Cultural Comunitário Teotitlán del Valle

Ficha Técnica

- Arquitecto: *PRODUCTORA.*
- Ano: 2017.
- Localização: Oaxaca, México.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Ocre.

Fonte: ArchDaily (2017) e PRODUCTORA (2017).

Figura A.40: Centro Cultural Teotitlán.



Fonte: ArchDaily (2017).

Destilaria Kyrö

Ficha Técnica

- Arquitecto: *Avanto Architects.*
- Ano: 2017.
- Localização: Kyrö, Finlândia.
- Fachada: Concreto.
- Pigmento: Preto.

Fonte: Lanxess (2017) e Avanto Architects (2017).

Figura A.41: Destilaria Kyrö.



Fonte: Lanxess (2017).

Duas Casas em Lerín

Ficha Técnica

- Arquiteto: *AZP Arquitectura y Paisaje*.
- Ano: 2017.
- Localização: Lerín, Espanha.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Amarelo.

Fonte: ArchDaily (2018) e AZP Arquitectura y Paisaje (2018).

Figura A.42: Duas Casas em Lerín.



Fonte: ArchDaily (2018).

Museu Tonofenfabrik

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Heneghan Peng Architects*.
- Ano: 2017.
- Localização: Lahr, Alemanha.
- Estrutura da torre de escada vinculada ao edifício existente: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2018) e Heneghan Peng Architects (2018).

Figura A.43: Museu Tonofenfabrik.



Fonte: ArchDaily (2018).

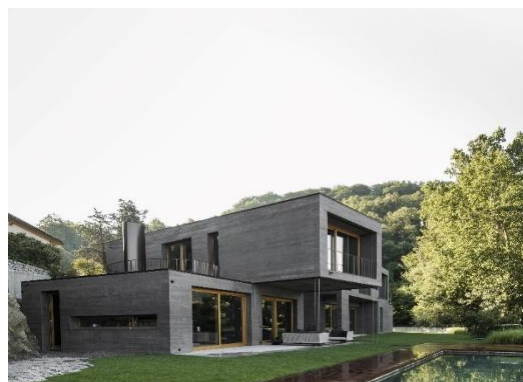
Residência Montagnola

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Attilio Panzeri & Partners*.
- Ano: 2017.
- Localização: Collina d'Oro, Suíça.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Preto.

Fonte: ArchDaily (2018) e Archello (2018).

Figura A.44: Residência Montagnola.



Fonte: Archello (2018).

Residência Panpo-ri

Ficha Técnica

- Arquiteto: *A Round Architects*.
- Ano: 2017.
- Localização: Panpo-ri, Coréia do Sul.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Preto.
- Fonte: ArchDaily (2018) e A Round Architects (2017).

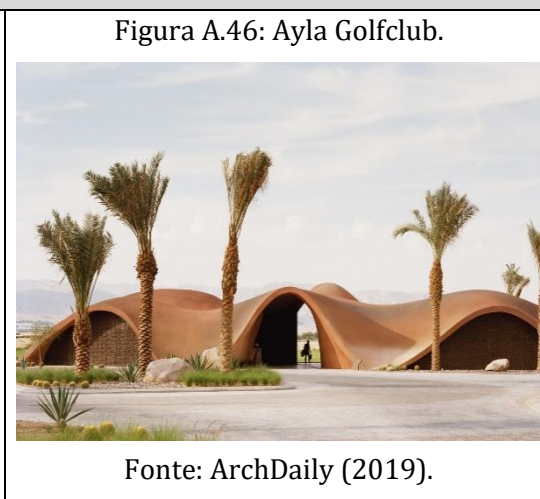


Ayla Golfclub

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Oppenheim Architecture*.
- Ano: 2018.
- Localização: Aqaba, Jordânia.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Ocre e vermelho.

Fonte: ArchDaily (2019) e Oppenheim Architecture (2019).



Capela da Santa Cruz

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Roberto Silva e Taller de Arquitectura X / Alberto Kalach*.
- Ano: 2018.
- Localização: Joutla de Juárez, México.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2020) e Languré (2021).



Casa CVC

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Estudio MMX*.
- Ano: 2018.
- Localização: Cidade do México, México.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2020) e Ozuna (2020).

Figura A.48: Casa CVC.



Fonte: ArchDaily (2020).

Edifício LC710

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Taller Héctor Barroso*.
- Ano: 2018.
- Localização: Cidade do México, México.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Amarelo.

Fonte: ArchDaily (2018) e Archello (2018).

Figura A.49: Edifício LC710.



Fonte: ArchDaily (2018).

Embaixada da Suíça em Nairobi

Ficha Técnica

- Arquiteto: *ro.ma. roeoesli & maeder gmbh*.
- Ano: 2018.
- Localização: Nairobi, Quênia.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho e marrom.

Fonte: ArchDaily (2018) e ro.ma. roeoesli & maeder gmbh (2018).

Figura A.50: Embaixada da Suíça em Nairobi.



Fonte: ArchDaily (2018).

Moradia para Idosos em Huningue

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Dominique Coulon & associés.*
- Ano: 2018.
- Localização: Huningue, França.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2018) e Dominique Coulon & associés (2018).

Figura A.51: Moradia em Huningue.



Fonte: ArchDaily (2018).

Restaurante Costa Brava Cozinha de Mar

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Apaloosa Estudio de Arquitectura y Diseño, Simetría Estudio de Arquitectura.*
- Ano: 2018.
- Localização: Tuxtla Gutiérrez, México.
- Estrutura da parede externa: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2019).

Figura A.52: Restaurante Costa Brava.



Fonte: ArchDaily (2019).

Templo Tejorling Radiance

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Karan Darda Architects.*
- Ano: 2018.
- Localização: Pune, Índia.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2021) e Karan Darda Architects (2018).

Figura A.53: Templo Tejorling Radiance.



Fonte: ArchDaily (2021).

Casa Bautista

Ficha Técnica

- Arquitecto: *PRODUCTORA*.
- Ano: 2019.
- Localização: Quintana Roo, México.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Azul.

Fonte: ArchDaily (2020) e PRODUCTORA (2019).

Figura A.54: Casa Bautista.



Fonte: ArchDaily (2020).

Casa Bugambilias

Ficha Técnica

- Arquitecto: *Taller Mexicano de Arquitectura*.
- Ano: 2019.
- Localização: Mérida, México.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2021).

Figura A.55: Casa Bugambilias.



Fonte: ArchDaily (2021).

Casa em São Pedro do Estoril

Ficha Técnica

- Arquitecto: *ARX Portugal*.
- Ano: 2019.
- Localização: Cascais, Portugal.
- Parede e cobertura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2020) e ARX (2019).

Figura A.56: Casa em São Pedro do Estoril.



Fonte: ArchDaily (2020).

Centro de Arte Ruby City da Fundação Linda Pace

Ficha Técnica

- Arquitecto: *Adjaye Associates e Alamo Architects.*
- Ano: 2019.
- Localização: Texas, EUA.
- Fachada: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: Baldwin (2019) e Adjaye Associates (2019).

Figura A.57: Centro de Arte Ruby City.



Fonte: Baldwin (2019).

Ponte de Concreto Negro

Ficha Técnica

- Arquitecto: *AOC Architects e Klokner Institute.*
- Ano: 2019.
- Localização: Vrapice, República Tcheca.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Preto.

Fonte: Harrouk (2019).

Figura A.58: Ponte de Concreto Negro.



Fonte: Harrouk (2019).

Restaurante de Ensino Infantil The Walls

Ficha Técnica

- Arquitecto: *AHO, The Scarcity and Creativity Studio, Tianjin University School of Architecture.*
- Ano: 2019.
- Localização: Ji'an, China.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2019).

Figura A.59: Restaurante The Walls.



Fonte: ArchDaily (2019).

Casa Berg

Ficha Técnica

- Arquiteto: *R21 Arkitekter*.
- Ano: 2020.
- Localização: Oslo, Noruega.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2021) e R21 (2020).

Figura A.60: Casa Berg.



Fonte: ArchDaily (2021).

Casa em Concreto Vermelho

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Sanden+Hodnekvam Architects*.
- Ano: 2020.
- Localização: Lillehammer, Noruega.
- Fachada: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2021) e Archello (2020).

Figura A.61: Casa em Concreto Vermelho.



Fonte: ArchDaily (2021).

Casa MF

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Alarcia Ferrer Architectos*.
- Ano: 2020.
- Localização: Córdoba, Argentina.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Rosa.

Fonte: ArchDaily (2021) e Alarcia Ferrer (2020).

Figura A.62: Casa MF.



Fonte: ArchDaily (2021).

Centro Comunitário Cabana do Pêssego

Ficha Técnica

- Arquiteto: *ATELIER XI*.
- Ano: 2020.
- Localização: Jiaozuo, China.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Rosa.

Fonte: ArchDaily (2020).

Figura A.63: Cabana do Pêssego.



Fonte: ArchDaily (2020).

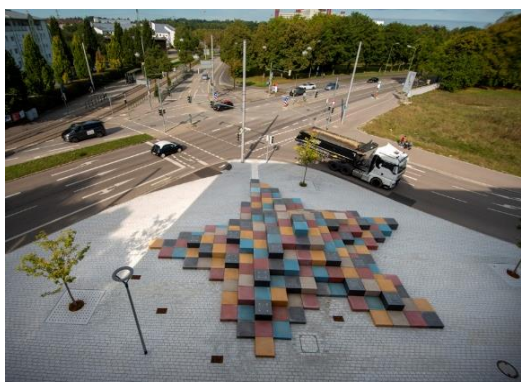
Escultura Urban Star

Ficha Técnica

- Arquiteto: *ANNABAU Architektur*.
- Ano: 2020.
- Localização: Augsburg, Alemanha.
- Estrutura: Bloco de concreto.
- Pigmento: Azul, preto, vermelho e amarelo.

Fonte: ANNABAU Architektur (2020) e Lanxess (2020).

Figura A.64: Escultura Urban Star.



Fonte: ANNABAU Architektur (2020).

Hotel Tepoztlán

Ficha Técnica

- Arquiteto: *Taller Carlos Marín + Pasquinel Studio*.
- Ano: 2020.
- Localização: Morelos, México.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2021) e Archello (2020).

Figura A.65: Hotel Tepoztlán.



Fonte: ArchDaily (2021).

Igreja Nuestra Señora de Candelaria

Ficha Técnica

- Arquitecto: Alejandro Beautell.
- Ano: 2020.
- Localização: Alcalá, Espanha.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Ocre.

Fonte: ArchDaily (2021).

Figura A.66: Igreja N. Sra. de Candelaria.



Fonte: ArchDaily (2021).

Loja The Webster

Ficha Técnica

- Arquitecto: *Adjaye Associates e Neumann Smith.*
- Ano: 2020.
- Localização: Los Angeles, EUA.
- Fachada: Concreto.
- Pigmento: Rosa.

Fonte: Adjaye Associates (2020) e WA Contents (2020).

Figura A.67: Loja The Webster.



Fonte: Adjaye Associates (2020).

Casa Límit

Ficha Técnica

- Arquitecto: *Atheleia Arquitectura.*
- Ano: 2021.
- Localização: Sant Julià de Ramis, Espanha.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Marrom.

Fonte: ArchDaily (2021) e Atheleia (2021).

Figura A.68: Casa Límit.



Fonte: ArchDaily (2021).

Casa Refúgio

Ficha Técnica

- Arquitecto: *NWLND Rogiers Vandeputte*.
- Ano: 2021.
- Localização: Bonheiden, Bélgica.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2022) e NWLND (2021).

Figura A.69: Casa Refúgio.



Fonte: ArchDaily (2022).

Edifício de Uso Misto Block 5B

Ficha Técnica

- Arquitecto: *RAUM*.
- Ano: 2021.
- Localização: Nantes, França.
- Estrutura do edifício de estacionamento ao lado das escadas: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2021).

Figura A.70: Block 5B.



Fonte: ArchDaily (2021).

Edifício Tajín 413

Ficha Técnica

- Arquitecto: *Cometrue*.
- Ano: 2021.
- Localização: Cidade do México, México.
- Fachada: Concreto.
- Pigmento: Marrom.

Fonte: ArchDaily (2021) e Archello (2021).

Figura A.71: Edifício Tajín 413.



Fonte: ArchDaily (2021).

Escola de Música Wunderkammer Bressanone

Ficha Técnica

- Arquitecto: Carlana Mezzalira Pentimalli.
- Ano: 2021.
- Localização: Brixen, Itália.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho e Preto.

Fonte: ArchDaily (2021).

Figura A.72: Escola de Música Wunderkammer Bressanone.



Fonte: ArchDaily (2021).

Vinícola Les Davids

Ficha Técnica

- Arquitecto: *Atelier Marc Barani.*
- Ano: 2021.
- Localização: Ménerbes, França.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Ocre.

Fonte: ArchDaily (2021) e Chroniques Architecture (2021).



Figura A.73: Vinícola Les Davids.

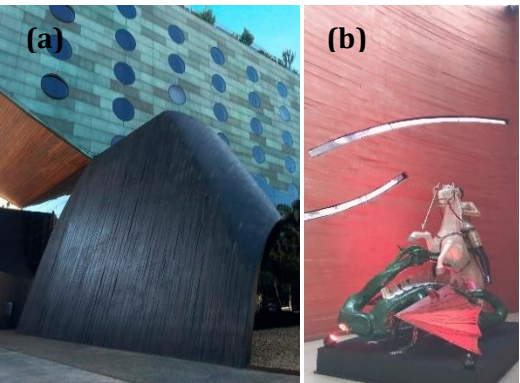



Fonte: ArchDaily (2021).


APÊNDICE B

A seguir são apresentadas todas as obras em concreto pigmentado - Panorama Nacional. A ficha técnica de cada edifício expõe o nome, o autor do projeto, o ano de construção, a cidade, a estrutura que possui o material e a cor do pigmento utilizado na mistura do concreto. Ao lado de cada especificação encontra-se uma figura da construção.

Obelisco Diamante dos Bandeirantes	
<p>Ficha Técnica</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Artista: Avatar Moraes.▪ Ano: 1978.▪ Localização: São Paulo, SP.▪ Estrutura: Concreto.▪ Pigmento: Vermelho. <p>Fonte: Avatar Moraes (2000) e Vasconcelos (2002).</p>	<p>Figura B.01: Obelisco Diamante dos Bandeirantes.</p>  <p>Foto: Daniel F. S. Bernardo (2019).</p>
Renaissance São Paulo Hotel	
<p>Ficha Técnica</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Arquiteto: Ruy Ohtake.▪ Ano: 1997.▪ Localização: São Paulo, SP.▪ Fachada com terraço curvo: Concreto.▪ Pigmento: Cinza e ocre. <p>Fonte: Ohtake (2009).</p>	<p>Figura B.02: (a) e (b) Renaissance Hotel.</p>  <p>Fonte: (a) Renaissance (2019) e (b) Funcef (2018).</p>

Hotel Unique	
<p>Ficha Técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Arquiteto: Ruy Ohtake. ▪ Ano: 2002. ▪ Localização: São Paulo, SP. ▪ Parede externa - fachada e parede interna - lobby: Concreto. ▪ Pigmento: Preto e vermelho. <p>Fonte: Portal Vitruvius (2005) e Mello (2005).</p>	<p>Figura B.03: Hotel Unique (a) Fachada e (b) Lobby.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p>Foto: (a) Deborah P. F. Gonçalves (2019) e (b) Renata S. da Cruz (2019).</p>

Ohtake Cultural	
<p>Ficha Técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Arquiteto: Ruy Ohtake. ▪ Ano: 2004. ▪ Localização: São Paulo, SP. ▪ Fachada, térreo, guarda-corpo e escada: Concreto. ▪ Pigmento: Cinza e ocre. <p>Fonte: Ohtake (2008) e Serapião (2004).</p>	<p>Figura B.04: (a) e (b) Ohtake Cultural.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p>Fonte: (a) e (b) Arte Fora do Museu (2020).</p>

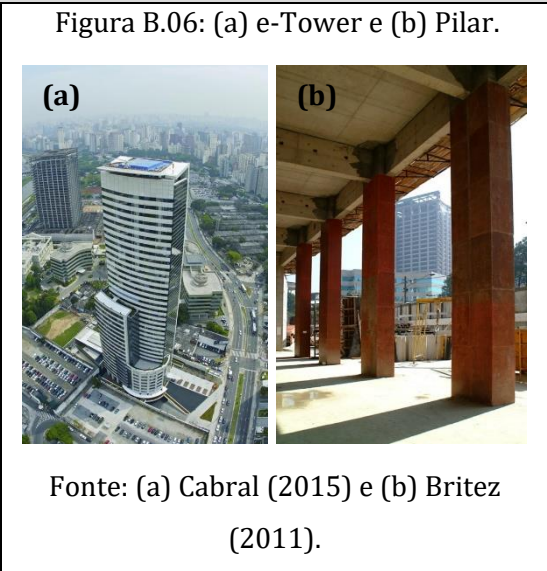
Painel Epopéia Paulista	
<p>Ficha Técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Artista: Maria Bonomi. ▪ Ano: 2004. ▪ Localização: Estação da Luz em São Paulo, SP. ▪ Mural: Concreto. ▪ Pigmento: Vermelho, branco e amarelo. <p>Fonte: Oliveira (2008).</p>	<p>Figura B.05: Painel Epopéia Paulista.</p>  <p>Fonte: Maria Bonomi (2005).</p>

Edifício e-Tower

Ficha Técnica

- Arquiteto: Aflalo & Gasperini Arquitetos.
- Ano: 2005.
- Localização: São Paulo, SP.
- Pilar do subsolo: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: Britez (2011) e AECweb (2015).

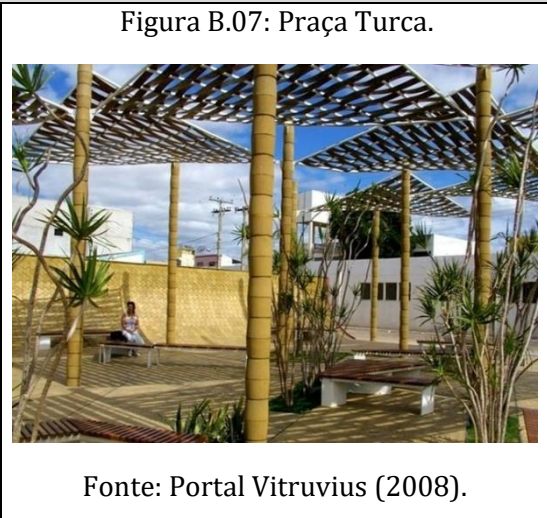


Praça Turca

Ficha Técnica

- Arquiteto: Naia Alban Suarez e Moacyr Peres Gramacho.
- Ano: 2005.
- Localização: Juazeiro, BA.
- Pilares pré-moldados e piso: Concreto.
- Pigmento: Amarelo.

Fonte: Portal Vitruvius (2008) e Veloso (2020).



Loja Garoa

Ficha Técnica

- Arquiteto: UNA Arquitetos.
- Ano: 2010.
- Localização: São Paulo, SP.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Preto.

Fonte: Helm (2011) e Portal Vitruvius (2011).



Casa Boaçava

Ficha Técnica

- Arquiteto: UNA Arquitetos.
- Ano: 2011 e ampliação em 2020.
- Localização: São Paulo, SP.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2012) e ArchDaily (2021).

Figura B.09: Casa Boaçava com ampliação.



Fonte: ArchDaily (2021).

Praça das Artes

Ficha Técnica

- Arquiteto: Brasil Arquitetura e Marcos Cartum.
- Ano: 2012.
- Localização: São Paulo, SP.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho e ocre.

Fonte: Nosek (2013); Lanxess (2012) e ArchDaily (2013).

Figura B.10: Praça das Artes.



Fonte: Brasil Arquitetura (2019).

Centro de Debates de Políticas Públicas (CDPP)

Ficha Técnica

- Arquiteto: Reinach Mendonça Arquitetos Associados - RMAA.
- Ano: 2014.
- Localização: São Paulo, SP.
- Muro: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: ArchDaily (2019) e RMAA (2014).

Figura B.11: Muros do CDPP.



Foto: Autora (2019).

Museu Cais do Sertão Luiz Gonzaga

Ficha Técnica

- Arquiteto: Brasil Arquitetura.
- Ano: 2014.
- Localização: Recife, PE.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Ocre.

Fonte: ArchDaily (2018) e Brasil Arquitetura (2018).

Figura B.12: Museu Cais do Sertão.



Foto: Autora (2019).

Casa Terra

Ficha Técnica

- Arquiteto: Bernardes Arquitetura.
- Ano: 2015.
- Localização: Itaipava, RJ.
- Muro: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: Bernardes Arquitetura (2018) e ArchDaily (2018).

Figura B.13: Casa Terra.



Fonte: ArchDaily (2018).

Ciclovía da Avenida Paulista

Ficha Técnica

- Arquiteto: Studio GGA - Gianpaolo Santoro Granato.
- Ano: 2015.
- Localização: São Paulo, SP.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: Portal Vitruvius (2018) e G1 (2015).

Figura B.14: Ciclovía da Av. Paulista.



Foto: Deborah P. F. Gonçalves (2019).

Casa Asa

Ficha Técnica

- Arquiteto: Bernardes Arquitetura.
- Ano: 2018.
- Localização: Rio de Janeiro, RJ.
- Parede externa: Concreto.
- Pigmento: Preto.

Fonte: ArchDaily (2021) e Bernardes Arquitetura (2018).

Figura B.15: Casa Asa.



Fonte: ArchDaily (2021).

Ciclovia da Avenida Haroldo de Camargo

Ficha Técnica

- Arquiteto: sem autoria.
- Ano: 2018.
- Localização: Santos, SP.
- Estrutura: Concreto.
- Pigmento: Vermelho.

Fonte: Prefeitura de Santos (2018).

Figura B.16: Ciclovia da Av. Haroldo de Camargo.



Fonte: Prefeitura de Santos (2018).

Casa dos Cajueiros

Ficha Técnica


- Arquiteto: Galeria Arquitetos e Terra Capobianco.
- Ano: 2019.
- Localização: Ubatuba, SP.
- Pilar e parede: Concreto.
- Pigmento: Marrom.


Fonte: ArchDaily (2021) e Galeria Arquitetos (2019).


Figura B.17: Casa dos Cajueiros.

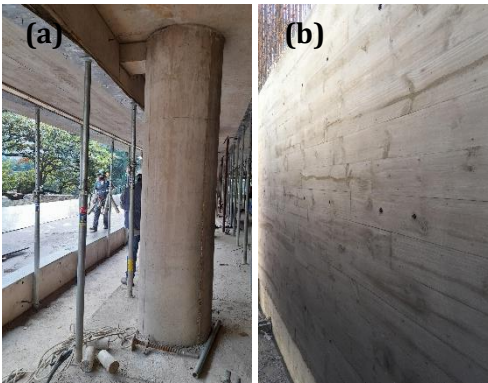



Fonte: ArchDaily (2021).

Casa FG	
<p>Ficha Técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Arquiteto: Bernardes Arquitetura. ▪ Ano: 2019. ▪ Localização: Porto Feliz, SP. ▪ Estrutura: Concreto. ▪ Pigmento: Vermelho. <p>Fonte: Bernardes Arquitetura (2019) e Revista Projeto (2021).</p>	<p style="text-align: center;">Figura B.18: Casa FG.</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: Bernardes Arquitetura (2019).</p>

Casa Sprint	
<p>Ficha Técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Arquiteto: Felipe Caboclo Arquitetura - Felipe Caboclo e Amana Roveri. ▪ Ano: 2021. ▪ Localização: Porto Feliz, SP. ▪ Estrutura do beiral e da viga principal: Concreto. ▪ Pigmento: Preto. <p>Fonte: Felipe Caboclo Arquitetura (2021).</p>	<p style="text-align: center;">Figura B.19: Casa Sprint em construção.</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: Felipe Caboclo Arquitetura (2021).</p>

Cidade Matarazzo	
<p>Ficha Técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Arquiteto: Jean Nouvel. ▪ Ano: 2021. ▪ Localização: São Paulo, SP. ▪ Estrutura da Torre Mata Atlântica: Concreto. ▪ Pigmento: Preto. <p>Fonte: Mapa da Obra (2019); Archtrends Portobello (2020) e Hetem (2020).</p>	<p style="text-align: center;">Figura B.20: Torre Mata Atlântica durante a construção.</p>  <p style="text-align: center;">Foto: Ercio Thomaz (2019).</p>

Edifício Ibaté	
<p>Ficha Técnica (obra em construção)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Arquiteto: Studio Arthur Casas. ▪ Ano: 2022 (previsão). ▪ Localização: São Paulo, SP. ▪ Laje, pilar e parede diafragma: Concreto. ▪ Pigmento: Amarelo e marrom. <p>Fonte: Studio Arthur Casas (2021) e Ibaté (2021).</p>	<p>Figura B.21: (a) e (b) Ed. Ibaté em construção.</p>  <p>Fonte: (a) e (b) Studio Arthur Casas (2021).</p>

Museu Paulista (MIP)	
<p>Ficha Técnica (obra em construção)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Arquiteto: H+F Arquitetos. ▪ Ano: 2022 (previsão). ▪ Localização: São Paulo, SP. ▪ Estrutura da ampliação: Concreto. ▪ Pigmento: Marrom e preto. <p>Fonte: ArchDaily (2021); H+F Arquitetos (2017) e Santiago (2021).</p>	<p>Figura B.22: Ampliação do MIP.</p>  <p>Fonte: ArchDaily (2021).</p>

Nova Sede do Museu da Imagem e do Som (MIS)	
<p>Ficha Técnica (obra em construção)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Arquiteto: <i>Diller Scofidio + Renfro</i>. ▪ Ano: 2022 (previsão). ▪ Localização: Rio de Janeiro, RJ. ▪ Parede lateral inclinada: Concreto. ▪ Pigmento: Preto. <p>Fonte: Britez et al. (2016); Delaqua (2014) e O Globo (2020).</p>	<p>Figura B.23: MIS-RJ em 2015.</p>  <p>Fonte: Britez et al. (2016).</p>

APÊNDICE C

A seguir são apresentados os dados das medições do ensaio de envelhecimento acelerado com medição da cor que foi realizado no Laboratório LMCC do IPT. As medições foram realizadas a cada 150 horas em um total de 3000 horas de exposição na CUV.

Quadro C.01: Medição com espectrofotômetro - 0 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4S	CUV1TST4S1	0	56,94	0,58	5,52	0 h
TST4S	CUV1TST4S2	0	56,70	0,38	4,80	
TST4S	CUV1TST4S3	0	58,07	0,75	6,12	
TST4S	CUV1TST4S4	0	59,57	0,44	5,12	
TST4S	CUV1TST4S5	0	59,47	0,66	5,74	
TST4S	CUV1TST4S6	0	60,18	0,37	5,04	
TST4S	CUV1TST4S7	0	60,02	0,44	5,10	
TST4S	CUV1TST4S8	0	60,32	0,61	5,39	
TST4S	CUV1TST4S9	0	59,66	0,44	5,16	
TST4H	CUV1TST4H1	0	60,34	0,42	4,86	
TST4H	CUV1TST4H2	0	60,39	0,57	4,06	
TST4H	CUV1TST4H3	0	60,18	0,30	4,72	
TST4H	CUV1TST4H4	0	58,58	0,54	4,86	
TST4H	CUV1TST4H5	0	59,46	0,37	4,66	
TST4H	CUV1TST4H6	0	59,23	0,40	4,53	
TST4H	CUV1TST4H7	0	58,18	0,93	5,24	
TST4H	CUV1TST4H8	0	60,95	0,43	4,61	
TST4H	CUV1TST4H9	0	58,34	0,41	5,06	
TST5S	CUV1TST5S1	0	59,32	4,70	26,01	
TST5S	CUV1TST5S2	0	60,05	4,51	26,27	
TST5S	CUV1TST5S3	0	60,17	4,78	26,26	
TST5S	CUV1TST5S4	0	59,96	4,71	26,96	
TST5S	CUV1TST5S5	0	60,29	4,74	27,07	
TST5S	CUV1TST5S6	0	59,38	4,70	26,60	
TST5S	CUV1TST5S7	0	60,15	4,80	26,90	
TST5S	CUV1TST5S8	0	59,90	4,70	27,35	
TST5S	CUV1TST5S9	0	60,43	4,48	25,81	
TST5H	CUV1TST5H1	0	57,71	4,73	26,41	
TST5H	CUV1TST5H2	0	59,08	4,87	26,86	
TST5H	CUV1TST5H3	0	57,52	5,27	26,84	
TST5H	CUV1TST5H4	0	57,67	5,37	27,51	
TST5H	CUV1TST5H5	0	58,00	4,92	26,99	
TST5H	CUV1TST5H6	0	58,44	5,05	26,98	
TST5H	CUV1TST5H7	0	60,38	5,30	27,98	
TST5H	CUV1TST5H8	0	59,38	5,12	27,49	
TST5H	CUV1TST5H9	0	59,17	4,79	26,00	
TST6S	CUV1TST6S1	0	52,07	-6,07	-9,79	
TST6S	CUV1TST6S2	0	52,62	-6,24	-9,47	
TST6S	CUV1TST6S3	0	53,00	-6,05	-9,74	
TST6S	CUV1TST6S4	0	52,83	-6,06	-10,20	
TST6S	CUV1TST6S5	0	53,44	-6,18	-9,65	
TST6S	CUV1TST6S6	0	52,75	-6,07	-10,03	
TST6S	CUV1TST6S7	0	52,18	-6,07	-9,80	
TST6S	CUV1TST6S8	0	53,43	-6,03	-9,15	
TST6S	CUV1TST6S9	0	52,78	-5,97	-8,95	
TST6H	CUV1TST6H1	0	52,37	-5,94	-9,89	
TST6H	CUV1TST6H2	0	52,49	-6,10	-9,91	
TST6H	CUV1TST6H3	0	51,69	-6,03	-9,52	
TST6H	CUV1TST6H4	0	52,55	-5,65	-10,36	
TST6H	CUV1TST6H5	0	52,51	-6,13	-9,76	
TST6H	CUV1TST6H6	0	52,17	-6,39	-8,93	
TST6H	CUV1TST6H7	0	51,86	-5,85	-9,54	
TST6H	CUV1TST6H8	0	51,29	-5,87	-8,94	
TST6H	CUV1TST6H9	0	52,35	-5,61	-7,73	
TST7S	CUV1TST7S1	0	60,19	-7,11	10,59	
TST7S	CUV1TST7S2	0	60,05	-7,44	10,62	
TST7S	CUV1TST7S3	0	59,75	-7,49	10,73	
TST7S	CUV1TST7S4	0	60,06	-7,35	10,23	
TST7S	CUV1TST7S5	0	60,19	-7,40	10,19	
TST7S	CUV1TST7S6	0	60,09	-7,30	10,29	
TST7S	CUV1TST7S7	0	60,92	-7,25	10,46	
TST7S	CUV1TST7S8	0	60,25	-7,31	10,30	
TST7S	CUV1TST7S9	0	59,82	-7,40	10,54	
TST7H	CUV1TST7H1	0	56,86	-6,99	11,32	
TST7H	CUV1TST7H2	0	55,45	-7,58	11,89	
TST7H	CUV1TST7H3	0	57,00	-7,65	11,48	
TST7H	CUV1TST7H4	0	57,65	-6,99	11,29	
TST7H	CUV1TST7H5	0	56,27	-7,49	11,86	
TST7H	CUV1TST7H6	0	57,56	-7,21	11,46	
TST7H	CUV1TST7H7	0	59,07	-7,01	10,62	
TST7H	CUV1TST7H8	0	55,68	-7,26	11,61	
TST7H	CUV1TST7H9	0	56,16	-7,31	11,57	

Fonte: Autora.

Quadro C.02: Medição com espectrofotômetro - 150 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4S	CUV4S15001	150	61,45	0,50	5,04	150 h
TST4S	CUV4S15002	150	59,99	0,27	4,90	
TST4S	CUV4S15003	150	59,70	0,52	5,73	
TST4S	CUV4S15004	150	60,08	0,23	5,05	
TST4S	CUV4S15005	150	60,66	0,59	5,04	
TST4S	CUV4S15006	150	59,73	0,56	5,33	
TST4S	CUV4S15007	150	60,90	0,31	4,90	
TST4S	CUV4S15008	150	61,76	0,59	4,84	
TST4S	CUV4S15009	150	60,29	0,43	5,11	
TST4H	CUV4H15001	150	61,32	0,34	4,58	
TST4H	CUV4H15002	150	62,40	0,27	4,19	
TST4H	CUV4H15003	150	61,18	0,30	4,54	
TST4H	CUV4H15004	150	59,58	0,39	4,81	
TST4H	CUV4H15005	150	60,69	0,26	4,39	
TST4H	CUV4H15006	150	60,20	0,36	4,37	
TST4H	CUV4H15007	150	59,05	0,73	4,94	
TST4H	CUV4H15008	150	61,77	0,38	4,46	
TST4H	CUV4H15009	150	60,33	0,46	4,59	
TST5S	CUV5S15001	150	60,40	4,46	25,69	
TST5S	CUV5S15002	150	60,13	4,60	26,13	
TST5S	CUV5S15003	150	60,95	4,66	26,08	
TST5S	CUV5S15004	150	60,65	4,68	27,12	
TST5S	CUV5S15005	150	60,70	4,77	27,20	
TST5S	CUV5S15006	150	60,02	4,67	27,06	
TST5S	CUV5S15007	150	60,46	4,82	26,99	
TST5S	CUV5S15008	150	60,40	4,65	27,41	
TST5S	CUV5S15009	150	60,87	4,63	26,43	
TST5H	CUV5H15001	150	58,69	4,72	26,62	
TST5H	CUV5H15002	150	59,61	4,73	26,75	
TST5H	CUV5H15003	150	58,17	5,22	26,60	
TST5H	CUV5H15004	150	58,74	5,13	27,39	
TST5H	CUV5H15005	150	58,52	4,88	26,84	
TST5H	CUV5H15006	150	58,96	4,98	26,97	
TST5H	CUV5H15007	150	60,38	5,04	27,48	
TST5H	CUV5H15008	150	59,64	5,07	27,15	
TST5H	CUV5H15009	150	59,43	4,80	26,14	
TST6S	CUV6S15001	150	53,04	-6,10	-9,81	
TST6S	CUV6S15002	150	53,28	-6,20	-9,93	
TST6S	CUV6S15003	150	53,75	-6,18	-10,07	
TST6S	CUV6S15004	150	53,35	-6,16	-10,41	
TST6S	CUV6S15005	150	54,14	-6,12	-10,07	
TST6S	CUV6S15006	150	53,65	-6,19	-10,34	
TST6S	CUV6S15007	150	53,00	-6,22	-10,15	
TST6S	CUV6S15008	150	54,56	-5,99	-9,71	
TST6S	CUV6S15009	150	53,83	-5,99	-9,12	
TST6H	CUV6H15001	150	53,47	-6,28	-10,35	
TST6H	CUV6H15002	150	53,71	-6,30	-10,34	
TST6H	CUV6H15003	150	53,03	-5,99	-9,88	
TST6H	CUV6H15004	150	53,70	-5,60	-10,89	
TST6H	CUV6H15005	150	53,77	-6,32	-10,29	
TST6H	CUV6H15006	150	53,12	-6,15	-9,52	
TST6H	CUV6H15007	150	53,26	-6,07	-9,75	
TST6H	CUV6H15008	150	52,73	-5,97	-9,57	
TST6H	CUV6H15009	150	54,47	-5,27	-7,35	
TST7S	CUV7S15001	150	60,11	-7,03	10,47	
TST7S	CUV7S15002	150	60,13	-7,49	10,61	
TST7S	CUV7S15003	150	59,98	-7,53	10,58	
TST7S	CUV7S15004	150	60,09	-7,36	10,25	
TST7S	CUV7S15005	150	60,15	-7,44	10,15	
TST7S	CUV7S15006	150	60,32	-7,30	10,12	
TST7S	CUV7S15007	150	61,06	-7,19	10,33	
TST7S	CUV7S15008	150	60,47	-7,33	10,13	
TST7S	CUV7S15009	150	59,54	-7,34	10,54	
TST7H	CUV7H15001	150	57,28	-7,04	11,11	
TST7H	CUV7H15002	150	56,51	-7,54	11,58	
TST7H	CUV7H15003	150	57,42	-7,52	11,17	
TST7H	CUV7H15004	150	58,00	-7,09	11,20	
TST7H	CUV7H15005	150	56,79	-7,58	11,74	
TST7H	CUV7H15006	150	57,83	-7,19	11,21	
TST7H	CUV7H15007	150	59,40	-7,21	10,50	
TST7H	CUV7H15008	150	56,06	-7,46	11,46	
TST7H	CUV7H15009	150	57,01	-7,51	11,32	

Fonte: Autora.

Quadro C.03: Medição com espectrofotômetro - 300 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4H	CUV4H30001	300	61,70	0,35	4,68	300 h
TST4H	CUV4H30002	300	62,86	0,41	4,21	
TST4H	CUV4H30003	300	61,29	0,08	4,71	
TST4H	CUV4H30004	300	60,43	0,23	4,87	
TST4H	CUV4H30005	300	60,83	0,31	4,51	
TST4H	CUV4H30006	300	60,94	0,30	4,38	
TST4H	CUV4H30007	300	59,89	0,57	5,08	
TST4H	CUV4H30008	300	62,42	0,33	4,49	
TST4H	CUV4H30009	300	59,99	0,55	4,77	
TST4S	CUV4S30001	300	61,31	0,63	5,54	
TST4S	CUV4S30002	300	60,08	0,36	5,12	
TST4S	CUV4S30003	300	59,72	0,58	5,87	
TST4S	CUV4S30004	300	59,99	0,42	5,20	
TST4S	CUV4S30005	300	60,88	0,67	5,33	
TST4S	CUV4S30006	300	60,06	0,59	5,47	
TST4S	CUV4S30007	300	61,20	0,38	5,02	
TST4S	CUV4S30008	300	61,59	0,54	5,38	
TST4S	CUV4S30009	300	60,53	0,51	5,21	
TST5H	CUV5H30001	300	58,64	5,16	26,91	
TST5H	CUV5H30002	300	59,95	5,12	27,27	
TST5H	CUV5H30003	300	58,41	5,50	27,22	
TST5H	CUV5H30004	300	58,59	5,75	27,78	
TST5H	CUV5H30005	300	58,64	5,27	27,22	
TST5H	CUV5H30006	300	59,01	5,28	27,26	
TST5H	CUV5H30007	300	60,87	5,61	27,97	
TST5H	CUV5H30008	300	59,88	5,44	27,55	
TST5H	CUV5H30009	300	59,84	5,15	26,72	
TST5S	CUV5S30001	300	59,93	5,04	26,47	
TST5S	CUV5S30002	300	60,37	4,93	26,90	
TST5S	CUV5S30003	300	60,66	5,08	26,04	
TST5S	CUV5S30004	300	60,88	5,04	26,89	
TST5S	CUV5S30005	300	60,57	5,17	27,82	
TST5S	CUV5S30006	300	59,91	5,12	26,85	
TST5S	CUV5S30007	300	60,36	5,10	27,14	
TST5S	CUV5S30008	300	60,30	5,22	27,63	
TST5S	CUV5S30009	300	61,66	4,83	23,92	
TST6H	CUV6H30001	300	53,81	-5,92	-10,61	
TST6H	CUV6H30002	300	53,82	-6,10	-10,54	
TST6H	CUV6H30003	300	53,10	-6,08	-9,83	
TST6H	CUV6H30004	300	54,06	-5,83	-10,77	
TST6H	CUV6H30005	300	53,89	-6,19	-10,29	
TST6H	CUV6H30006	300	53,35	-6,17	-9,75	
TST6H	CUV6H30007	300	53,40	-5,99	-9,87	
TST6H	CUV6H30008	300	52,84	-6,02	-9,56	
TST6H	CUV6H30009	300	53,74	-5,72	-8,58	
TST6S	CUV6S30001	300	53,02	-6,06	-9,94	
TST6S	CUV6S30002	300	53,38	-6,09	-9,94	
TST6S	CUV6S30003	300	53,79	-6,11	-9,91	
TST6S	CUV6S30004	300	53,54	-6,09	-10,49	
TST6S	CUV6S30005	300	54,26	-6,07	-10,17	
TST6S	CUV6S30006	300	53,30	-6,10	-10,43	
TST6S	CUV6S30007	300	53,19	-6,14	-10,22	
TST6S	CUV6S30008	300	55,43	-6,03	-9,92	
TST6S	CUV6S30009	300	54,23	-6,01	-9,38	
TST7H	CUV7H30001	300	57,39	-6,70	11,22	
TST7H	CUV7H30002	300	57,10	-7,15	11,49	
TST7H	CUV7H30003	300	57,33	-7,23	11,41	
TST7H	CUV7H30004	300	58,08	-6,76	11,32	
TST7H	CUV7H30005	300	57,01	-7,18	11,91	
TST7H	CUV7H30006	300	57,73	-6,92	11,44	
TST7H	CUV7H30007	300	59,14	-6,92	10,72	
TST7H	CUV7H30008	300	56,92	-6,91	11,43	
TST7H	CUV7H30009	300	56,68	-7,20	11,61	
TST7S	CUV7S30001	300	60,33	-6,88	10,90	
TST7S	CUV7S30002	300	60,03	-7,16	10,82	
TST7S	CUV7S30003	300	60,14	-7,30	10,85	
TST7S	CUV7S30004	300	60,21	-7,30	10,43	
TST7S	CUV7S30005	300	60,25	-7,13	10,39	
TST7S	CUV7S30006	300	60,20	-7,07	10,53	
TST7S	CUV7S30007	300	60,70	-6,95	10,65	
TST7S	CUV7S30008	300	60,63	-7,10	10,53	
TST7S	CUV7S30009	300	59,49	-7,08	10,80	

Fonte: Autora.

Quadro C.04: Medição com espectrofotômetro - 450 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4H	CUV4H45001	450	62,13	0,35	4,36	450 h
TST4H	CUV4H45002	450	62,63	0,40	4,14	
TST4H	CUV4H45003	450	60,97	0,11	4,62	
TST4H	CUV4H45004	450	60,96	0,24	4,40	
TST4H	CUV4H45005	450	60,71	0,33	4,54	
TST4H	CUV4H45006	450	61,12	0,29	4,26	
TST4H	CUV4H45007	450	60,23	0,72	4,67	
TST4H	CUV4H45008	450	62,38	0,34	4,30	
TST4H	CUV4H45009	450	59,89	0,44	4,72	
TST4S	CUV4S45001	450	60,99	0,67	5,70	
TST4S	CUV4S45002	450	59,97	0,35	5,22	
TST4S	CUV4S45003	450	59,60	0,55	5,96	
TST4S	CUV4S45004	450	60,08	0,42	5,03	
TST4S	CUV4S45005	450	60,79	0,62	5,17	
TST4S	CUV4S45006	450	59,84	0,60	5,48	
TST4S	CUV4S45007	450	60,77	0,49	5,25	
TST4S	CUV4S45008	450	61,38	0,64	5,15	
TST4S	CUV4S45009	450	60,28	0,51	5,30	
TST5H	CUV5H45001	450	59,15	5,04	26,44	
TST5H	CUV5H45002	450	59,59	5,08	26,45	
TST5H	CUV5H45003	450	58,35	5,47	26,68	
TST5H	CUV5H45004	450	58,96	5,45	27,40	
TST5H	CUV5H45005	450	58,82	5,12	26,91	
TST5H	CUV5H45006	450	59,10	5,26	26,96	
TST5H	CUV5H45007	450	60,86	5,54	27,79	
TST5H	CUV5H45008	450	60,01	5,40	27,45	
TST5H	CUV5H45009	450	59,52	5,10	26,34	
TST5S	CUV5S45001	450	60,46	4,83	25,80	
TST5S	CUV5S45002	450	60,22	4,86	26,38	
TST5S	CUV5S45003	450	61,18	4,99	25,39	
TST5S	CUV5S45004	450	60,55	5,02	26,84	
TST5S	CUV5S45005	450	60,38	5,25	27,52	
TST5S	CUV5S45006	450	59,83	5,13	27,14	
TST5S	CUV5S45007	450	60,41	4,99	27,05	
TST5S	CUV5S45008	450	60,39	5,03	27,17	
TST5S	CUV5S45009	450	60,34	5,29	26,35	
TST6H	CUV6H45001	450	53,90	-6,06	-10,55	
TST6H	CUV6H45002	450	54,08	-6,25	-10,52	
TST6H	CUV6H45003	450	53,51	-6,10	-10,29	
TST6H	CUV6H45004	450	54,10	-5,86	-10,94	
TST6H	CUV6H45005	450	54,00	-6,32	-10,40	
TST6H	CUV6H45006	450	53,27	-6,23	-9,73	
TST6H	CUV6H45007	450	53,43	-5,93	-9,97	
TST6H	CUV6H45008	450	53,19	-6,08	-9,85	
TST6H	CUV6H45009	450	53,78	-5,83	-8,80	
TST6S	CUV6S45001	450	53,23	-6,13	-10,04	
TST6S	CUV6S45002	450	53,29	-6,16	-10,35	
TST6S	CUV6S45003	450	53,85	-6,19	-10,14	
TST6S	CUV6S45004	450	53,61	-6,14	-10,36	
TST6S	CUV6S45005	450	54,49	-6,01	-9,78	
TST6S	CUV6S45006	450	53,46	-6,14	-10,30	
TST6S	CUV6S45007	450	53,27	-6,21	-10,25	
TST6S	CUV6S45008	450	55,28	-6,16	-10,05	
TST6S	CUV6S45009	450	54,31	-6,04	-9,51	
TST7H	CUV7H45001	450	57,50	-6,79	11,10	
TST7H	CUV7H45002	450	57,57	-7,19	11,10	
TST7H	CUV7H45003	450	57,30	-7,14	11,16	
TST7H	CUV7H45004	450	58,23	-6,82	11,09	
TST7H	CUV7H45005	450	57,09	-7,24	11,67	
TST7H	CUV7H45006	450	57,91	-6,99	11,24	
TST7H	CUV7H45007	450	58,99	-7,03	10,59	
TST7H	CUV7H45008	450	56,99	-7,04	11,31	
TST7H	CUV7H45009	450	56,89	-7,23	11,47	
TST7S	CUV7S45001	450	60,33	-6,95	10,80	
TST7S	CUV7S45002	450	60,11	-7,28	10,66	
TST7S	CUV7S45003	450	60,29	-7,30	10,74	
TST7S	CUV7S45004	450	60,30	-7,19	10,34	
TST7S	CUV7S45005	450	60,18	-7,24	10,42	
TST7S	CUV7S45006	450	60,29	-7,14	10,89	
TST7S	CUV7S45007	450	60,61	-7,14	10,51	
TST7S	CUV7S45008	450	60,50	-7,18	10,52	
TST7S	CUV7S45009	450	59,41	-7,11	10,50	

Fonte: Autora.

Quadro C.05: Medição com espectrofotômetro - 600 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4H	CUV4H60001	600	61,28	0,49	4,55	600 h
TST4H	CUV4H60002	600	63,27	0,33	3,98	
TST4H	CUV4H60003	600	61,87	0,02	4,35	
TST4H	CUV4H60004	600	61,16	0,29	4,24	
TST4H	CUV4H60005	600	61,83	0,22	4,05	
TST4H	CUV4H60006	600	61,62	0,30	4,08	
TST4H	CUV4H60007	600	60,51	0,69	4,62	
TST4H	CUV4H60008	600	62,94	0,36	4,09	
TST4H	CUV4H60009	600	60,95	0,41	4,21	
TST4S	CUV4S60001	600	60,38	0,70	5,84	
TST4S	CUV4S60002	600	59,86	0,40	5,28	
TST4S	CUV4S60003	600	57,51	0,85	6,56	
TST4S	CUV4S60004	600	59,93	0,50	5,23	
TST4S	CUV4S60005	600	60,87	0,65	5,36	
TST4S	CUV4S60006	600	59,10	0,60	5,85	
TST4S	CUV4S60007	600	60,98	0,40	5,06	
TST4S	CUV4S60008	600	61,20	0,69	5,48	
TST4S	CUV4S60009	600	60,08	0,57	5,24	
TST5H	CUV5H60001	600	59,53	4,96	26,50	
TST5H	CUV5H60002	600	59,92	5,09	26,65	
TST5H	CUV5H60003	600	59,18	5,27	26,44	
TST5H	CUV5H60004	600	59,22	5,42	27,19	
TST5H	CUV5H60005	600	59,52	4,83	26,42	
TST5H	CUV5H60006	600	59,53	5,13	26,76	
TST5H	CUV5H60007	600	61,06	5,63	27,50	
TST5H	CUV5H60008	600	60,13	5,56	27,11	
TST5H	CUV5H60009	600	60,30	5,19	26,30	
TST5S	CUV5S60001	600	58,80	5,08	26,54	
TST5S	CUV5S60002	600	59,67	4,99	26,38	
TST5S	CUV5S60003	600	60,20	4,92	25,83	
TST5S	CUV5S60004	600	59,88	4,94	27,09	
TST5S	CUV5S60005	600	60,19	5,11	27,60	
TST5S	CUV5S60006	600	59,47	5,11	26,71	
TST5S	CUV5S60007	600	59,79	5,13	27,34	
TST5S	CUV5S60008	600	59,56	5,31	27,56	
TST5S	CUV5S60009	600	60,02	5,16	25,51	
TST6H	CUV6H60001	600	53,76	-6,07	-10,69	
TST6H	CUV6H60002	600	54,37	-6,35	-10,68	
TST6H	CUV6H60003	600	53,59	-6,11	-10,47	
TST6H	CUV6H60004	600	54,12	-5,95	-10,89	
TST6H	CUV6H60005	600	54,41	-6,28	-10,56	
TST6H	CUV6H60006	600	53,67	-6,17	-9,96	
TST6H	CUV6H60007	600	53,37	-6,05	-10,06	
TST6H	CUV6H60008	600	53,00	-6,07	-9,57	
TST6H	CUV6H60009	600	53,30	-5,89	-9,24	
TST6S	CUV6S60001	600	52,63	-5,92	-9,69	
TST6S	CUV6S60002	600	53,05	-6,03	-9,98	
TST6S	CUV6S60003	600	53,54	-6,02	-9,97	
TST6S	CUV6S60004	600	52,79	-6,08	-10,35	
TST6S	CUV6S60005	600	53,55	-6,10	-9,79	
TST6S	CUV6S60006	600	53,69	-6,06	-10,09	
TST6S	CUV6S60007	600	53,16	-6,05	-9,78	
TST6S	CUV6S60008	600	54,65	-5,79	-9,61	
TST6S	CUV6S60009	600	52,76	-6,25	-9,15	
TST7H	CUV7H60001	600	57,30	-6,87	10,95	
TST7H	CUV7H60002	600	58,29	-6,92	10,30	
TST7H	CUV7H60003	600	57,48	-7,11	10,83	
TST7H	CUV7H60004	600	58,36	-6,79	10,85	
TST7H	CUV7H60005	600	57,21	-7,16	11,24	
TST7H	CUV7H60006	600	58,03	-6,95	10,83	
TST7H	CUV7H60007	600	59,45	-6,98	10,42	
TST7H	CUV7H60008	600	57,12	-6,89	10,92	
TST7H	CUV7H60009	600	57,04	-7,12	11,07	
TST7S	CUV7S60001	600	59,35	-7,07	10,94	
TST7S	CUV7S60002	600	59,78	-7,31	10,69	
TST7S	CUV7S60003	600	59,28	-7,33	10,87	
TST7S	CUV7S60004	600	59,37	-7,24	10,49	
TST7S	CUV7S60005	600	59,56	-7,25	10,37	
TST7S	CUV7S60006	600	59,44	-7,22	10,54	
TST7S	CUV7S60007	600	58,67	-7,13	11,24	
TST7S	CUV7S60008	600	59,79	-7,27	10,66	
TST7S	CUV7S60009	600	59,07	-7,35	11,14	

Fonte: Autora.

Quadro C.06: Medição com espectrofotômetro - 750 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4H	CUV4H75001	750	59,64	0,49	4,94	750 h
TST4H	CUV4H75002	750	61,91	0,40	4,16	
TST4H	CUV4H75003	750	61,47	0,18	4,16	
TST4H	CUV4H75004	750	60,46	0,30	4,37	
TST4H	CUV4H75005	750	61,24	0,28	4,17	
TST4H	CUV4H75006	750	61,42	0,31	4,03	
TST4H	CUV4H75007	750	60,90	0,45	4,55	
TST4H	CUV4H75008	750	62,51	0,37	4,05	
TST4H	CUV4H75009	750	60,82	0,38	4,21	
TST4S	CUV4S75001	750	57,97	0,65	5,78	
TST4S	CUV4S75002	750	57,17	0,46	5,47	
TST4S	CUV4S75003	750	56,21	0,66	6,27	
TST4S	CUV4S75004	750	58,02	0,43	5,25	
TST4S	CUV4S75005	750	58,47	0,69	5,73	
TST4S	CUV4S75006	750	57,26	0,71	5,70	
TST4S	CUV4S75007	750	58,71	0,47	4,94	
TST4S	CUV4S75008	750	58,76	0,61	5,54	
TST4S	CUV4S75009	750	58,35	0,58	5,11	
TST5H	CUV5H75001	750	58,28	4,69	26,42	
TST5H	CUV5H75002	750	59,23	4,86	26,90	
TST5H	CUV5H75003	750	58,73	4,98	26,65	
TST5H	CUV5H75004	750	59,17	5,11	26,82	
TST5H	CUV5H75005	750	58,60	4,91	26,84	
TST5H	CUV5H75006	750	59,03	4,91	26,82	
TST5H	CUV5H75007	750	60,54	5,26	27,60	
TST5H	CUV5H75008	750	60,20	4,91	26,90	
TST5H	CUV5H75009	750	59,92	4,64	26,05	
TST5S	CUV5S75001	750	58,51	4,90	26,35	
TST5S	CUV5S75002	750	59,04	4,81	26,82	
TST5S	CUV5S75003	750	59,52	4,71	26,06	
TST5S	CUV5S75004	750	59,63	4,80	27,39	
TST5S	CUV5S75005	750	60,11	4,95	27,75	
TST5S	CUV5S75006	750	59,11	4,91	27,26	
TST5S	CUV5S75007	750	59,61	4,75	27,74	
TST5S	CUV5S75008	750	59,83	5,24	27,68	
TST5S	CUV5S75009	750	59,77	4,90	26,08	
TST6H	CUV6H75001	750	52,84	-6,09	-10,74	
TST6H	CUV6H75002	750	53,64	-6,26	-10,86	
TST6H	CUV6H75003	750	52,89	-6,03	-10,58	
TST6H	CUV6H75004	750	53,17	-5,94	-11,03	
TST6H	CUV6H75005	750	54,21	-6,26	-10,77	
TST6H	CUV6H75006	750	52,78	-6,26	-10,01	
TST6H	CUV6H75007	750	52,34	-6,05	-10,14	
TST6H	CUV6H75008	750	53,02	-6,05	-9,97	
TST6H	CUV6H75009	750	52,46	-5,74	-8,97	
TST6S	CUV6S75001	750	50,93	-6,02	-9,64	
TST6S	CUV6S75002	750	51,38	-6,15	-10,36	
TST6S	CUV6S75003	750	51,71	-6,17	-9,96	
TST6S	CUV6S75004	750	51,87	-6,15	-10,37	
TST6S	CUV6S75005	750	52,09	-6,03	-9,73	
TST6S	CUV6S75006	750	51,34	-6,21	-10,07	
TST6S	CUV6S75007	750	51,38	-6,20	-10,10	
TST6S	CUV6S75008	750	53,18	-5,95	-9,83	
TST6S	CUV6S75009	750	50,73	-6,20	-9,59	
TST7H	CUV7H75001	750	57,68	-6,98	10,37	
TST7H	CUV7H75002	750	58,46	-6,93	9,80	
TST7H	CUV7H75003	750	57,34	-7,41	10,53	
TST7H	CUV7H75004	750	58,58	-7,07	10,29	
TST7H	CUV7H75005	750	57,64	-7,35	10,74	
TST7H	CUV7H75006	750	58,21	-7,13	10,35	
TST7H	CUV7H75007	750	59,48	-7,28	10,20	
TST7H	CUV7H75008	750	58,00	-7,16	10,29	
TST7H	CUV7H75009	750	57,59	-7,26	10,31	
TST7S	CUV7S75001	750	58,05	-7,39	11,05	
TST7S	CUV7S75002	750	58,59	-7,50	10,62	
TST7S	CUV7S75003	750	58,84	-7,53	10,60	
TST7S	CUV7S75004	750	58,16	-7,47	10,41	
TST7S	CUV7S75005	750	58,77	-7,48	10,22	
TST7S	CUV7S75006	750	59,38	-7,46	10,29	
TST7S	CUV7S75007	750	57,05	-7,42	11,24	
TST7S	CUV7S75008	750	58,89	-7,49	10,43	
TST7S	CUV7S75009	750	58,54	-7,38	10,70	

Fonte: Autora.

Quadro C.07: Medição com espectrofotômetro - 900 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4H	CUV4H90001	900	60,84	0,34	4,58	900 h
TST4H	CUV4H90002	900	62,23	0,44	4,22	
TST4H	CUV4H90003	900	62,20	0,15	4,23	
TST4H	CUV4H90004	900	61,05	0,29	4,33	
TST4H	CUV4H90005	900	62,11	0,27	4,23	
TST4H	CUV4H90006	900	62,00	0,28	4,22	
TST4H	CUV4H90007	900	61,37	0,62	4,20	
TST4H	CUV4H90008	900	63,13	0,33	4,32	
TST4H	CUV4H90009	900	61,55	0,33	4,20	
TST4S	CUV4S90001	900	58,16	0,69	5,68	
TST4S	CUV4S90002	900	58,81	0,31	4,73	
TST4S	CUV4S90003	900	56,52	0,66	5,94	
TST4S	CUV4S90004	900	58,76	0,39	4,83	
TST4S	CUV4S90005	900	60,10	0,40	4,95	
TST4S	CUV4S90006	900	58,02	0,59	5,31	
TST4S	CUV4S90007	900	59,01	0,47	4,79	
TST4S	CUV4S90008	900	59,00	0,63	5,36	
TST4S	CUV4S90009	900	58,79	0,52	5,15	
TST5H	CUV5H90001	900	59,59	4,66	27,18	
TST5H	CUV5H90002	900	60,45	4,67	26,89	
TST5H	CUV5H90003	900	60,30	4,83	26,80	
TST5H	CUV5H90004	900	60,30	4,80	26,91	
TST5H	CUV5H90005	900	60,20	4,46	25,90	
TST5H	CUV5H90006	900	60,26	4,69	26,62	
TST5H	CUV5H90007	900	60,93	5,08	27,33	
TST5H	CUV5H90008	900	61,20	4,73	26,93	
TST5H	CUV5H90009	900	60,46	4,64	25,90	
TST5S	CUV5S90001	900	59,50	4,73	26,75	
TST5S	CUV5S90002	900	60,07	4,69	26,96	
TST5S	CUV5S90003	900	60,21	4,77	26,22	
TST5S	CUV5S90004	900	59,99	4,59	27,25	
TST5S	CUV5S90005	900	61,01	4,75	27,05	
TST5S	CUV5S90006	900	59,79	4,84	27,26	
TST5S	CUV5S90007	900	59,73	4,69	27,61	
TST5S	CUV5S90008	900	59,95	4,97	27,74	
TST5S	CUV5S90009	900	59,98	4,73	26,83	
TST6H	CUV6H90001	900	53,65	-6,10	-11,04	
TST6H	CUV6H90002	900	54,18	-6,06	-11,14	
TST6H	CUV6H90003	900	53,60	-6,03	-10,59	
TST6H	CUV6H90004	900	53,61	-5,84	-11,07	
TST6H	CUV6H90005	900	54,31	-6,40	-10,97	
TST6H	CUV6H90006	900	52,99	-6,22	-10,17	
TST6H	CUV6H90007	900	52,21	-6,24	-10,02	
TST6H	CUV6H90008	900	53,04	-5,97	-10,14	
TST6H	CUV6H90009	900	52,09	-5,97	-9,41	
TST6S	CUV6S90001	900	52,62	-6,24	-10,41	
TST6S	CUV6S90002	900	53,26	-6,26	-10,62	
TST6S	CUV6S90003	900	53,34	-6,18	-10,23	
TST6S	CUV6S90004	900	53,14	-6,31	-11,04	
TST6S	CUV6S90005	900	53,63	-6,10	-10,34	
TST6S	CUV6S90006	900	53,17	-6,18	-10,83	
TST6S	CUV6S90007	900	52,34	-6,37	-10,82	
TST6S	CUV6S90008	900	55,09	-5,80	-9,32	
TST6S	CUV6S90009	900	52,33	-6,29	-9,73	
TST7H	CUV7H90001	900	59,44	-7,08	9,76	
TST7H	CUV7H90002	900	59,20	-7,05	9,86	
TST7H	CUV7H90003	900	57,61	-7,50	10,74	
TST7H	CUV7H90004	900	60,10	-6,97	9,70	
TST7H	CUV7H90005	900	58,11	-7,36	10,73	
TST7H	CUV7H90006	900	58,63	-7,21	10,46	
TST7H	CUV7H90007	900	60,26	-7,43	10,21	
TST7H	CUV7H90008	900	58,53	-7,25	10,37	
TST7H	CUV7H90009	900	58,03	-7,25	10,35	
TST7S	CUV7S90001	900	58,27	-7,39	11,06	
TST7S	CUV7S90002	900	58,79	-7,62	10,84	
TST7S	CUV7S90003	900	58,73	-7,63	10,86	
TST7S	CUV7S90004	900	58,16	-7,60	10,66	
TST7S	CUV7S90005	900	58,66	-7,58	10,55	
TST7S	CUV7S90006	900	58,84	-7,59	10,65	
TST7S	CUV7S90007	900	57,17	-7,58	11,48	
TST7S	CUV7S90008	900	58,79	-7,62	10,87	
TST7S	CUV7S90009	900	57,91	-7,51	10,96	

Fonte: Autora.

Quadro C.08: Medição com espectrofotômetro - 1050 horas (antes 1ª limpeza).

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4H	TST4H1L001	1050	61,02	0,38	4,48	1050 h - Antes da Limpeza 1
TST4H	TST4H1L002	1050	62,03	0,48	4,25	
TST4H	TST4H1L003	1050	61,59	0,33	4,13	
TST4H	TST4H1L004	1050	61,31	0,19	4,27	
TST4H	TST4H1L005	1050	61,71	0,30	4,50	
TST4H	TST4H1L006	1050	61,65	0,30	4,41	
TST4H	TST4H1L007	1050	61,50	0,82	4,44	
TST4H	TST4H1L008	1050	62,28	0,45	4,59	
TST4H	TST4H1L009	1050	61,55	0,36	4,31	
TST4S	TST4S1L001	1050	58,70	0,39	5,18	
TST4S	TST4S1L002	1050	58,53	0,33	4,77	
TST4S	TST4S1L003	1050	58,48	0,41	5,12	
TST4S	TST4S1L004	1050	58,60	0,32	4,78	
TST4S	TST4S1L005	1050	59,80	0,51	5,21	
TST4S	TST4S1L006	1050	58,28	0,49	5,13	
TST4S	TST4S1L007	1050	59,40	0,30	4,63	
TST4S	TST4S1L008	1050	58,47	0,63	5,50	
TST4S	TST4S1L009	1050	59,20	0,43	4,76	
TST5H	TST5H1L001	1050	59,67	4,54	26,91	
TST5H	TST5H1L002	1050	60,79	4,73	27,23	
TST5H	TST5H1L003	1050	60,51	4,74	26,61	
TST5H	TST5H1L004	1050	60,75	4,80	27,00	
TST5H	TST5H1L005	1050	60,80	4,47	26,76	
TST5H	TST5H1L006	1050	60,45	4,75	27,10	
TST5H	TST5H1L007	1050	61,00	5,28	28,22	
TST5H	TST5H1L008	1050	61,68	4,78	27,26	
TST5H	TST5H1L009	1050	60,58	4,74	26,60	
TST5S	TST5S1L001	1050	59,53	4,79	26,78	
TST5S	TST5S1L002	1050	60,70	4,61	26,99	
TST5S	TST5S1L003	1050	60,85	4,64	25,16	
TST5S	TST5S1L004	1050	60,36	4,80	27,62	
TST5S	TST5S1L005	1050	61,58	4,77	27,38	
TST5S	TST5S1L006	1050	60,22	4,81	27,22	
TST5S	TST5S1L007	1050	60,30	4,67	27,29	
TST5S	TST5S1L008	1050	60,21	4,97	27,96	
TST5S	TST5S1L009	1050	60,19	4,84	26,70	
TST6H	TST6H1L001	1050	55,21	-5,94	-11,09	
TST6H	TST6H1L002	1050	55,47	-6,26	-10,95	
TST6H	TST6H1L003	1050	55,42	-5,82	-10,79	
TST6H	TST6H1L004	1050	54,76	-5,87	-11,18	
TST6H	TST6H1L005	1050	54,97	-6,11	-11,09	
TST6H	TST6H1L006	1050	54,11	-6,14	-10,18	
TST6H	TST6H1L007	1050	53,04	-6,01	-10,36	
TST6H	TST6H1L008	1050	53,68	-5,97	-10,38	
TST6H	TST6H1L009	1050	52,59	-5,71	-9,35	
TST6S	TST6S1L001	1050	52,91	-6,25	-10,52	
TST6S	TST6S1L002	1050	53,23	-6,23	-10,86	
TST6S	TST6S1L003	1050	53,16	-6,19	-10,67	
TST6S	TST6S1L004	1050	53,40	-6,31	-10,81	
TST6S	TST6S1L005	1050	53,35	-6,38	-10,74	
TST6S	TST6S1L006	1050	53,92	-6,11	-9,98	
TST6S	TST6S1L007	1050	52,40	-6,45	-10,84	
TST6S	TST6S1L008	1050	54,78	-5,95	-9,59	
TST6S	TST6S1L009	1050	51,51	-6,20	-9,76	
TST7H	TST7H1L001	1050	59,96	-7,04	9,72	
TST7H	TST7H1L002	1050	59,43	-7,12	10,04	
TST7H	TST7H1L003	1050	58,01	-7,39	10,70	
TST7H	TST7H1L004	1050	60,43	-6,94	9,78	
TST7H	TST7H1L005	1050	58,36	-7,47	10,83	
TST7H	TST7H1L006	1050	58,89	-7,19	10,48	
TST7H	TST7H1L007	1050	60,53	-7,31	10,12	
TST7H	TST7H1L008	1050	58,43	-7,19	10,36	
TST7H	TST7H1L009	1050	58,40	-7,32	10,52	
TST7S	TST7S1L001	1050	59,13	-7,28	10,69	
TST7S	TST7S1L002	1050	58,83	-7,31	10,64	
TST7S	TST7S1L003	1050	58,44	-7,40	10,81	
TST7S	TST7S1L004	1050	58,81	-7,48	10,32	
TST7S	TST7S1L005	1050	58,84	-7,44	10,38	
TST7S	TST7S1L006	1050	58,56	-7,43	10,61	
TST7S	TST7S1L007	1050	58,15	-7,45	10,87	
TST7S	TST7S1L008	1050	58,23	-7,48	11,06	
TST7S	TST7S1L009	1050	57,90	-7,49	11,08	

Fonte: Autora.

Quadro C.09: Medição com espectrofotômetro - 1050 horas (após 1ª limpeza).

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4H	TST4H2L001	1050L	65,53	-0,26	1,88	1050 h - Limpeza 1
TST4H	TST4H2L002	1050L	66,18	-0,18	1,80	
TST4H	TST4H2L003	1050L	64,14	-0,28	2,24	
TST4H	TST4H2L004	1050L	65,70	-0,53	2,02	
TST4H	TST4H2L005	1050L	65,88	-0,23	2,00	
TST4H	TST4H2L006	1050L	65,03	-0,25	1,89	
TST4H	TST4H2L007	1050L	63,83	-0,08	2,48	
TST4H	TST4H2L008	1050L	66,09	-0,15	2,14	
TST4H	TST4H2L009	1050L	63,96	-0,10	2,28	
TST4S	TST4S2L001	1050L	60,15	0,38	3,38	
TST4S	TST4S2L002	1050L	59,81	0,07	2,77	
TST4S	TST4S2L003	1050L	58,40	0,32	3,99	
TST4S	TST4S2L004	1050L	59,31	0,18	2,89	
TST4S	TST4S2L005	1050L	59,71	0,46	3,32	
TST4S	TST4S2L006	1050L	58,87	0,38	3,46	
TST4S	TST4S2L007	1050L	60,47	0,12	2,64	
TST4S	TST4S2L008	1050L	60,50	0,28	3,35	
TST4S	TST4S2L009	1050L	60,22	0,22	2,87	
TST5H	TST5H2L001	1050L	62,24	3,56	25,59	
TST5H	TST5H2L002	1050L	62,88	3,54	25,70	
TST5H	TST5H2L003	1050L	62,20	3,69	25,31	
TST5H	TST5H2L004	1050L	61,32	3,67	25,23	
TST5H	TST5H2L005	1050L	61,01	3,31	24,48	
TST5H	TST5H2L006	1050L	60,54	3,76	24,58	
TST5H	TST5H2L007	1050L	61,64	4,16	25,44	
TST5H	TST5H2L008	1050L	61,18	3,87	24,87	
TST5H	TST5H2L009	1050L	60,09	3,84	24,56	
TST5S	TST5S2L001	1050L	60,77	3,64	24,12	
TST5S	TST5S2L002	1050L	61,97	3,28	23,94	
TST5S	TST5S2L003	1050L	61,57	3,45	23,57	
TST5S	TST5S2L004	1050L	60,95	3,66	23,80	
TST5S	TST5S2L005	1050L	60,82	3,41	24,05	
TST5S	TST5S2L006	1050L	61,95	3,05	20,27	
TST5S	TST5S2L007	1050L	59,13	3,56	23,36	
TST5S	TST5S2L008	1050L	60,73	3,31	23,49	
TST5S	TST5S2L009	1050L	60,43	3,51	22,64	
TST6H	TST6H2L001	1050L	56,15	-5,95	-11,71	
TST6H	TST6H2L002	1050L	56,41	-6,21	-11,76	
TST6H	TST6H2L003	1050L	55,74	-5,94	-11,27	
TST6H	TST6H2L004	1050L	55,78	-5,94	-11,82	
TST6H	TST6H2L005	1050L	56,73	-6,09	-11,54	
TST6H	TST6H2L006	1050L	55,06	-6,07	-10,64	
TST6H	TST6H2L007	1050L	53,92	-5,99	-10,85	
TST6H	TST6H2L008	1050L	54,97	-6,03	-11,22	
TST6H	TST6H2L009	1050L	52,20	-6,38	-11,11	
TST6S	TST6S2L001	1050L	56,24	-5,65	-10,49	
TST6S	TST6S2L002	1050L	56,36	-5,84	-11,19	
TST6S	TST6S2L003	1050L	57,67	-5,61	-10,90	
TST6S	TST6S2L004	1050L	56,51	-5,80	-11,22	
TST6S	TST6S2L005	1050L	56,49	-5,51	-10,25	
TST6S	TST6S2L006	1050L	56,25	-5,88	-11,60	
TST6S	TST6S2L007	1050L	56,05	-5,74	-10,96	
TST6S	TST6S2L008	1050L	59,40	-5,20	-9,75	
TST6S	TST6S2L009	1050L	56,95	-5,62	-10,43	
TST7H	TST7H2L001	1050L	56,66	-6,34	9,40	
TST7H	TST7H2L002	1050L	56,17	-6,62	9,59	
TST7H	TST7H2L003	1050L	56,00	-6,69	9,62	
TST7H	TST7H2L004	1050L	56,88	-6,42	9,52	
TST7H	TST7H2L005	1050L	55,82	-6,58	9,65	
TST7H	TST7H2L006	1050L	56,09	-6,39	9,56	
TST7H	TST7H2L007	1050L	56,89	-6,50	9,17	
TST7H	TST7H2L008	1050L	55,47	-6,50	9,51	
TST7H	TST7H2L009	1050L	56,67	-6,76	9,56	
TST7S	TST7S2L001	1050L	60,52	-6,74	9,16	
TST7S	TST7S2L002	1050L	60,00	-6,77	8,79	
TST7S	TST7S2L003	1050L	61,26	-6,97	8,84	
TST7S	TST7S2L004	1050L	59,52	-6,67	8,96	
TST7S	TST7S2L005	1050L	59,13	-6,61	8,82	
TST7S	TST7S2L006	1050L	60,52	-6,75	8,73	
TST7S	TST7S2L007	1050L	59,70	-6,44	9,12	
TST7S	TST7S2L008	1050L	60,19	-6,72	8,94	
TST7S	TST7S2L009	1050L	59,98	-6,84	8,68	

Fonte: Autora.

Quadro C.10: Medição com espectrofotômetro - 1050 horas (reaplicação hidrofugante).

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4H	TST4HAH001	1050H	65,66	-0,24	2,00	1050 h - Hidrofugante
TST4H	TST4HAH002	1050H	66,21	-0,17	1,99	
TST4H	TST4HAH003	1050H	64,11	-0,27	2,32	
TST4H	TST4HAH004	1050H	65,70	-0,47	2,00	
TST4H	TST4HAH005	1050H	66,09	-0,25	2,03	
TST4H	TST4HAH006	1050H	65,28	-0,22	1,99	
TST4H	TST4HAH007	1050H	64,15	-0,05	2,41	
TST4H	TST4HAH008	1050H	66,17	-0,12	2,28	
TST4H	TST4HAH009	1050H	64,14	-0,11	2,25	
TST4S	TST4SAH001	1050H	60,55	0,37	3,34	
TST4S	TST4SAH002	1050H	60,23	0,04	2,79	
TST4S	TST4SAH003	1050H	58,56	0,33	3,99	
TST4S	TST4SAH004	1050H	59,82	0,11	2,84	
TST4S	TST4SAH005	1050H	60,17	0,42	3,32	
TST4S	TST4SAH006	1050H	59,05	0,34	3,41	
TST4S	TST4SAH007	1050H	60,92	0,08	2,65	
TST4S	TST4SAH008	1050H	60,68	0,31	2,97	
TST4S	TST4SAH009	1050H	60,56	0,19	2,90	
TST5H	TST5HAH001	1050H	61,98	3,55	25,21	
TST5H	TST5HAH002	1050H	63,02	3,54	25,14	
TST5H	TST5HAH003	1050H	62,38	3,68	25,07	
TST5H	TST5HAH004	1050H	61,42	3,60	24,51	
TST5H	TST5HAH005	1050H	61,35	3,30	23,86	
TST5H	TST5HAH006	1050H	60,97	3,74	24,04	
TST5H	TST5HAH007	1050H	62,21	4,12	23,37	
TST5H	TST5HAH008	1050H	61,88	3,79	24,15	
TST5H	TST5HAH009	1050H	60,59	3,63	24,06	
TST5S	TST5SAH001	1050H	60,81	3,56	23,38	
TST5S	TST5SAH002	1050H	62,08	3,27	23,75	
TST5S	TST5SAH003	1050H	61,61	3,50	23,67	
TST5S	TST5SAH004	1050H	61,27	3,53	23,12	
TST5S	TST5SAH005	1050H	61,03	3,36	23,47	
TST5S	TST5SAH006	1050H	61,19	3,27	20,89	
TST5S	TST5SAH007	1050H	59,45	3,58	22,76	
TST5S	TST5SAH008	1050H	60,76	3,34	23,37	
TST5S	TST5SAH009	1050H	60,52	3,50	22,71	
TST6H	TST6HAH001	1050H	56,01	-5,98	-11,59	
TST6H	TST6HAH002	1050H	56,26	-6,25	-11,47	
TST6H	TST6HAH003	1050H	55,77	-5,95	-11,18	
TST6H	TST6HAH004	1050H	55,72	-5,96	-11,57	
TST6H	TST6HAH005	1050H	56,81	-6,09	-11,34	
TST6H	TST6HAH006	1050H	55,46	-6,10	-10,23	
TST6H	TST6HAH007	1050H	54,43	-5,81	-10,92	
TST6H	TST6HAH008	1050H	55,07	-6,02	-11,03	
TST6H	TST6HAH009	1050H	52,74	-6,17	-10,76	
TST6S	TST6SAH001	1050H	56,65	-5,63	-10,37	
TST6S	TST6SAH002	1050H	57,06	-5,83	-10,92	
TST6S	TST6SAH003	1050H	57,81	-5,76	-10,69	
TST6S	TST6SAH004	1050H	56,86	-5,72	-10,94	
TST6S	TST6SAH005	1050H	56,73	-5,54	-10,10	
TST6S	TST6SAH006	1050H	56,58	-5,81	-11,47	
TST6S	TST6SAH007	1050H	56,19	-5,69	-10,75	
TST6S	TST6SAH008	1050H	59,62	-5,16	-9,43	
TST6S	TST6SAH009	1050H	56,70	-5,57	-10,25	
TST7H	TST7HAH001	1050H	56,03	-6,06	9,29	
TST7H	TST7HAH002	1050H	55,88	-6,46	9,45	
TST7H	TST7HAH003	1050H	55,92	-6,61	9,50	
TST7H	TST7HAH004	1050H	56,85	-6,07	9,43	
TST7H	TST7HAH005	1050H	55,74	-6,44	9,44	
TST7H	TST7HAH006	1050H	56,02	-6,22	9,37	
TST7H	TST7HAH007	1050H	57,02	-6,34	9,11	
TST7H	TST7HAH008	1050H	55,65	-6,23	9,31	
TST7H	TST7HAH009	1050H	56,79	-6,80	9,45	
TST7S	TST7SAH001	1050H	60,57	-6,72	9,06	
TST7S	TST7SAH002	1050H	60,03	-6,54	8,51	
TST7S	TST7SAH003	1050H	61,55	-6,67	8,20	
TST7S	TST7SAH004	1050H	59,47	-6,32	8,58	
TST7S	TST7SAH005	1050H	59,37	-6,93	8,64	
TST7S	TST7SAH006	1050H	60,53	-6,77	8,62	
TST7S	TST7SAH007	1050H	59,89	-6,41	8,90	
TST7S	TST7SAH008	1050H	60,27	-6,76	8,75	
TST7S	TST7SAH009	1050H	60,23	-6,82	8,63	

Fonte: Autora.

Quadro C.11: Medição com espectrofotômetro - 1200 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4H	TST4H12001	1200	65,76	-0,21	2,15	1200 h
TST4H	TST4H12002	1200	66,30	-0,16	2,13	
TST4H	TST4H12003	1200	64,08	-0,25	2,53	
TST4H	TST4H12004	1200	65,71	-0,36	1,94	
TST4H	TST4H12005	1200	66,34	-0,25	2,05	
TST4H	TST4H12006	1200	65,47	-0,21	2,14	
TST4H	TST4H12007	1200	64,36	0,03	2,38	
TST4H	TST4H12008	1200	66,24	-0,11	2,36	
TST4H	TST4H12009	1200	64,51	-0,11	2,23	
TST4S	TST4S12001	1200	60,81	0,36	3,33	
TST4S	TST4S12002	1200	60,72	0,01	2,82	
TST4S	TST4S12003	1200	58,71	0,35	4,01	
TST4S	TST4S12004	1200	60,23	0,08	2,80	
TST4S	TST4S12005	1200	60,69	0,36	3,31	
TST4S	TST4S12006	1200	59,67	0,32	3,34	
TST4S	TST4S12007	1200	61,20	0,05	2,66	
TST4S	TST4S12008	1200	61,88	0,39	2,71	
TST4S	TST4S12009	1200	60,73	0,17	2,94	
TST5H	TST5H12001	1200	61,85	3,54	25,00	
TST5H	TST5H12002	1200	63,18	3,56	24,84	
TST5H	TST5H12003	1200	62,65	3,69	24,98	
TST5H	TST5H12004	1200	61,71	3,51	23,47	
TST5H	TST5H12005	1200	61,52	3,28	23,34	
TST5H	TST5H12006	1200	61,26	3,73	23,61	
TST5H	TST5H12007	1200	62,38	4,03	24,41	
TST5H	TST5H12008	1200	62,17	3,70	23,74	
TST5H	TST5H12009	1200	61,06	3,73	23,63	
TST5S	TST5S12001	1200	60,93	3,43	22,90	
TST5S	TST5S12002	1200	62,14	3,26	23,54	
TST5S	TST5S12003	1200	61,36	3,52	23,85	
TST5S	TST5S12004	1200	61,43	3,47	22,56	
TST5S	TST5S12005	1200	61,21	3,32	23,08	
TST5S	TST5S12006	1200	60,54	3,33	21,98	
TST5S	TST5S12007	1200	59,76	3,63	22,25	
TST5S	TST5S12008	1200	60,79	3,38	23,28	
TST5S	TST5S12009	1200	60,17	3,50	22,76	
TST6H	TST6H12001	1200	55,56	-6,02	-11,31	
TST6H	TST6H12002	1200	56,05	-6,27	-11,18	
TST6H	TST6H12003	1200	55,74	-5,97	-11,08	
TST6H	TST6H12004	1200	55,65	-5,98	-11,18	
TST6H	TST6H12005	1200	57,03	-6,10	-11,28	
TST6H	TST6H12006	1200	55,81	-6,13	-10,37	
TST6H	TST6H12007	1200	55,26	-5,77	-10,97	
TST6H	TST6H12008	1200	55,19	-6,00	-10,65	
TST6H	TST6H12009	1200	53,21	-6,00	-10,53	
TST6S	TST6S12001	1200	57,13	-5,62	-10,24	
TST6S	TST6S12002	1200	57,44	-5,83	-10,88	
TST6S	TST6S12003	1200	56,96	-5,98	-11,47	
TST6S	TST6S12004	1200	57,66	-5,69	-10,84	
TST6S	TST6S12005	1200	57,29	-5,58	-10,07	
TST6S	TST6S12006	1200	57,44	-5,81	-11,12	
TST6S	TST6S12007	1200	57,44	-5,56	-10,43	
TST6S	TST6S12008	1200	60,18	-5,13	-9,46	
TST6S	TST6S12009	1200	57,38	-5,68	-10,40	
TST7H	TST7H12001	1200	57,12	-6,13	9,18	
TST7H	TST7H12002	1200	56,22	-6,48	9,37	
TST7H	TST7H12003	1200	56,93	-6,50	9,12	
TST7H	TST7H12004	1200	57,96	-6,23	9,26	
TST7H	TST7H12005	1200	56,68	-6,37	9,33	
TST7H	TST7H12006	1200	56,94	-6,17	9,07	
TST7H	TST7H12007	1200	58,15	-6,27	8,54	
TST7H	TST7H12008	1200	57,28	-6,19	8,73	
TST7H	TST7H12009	1200	57,57	-6,39	8,83	
TST7S	TST7S12001	1200	61,41	-6,54	8,68	
TST7S	TST7S12002	1200	60,70	-6,63	8,50	
TST7S	TST7S12003	1200	61,64	-6,69	8,18	
TST7S	TST7S12004	1200	60,53	-6,34	8,31	
TST7S	TST7S12005	1200	60,39	-6,45	8,26	
TST7S	TST7S12006	1200	60,91	-6,61	8,33	
TST7S	TST7S12007	1200	60,58	-6,44	8,48	
TST7S	TST7S12008	1200	60,78	-6,72	8,49	
TST7S	TST7S12009	1200	60,87	-6,56	8,18	

Fonte: Autora.

Quadro C.12: Medição com espectrofotômetro - 1350 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4S	TST4S13501	1350	58,00	0,28	3,02	1350 h
TST4S	TST4S13502	1350	55,84	0,07	2,67	
TST4S	TST4S13503	1350	56,25	0,20	3,72	
TST4S	TST4S13504	1350	56,69	0,20	2,74	
TST4S	TST4S13505	1350	57,28	0,44	3,24	
TST4S	TST4S13506	1350	56,66	0,34	3,26	
TST4S	TST4S13507	1350	58,16	0,10	2,58	
TST4S	TST4S13508	1350	58,12	0,13	3,27	
TST4S	TST4S13509	1350	61,27	0,17	2,75	
TST4H	TST4H13501	1350	65,97	-0,21	2,16	
TST4H	TST4H13502	1350	65,86	-0,19	2,05	
TST4H	TST4H13503	1350	65,02	-0,22	2,60	
TST4H	TST4H13504	1350	65,66	-0,43	2,12	
TST4H	TST4H13505	1350	66,43	-0,22	2,10	
TST4H	TST4H13506	1350	65,33	-0,22	2,12	
TST4H	TST4H13507	1350	64,73	-0,24	2,70	
TST4H	TST4H13508	1350	66,22	-0,08	2,43	
TST4H	TST4H13509	1350	64,52	-0,01	2,14	
TST5S	TST5S13501	1350	61,45	3,50	23,94	
TST5S	TST5S13502	1350	61,97	3,18	24,09	
TST5S	TST5S13503	1350	61,39	3,60	23,32	
TST5S	TST5S13504	1350	60,87	3,35	22,43	
TST5S	TST5S13505	1350	61,00	3,37	22,84	
TST5S	TST5S13506	1350	60,53	3,33	22,20	
TST5S	TST5S13507	1350	59,71	3,34	22,38	
TST5S	TST5S13508	1350	60,55	3,52	23,45	
TST5S	TST5S13509	1350	60,31	3,45	23,00	
TST5H	TST5H13501	1350	61,73	3,69	24,89	
TST5H	TST5H13502	1350	60,06	3,51	24,04	
TST5H	TST5H13503	1350	62,39	3,77	25,07	
TST5H	TST5H13504	1350	59,99	3,64	23,31	
TST5H	TST5H13505	1350	61,74	3,18	22,62	
TST5H	TST5H13506	1350	61,22	3,75	23,71	
TST5H	TST5H13507	1350	62,34	4,15	24,78	
TST5H	TST5H13508	1350	62,10	3,78	24,09	
TST5H	TST5H13509	1350	60,96	3,79	23,74	
TST6S	TST6S13501	1350	57,28	-5,59	-10,16	
TST6S	TST6S13502	1350	57,50	-5,96	-11,12	
TST6S	TST6S13503	1350	57,55	-5,94	-11,26	
TST6S	TST6S13504	1350	57,58	-5,68	-10,66	
TST6S	TST6S13505	1350	57,58	-5,51	-10,21	
TST6S	TST6S13506	1350	57,58	-5,87	-11,34	
TST6S	TST6S13507	1350	57,09	-5,70	-10,66	
TST6S	TST6S13508	1350	59,79	-5,30	-9,46	
TST6S	TST6S13509	1350	57,29	-5,69	-10,58	
TST6H	TST6H13501	1350	55,61	-5,96	-11,48	
TST6H	TST6H13502	1350	56,18	-6,08	-11,10	
TST6H	TST6H13503	1350	55,67	-5,97	-11,17	
TST6H	TST6H13504	1350	56,05	-5,86	-11,17	
TST6H	TST6H13505	1350	57,00	-6,09	-11,26	
TST6H	TST6H13506	1350	55,88	-5,94	-10,36	
TST6H	TST6H13507	1350	54,33	-5,78	-10,54	
TST6H	TST6H13508	1350	55,77	-5,91	-10,76	
TST6H	TST6H13509	1350	53,81	-5,96	-10,63	
TST7S	TST7S13501	1350	61,42	-6,53	8,73	
TST7S	TST7S13502	1350	58,15	-6,16	7,82	
TST7S	TST7S13503	1350	61,20	-6,77	8,40	
TST7S	TST7S13504	1350	60,63	-6,17	8,18	
TST7S	TST7S13505	1350	60,57	-6,28	8,08	
TST7S	TST7S13506	1350	60,85	-6,52	8,31	
TST7S	TST7S13507	1350	60,77	-6,39	8,64	
TST7S	TST7S13508	1350	61,05	-6,70	8,58	
TST7S	TST7S13509	1350	60,91	-6,70	8,57	
TST7H	TST7H13501	1350	57,20	-5,96	9,02	
TST7H	TST7H13502	1350	56,89	-6,34	9,17	
TST7H	TST7H13503	1350	57,00	-6,54	9,23	
TST7H	TST7H13504	1350	58,04	-6,04	9,17	
TST7H	TST7H13505	1350	56,90	-6,18	9,10	
TST7H	TST7H13506	1350	57,36	-6,09	9,14	
TST7H	TST7H13507	1350	55,12	-5,92	8,41	
TST7H	TST7H13508	1350	56,78	-6,21	8,80	
TST7H	TST7H13509	1350	57,75	-6,56	9,02	

Fonte: Autora.

Quadro C.13: Medição com espectrofotômetro - 1500 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4S	TST4S15001	1500	61,21	0,25	3,24	1500 h
TST4S	TST4S15002	1500	60,92	0,04	2,89	
TST4S	TST4S15003	1500	58,97	0,32	3,95	
TST4S	TST4S15004	1500	60,25	0,14	2,95	
TST4S	TST4S15005	1500	60,72	0,38	3,42	
TST4S	TST4S15006	1500	60,34	0,26	3,23	
TST4S	TST4S15007	1500	61,19	0,07	2,70	
TST4S	TST4S15008	1500	61,62	0,30	3,11	
TST4S	TST4S15009	1500	61,49	0,13	2,78	
TST4H	TST4H15001	1500	66,21	-0,20	2,24	
TST4H	TST4H15002	1500	66,56	-0,11	2,14	
TST4H	TST4H15003	1500	65,16	-0,15	2,49	
TST4H	TST4H15004	1500	65,98	-0,23	2,10	
TST4H	TST4H15005	1500	66,59	-0,21	2,16	
TST4H	TST4H15006	1500	65,75	-0,16	2,14	
TST4H	TST4H15007	1500	65,20	0,05	2,54	
TST4H	TST4H15008	1500	66,74	-0,04	2,47	
TST4H	TST4H15009	1500	64,51	-0,05	2,36	
TST5S	TST5S15001	1500	61,91	3,49	23,64	
TST5S	TST5S15002	1500	62,69	3,43	24,04	
TST5S	TST5S15003	1500	61,55	3,72	23,79	
TST5S	TST5S15004	1500	61,57	3,52	23,05	
TST5S	TST5S15005	1500	61,10	3,51	23,24	
TST5S	TST5S15006	1500	57,63	3,40	22,07	
TST5S	TST5S15007	1500	59,88	3,59	22,35	
TST5S	TST5S15008	1500	61,07	3,81	24,04	
TST5S	TST5S15009	1500	61,03	3,73	22,51	
TST5H	TST5H15001	1500	61,96	3,77	25,28	
TST5H	TST5H15002	1500	62,97	3,64	24,96	
TST5H	TST5H15003	1500	62,09	3,76	24,60	
TST5H	TST5H15004	1500	61,58	3,73	23,65	
TST5H	TST5H15005	1500	61,38	3,36	23,18	
TST5H	TST5H15006	1500	61,12	3,79	23,60	
TST5H	TST5H15007	1500	62,09	4,32	25,10	
TST5H	TST5H15008	1500	62,18	3,92	24,49	
TST5H	TST5H15009	1500	60,98	3,87	23,98	
TST6S	TST6S15001	1500	57,64	-5,90	-9,79	
TST6S	TST6S15002	1500	55,07	-5,61	-10,36	
TST6S	TST6S15003	1500	58,77	-5,75	-10,58	
TST6S	TST6S15004	1500	57,88	-5,73	-10,93	
TST6S	TST6S15005	1500	57,83	-5,59	-9,73	
TST6S	TST6S15006	1500	57,61	-5,98	-11,14	
TST6S	TST6S15007	1500	57,18	-5,81	-10,76	
TST6S	TST6S15008	1500	59,13	-5,58	-9,81	
TST6S	TST6S15009	1500	57,20	-5,82	-10,45	
TST6H	TST6H15001	1500	55,93	-5,99	-11,47	
TST6H	TST6H15002	1500	56,25	-6,26	-11,13	
TST6H	TST6H15003	1500	55,92	-6,02	-11,03	
TST6H	TST6H15004	1500	56,47	-5,94	-11,30	
TST6H	TST6H15005	1500	57,18	-6,15	-11,29	
TST6H	TST6H15006	1500	55,72	-6,08	-10,28	
TST6H	TST6H15007	1500	54,73	-5,81	-10,72	
TST6H	TST6H15008	1500	55,95	-6,08	-10,92	
TST6H	TST6H15009	1500	53,47	-5,94	-10,77	
TST7S	TST7S15001	1500	61,43	-6,38	8,51	
TST7S	TST7S15002	1500	61,03	-6,70	8,26	
TST7S	TST7S15003	1500	61,46	-6,79	8,55	
TST7S	TST7S15004	1500	60,46	-6,61	8,43	
TST7S	TST7S15005	1500	60,37	-6,51	8,50	
TST7S	TST7S15006	1500	61,02	-6,54	8,57	
TST7S	TST7S15007	1500	60,81	-6,62	8,76	
TST7S	TST7S15008	1500	61,16	-6,64	8,66	
TST7S	TST7S15009	1500	60,63	-6,65	8,68	
TST7H	TST7H15001	1500	57,97	-6,04	8,57	
TST7H	TST7H15002	1500	57,38	-6,29	9,02	
TST7H	TST7H15003	1500	57,33	-6,48	9,14	
TST7H	TST7H15004	1500	58,55	-6,08	9,00	
TST7H	TST7H15005	1500	57,17	-6,14	8,99	
TST7H	TST7H15006	1500	57,51	-6,04	8,92	
TST7H	TST7H15007	1500	58,22	-6,37	8,67	
TST7H	TST7H15008	1500	57,44	-6,16	8,76	
TST7H	TST7H15009	1500	58,21	-6,51	8,92	

Fonte: Autora.

Quadro C.14: Medição com espectrofotômetro - 1650 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4S	TST4S16501	1650	62,25	0,18	2,88	1650 h
TST4S	TST4S16502	1650	57,81	0,02	2,66	
TST4S	TST4S16503	1650	59,73	0,37	3,59	
TST4S	TST4S16504	1650	61,26	0,08	2,95	
TST4S	TST4S16505	1650	60,86	0,20	3,58	
TST4S	TST4S16506	1650	60,60	0,17	3,27	
TST4S	TST4S16507	1650	61,49	0,16	2,71	
TST4S	TST4S16508	1650	62,76	0,22	2,74	
TST4S	TST4S16509	1650	61,73	0,13	2,73	
TST4H	TST4H16501	1650	66,36	-0,20	2,20	
TST4H	TST4H16502	1650	66,54	-0,13	2,18	
TST4H	TST4H16503	1650	65,27	-0,33	2,56	
TST4H	TST4H16504	1650	66,05	-0,36	2,42	
TST4H	TST4H16505	1650	67,01	-0,21	2,16	
TST4H	TST4H16506	1650	66,15	-0,19	2,24	
TST4H	TST4H16507	1650	65,70	-0,21	2,73	
TST4H	TST4H16508	1650	66,72	-0,06	2,62	
TST4H	TST4H16509	1650	64,97	-0,09	2,42	
TST5S	TST5S16501	1650	62,17	3,63	23,52	
TST5S	TST5S16502	1650	62,79	3,52	23,84	
TST5S	TST5S16503	1650	62,12	3,63	23,31	
TST5S	TST5S16504	1650	61,97	3,65	23,05	
TST5S	TST5S16505	1650	61,51	3,39	23,33	
TST5S	TST5S16506	1650	60,69	3,36	22,78	
TST5S	TST5S16507	1650	60,38	3,49	22,65	
TST5S	TST5S16508	1650	60,92	3,58	23,42	
TST5S	TST5S16509	1650	60,33	3,66	22,84	
TST5H	TST5H16501	1650	61,47	3,84	24,67	
TST5H	TST5H16502	1650	63,19	3,71	25,03	
TST5H	TST5H16503	1650	62,36	3,84	24,69	
TST5H	TST5H16504	1650	61,68	3,76	23,50	
TST5H	TST5H16505	1650	61,65	3,41	23,11	
TST5H	TST5H16506	1650	61,62	3,84	23,66	
TST5H	TST5H16507	1650	62,10	4,38	24,91	
TST5H	TST5H16508	1650	62,02	3,99	24,15	
TST5H	TST5H16509	1650	61,07	3,92	23,93	
TST6S	TST6S16501	1650	57,97	-5,64	-10,03	
TST6S	TST6S16502	1650	58,54	-5,81	-10,42	
TST6S	TST6S16503	1650	58,83	-5,87	-10,48	
TST6S	TST6S16504	1650	58,16	-6,18	-10,36	
TST6S	TST6S16505	1650	58,10	-5,60	-9,91	
TST6S	TST6S16506	1650	57,99	-5,87	-11,07	
TST6S	TST6S16507	1650	57,54	-5,81	-10,73	
TST6S	TST6S16508	1650	59,57	-5,56	-9,59	
TST6S	TST6S16509	1650	57,82	-5,78	-9,91	
TST6H	TST6H16501	1650	56,25	-6,03	-11,63	
TST6H	TST6H16502	1650	56,77	-6,07	-11,35	
TST6H	TST6H16503	1650	56,29	-6,20	-11,16	
TST6H	TST6H16504	1650	56,99	-5,81	-11,20	
TST6H	TST6H16505	1650	57,36	-6,05	-11,46	
TST6H	TST6H16506	1650	56,25	-6,00	-10,56	
TST6H	TST6H16507	1650	54,95	-5,74	-10,94	
TST6H	TST6H16508	1650	56,04	-6,01	-10,97	
TST6H	TST6H16509	1650	53,69	-6,12	-11,01	
TST7S	TST7S16501	1650	61,01	-6,49	8,71	
TST7S	TST7S16502	1650	61,07	-6,61	8,57	
TST7S	TST7S16503	1650	61,52	-6,84	8,66	
TST7S	TST7S16504	1650	60,47	-6,45	8,61	
TST7S	TST7S16505	1650	60,49	-6,49	8,57	
TST7S	TST7S16506	1650	61,00	-6,74	8,73	
TST7S	TST7S16507	1650	60,80	-6,49	8,83	
TST7S	TST7S16508	1650	61,16	-6,63	8,60	
TST7S	TST7S16509	1650	60,54	-6,73	8,78	
TST7H	TST7H16501	1650	58,73	-5,94	8,77	
TST7H	TST7H16502	1650	57,91	-6,16	8,75	
TST7H	TST7H16503	1650	58,28	-6,13	8,50	
TST7H	TST7H16504	1650	59,55	-6,16	8,83	
TST7H	TST7H16505	1650	57,98	-6,15	8,88	
TST7H	TST7H16506	1650	58,05	-5,94	8,72	
TST7H	TST7H16507	1650	58,79	-6,23	8,58	
TST7H	TST7H16508	1650	58,02	-6,11	8,50	
TST7H	TST7H16509	1650	58,64	-6,51	8,77	

Fonte: Autora.

Quadro C.15: Medição com espectrofotômetro - 1800 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4H	TST4H18001	1800	67,00	-0,09	2,36	1800 h
TST4H	TST4H18002	1800	67,44	0,05	2,31	
TST4H	TST4H18003	1800	65,42	-0,20	2,71	
TST4H	TST4H18004	1800	66,91	-0,29	2,45	
TST4H	TST4H18005	1800	67,31	-0,11	2,40	
TST4H	TST4H18006	1800	66,39	-0,10	2,44	
TST4H	TST4H18007	1800	66,20	-0,06	2,71	
TST4H	TST4H18008	1800	67,62	0,01	2,73	
TST4H	TST4H18009	1800	65,26	0,00	2,59	
TST4S	TST4S18001	1800	62,34	0,32	3,38	
TST4S	TST4S18002	1800	62,61	0,01	2,97	
TST4S	TST4S18003	1800	60,79	0,31	3,52	
TST4S	TST4S18004	1800	62,19	0,09	2,38	
TST4S	TST4S18005	1800	62,45	0,34	3,14	
TST4S	TST4S18006	1800	61,63	0,26	3,19	
TST4S	TST4S18007	1800	62,92	0,06	2,66	
TST4S	TST4S18008	1800	63,79	0,26	2,74	
TST4S	TST4S18009	1800	62,79	0,20	2,86	
TST5H	TST5H18001	1800	62,23	4,49	25,08	
TST5H	TST5H18002	1800	63,19	4,19	24,75	
TST5H	TST5H18003	1800	62,78	4,40	24,95	
TST5H	TST5H18004	1800	62,12	4,02	23,41	
TST5H	TST5H18005	1800	61,73	3,95	23,13	
TST5H	TST5H18006	1800	61,56	4,44	23,47	
TST5H	TST5H18007	1800	62,34	4,97	24,98	
TST5H	TST5H18008	1800	62,38	4,49	24,52	
TST5H	TST5H18009	1800	61,44	4,52	24,18	
TST5S	TST5S18001	1800	62,13	4,04	23,19	
TST5S	TST5S18002	1800	62,98	3,93	23,75	
TST5S	TST5S18003	1800	62,00	4,22	22,61	
TST5S	TST5S18004	1800	61,44	3,99	23,10	
TST5S	TST5S18005	1800	61,36	4,00	23,33	
TST5S	TST5S18006	1800	60,47	4,02	22,65	
TST5S	TST5S18007	1800	60,34	4,05	22,66	
TST5S	TST5S18008	1800	60,96	4,01	23,29	
TST5S	TST5S18009	1800	60,46	3,98	22,91	
TST6H	TST6H18001	1800	57,61	-5,68	-11,65	
TST6H	TST6H18002	1800	57,76	-6,10	-11,27	
TST6H	TST6H18003	1800	57,49	-5,73	-11,17	
TST6H	TST6H18004	1800	57,92	-5,69	-11,32	
TST6H	TST6H18005	1800	58,56	-5,88	-11,43	
TST6H	TST6H18006	1800	56,98	-5,92	-10,54	
TST6H	TST6H18007	1800	56,27	-5,63	-11,20	
TST6H	TST6H18008	1800	56,79	-5,83	-10,96	
TST6H	TST6H18009	1800	54,03	-6,05	-10,68	
TST6S	TST6S18001	1800	58,39	-5,57	-10,12	
TST6S	TST6S18002	1800	58,85	-5,82	-10,85	
TST6S	TST6S18003	1800	59,34	-5,59	-10,55	
TST6S	TST6S18004	1800	58,92	-5,84	-10,91	
TST6S	TST6S18005	1800	58,60	-5,38	-9,89	
TST6S	TST6S18006	1800	58,25	-5,82	-11,04	
TST6S	TST6S18007	1800	58,29	-5,79	-10,62	
TST6S	TST6S18008	1800	59,26	-5,49	-10,00	
TST6S	TST6S18009	1800	57,92	-5,67	-10,43	
TST7H	TST7H18001	1800	59,51	-5,54	8,84	
TST7H	TST7H18002	1800	58,28	-5,72	8,90	
TST7H	TST7H18003	1800	59,04	-5,80	8,60	
TST7H	TST7H18004	1800	59,94	-5,63	9,06	
TST7H	TST7H18005	1800	58,58	-5,73	9,08	
TST7H	TST7H18006	1800	58,73	-5,65	8,93	
TST7H	TST7H18007	1800	59,55	-5,87	8,90	
TST7H	TST7H18008	1800	58,48	-5,66	8,69	
TST7H	TST7H18009	1800	59,63	-6,17	8,90	
TST7S	TST7S18001	1800	61,43	-6,14	8,97	
TST7S	TST7S18002	1800	61,55	-6,17	8,73	
TST7S	TST7S18003	1800	61,88	-6,40	8,86	
TST7S	TST7S18004	1800	60,87	-6,07	8,78	
TST7S	TST7S18005	1800	60,76	-6,09	8,79	
TST7S	TST7S18006	1800	61,29	-6,39	8,98	
TST7S	TST7S18007	1800	60,72	-6,00	8,91	
TST7S	TST7S18008	1800	61,40	-6,32	8,92	
TST7S	TST7S18009	1800	61,35	-6,29	8,94	

Fonte: Autora.

Quadro C.16: Medição com espectrofotômetro - 1950 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4S	TST4S19501	1950	62,76	0,25	3,47	1950 h
TST4S	TST4S19502	1950	62,52	-0,04	3,16	
TST4S	TST4S19503	1950	60,65	0,35	3,80	
TST4S	TST4S19504	1950	62,37	0,05	3,10	
TST4S	TST4S19505	1950	62,25	0,36	3,50	
TST4S	TST4S19506	1950	61,64	0,24	3,41	
TST4S	TST4S19507	1950	62,65	0,08	2,90	
TST4S	TST4S19508	1950	63,56	0,22	2,98	
TST4S	TST4S19509	1950	62,71	0,20	3,11	
TST4H	TST4H19501	1950	67,05	-0,10	2,63	
TST4H	TST4H19502	1950	67,62	-0,05	2,53	
TST4H	TST4H19503	1950	66,40	-0,15	2,91	
TST4H	TST4H19504	1950	66,92	-0,21	2,63	
TST4H	TST4H19505	1950	67,91	-0,15	2,53	
TST4H	TST4H19506	1950	67,10	-0,15	2,63	
TST4H	TST4H19507	1950	66,15	0,06	2,91	
TST4H	TST4H19508	1950	67,84	-0,01	2,90	
TST4H	TST4H19509	1950	65,59	-0,02	2,75	
TST5S	TST5S19501	1950	62,43	3,87	23,73	
TST5S	TST5S19502	1950	62,99	3,83	24,38	
TST5S	TST5S19503	1950	62,30	3,93	23,09	
TST5S	TST5S19504	1950	62,03	3,88	23,46	
TST5S	TST5S19505	1950	61,86	3,85	23,72	
TST5S	TST5S19506	1950	60,75	3,84	22,80	
TST5S	TST5S19507	1950	60,47	3,83	22,92	
TST5S	TST5S19508	1950	61,27	3,89	23,84	
TST5S	TST5S19509	1950	60,72	4,13	23,30	
TST5H	TST5H19501	1950	62,87	4,20	25,67	
TST5H	TST5H19502	1950	63,58	3,97	25,19	
TST5H	TST5H19503	1950	63,01	4,31	25,20	
TST5H	TST5H19504	1950	62,25	4,03	23,73	
TST5H	TST5H19505	1950	62,22	3,66	23,69	
TST5H	TST5H19506	1950	61,77	4,10	23,78	
TST5H	TST5H19507	1950	62,30	4,69	25,34	
TST5H	TST5H19508	1950	62,80	4,41	24,93	
TST5H	TST5H19509	1950	61,60	4,29	24,20	
TST6S	TST6S19501	1950	58,52	-5,51	-9,74	
TST6S	TST6S19502	1950	58,76	-5,94	-10,92	
TST6S	TST6S19503	1950	58,60	-6,09	-11,27	
TST6S	TST6S19504	1950	58,95	-5,72	-10,73	
TST6S	TST6S19505	1950	58,62	-5,54	-9,69	
TST6S	TST6S19506	1950	58,62	-5,88	-10,97	
TST6S	TST6S19507	1950	58,31	-5,73	-10,60	
TST6S	TST6S19508	1950	59,51	-5,53	-9,58	
TST6S	TST6S19509	1950	58,01	-5,78	-10,49	
TST6H	TST6H19501	1950	57,83	-5,83	-11,58	
TST6H	TST6H19502	1950	58,21	-5,92	-11,26	
TST6H	TST6H19503	1950	58,02	-5,79	-11,00	
TST6H	TST6H19504	1950	58,00	-5,70	-11,34	
TST6H	TST6H19505	1950	59,02	-5,99	-11,35	
TST6H	TST6H19506	1950	57,25	-5,97	-10,35	
TST6H	TST6H19507	1950	56,63	-5,69	-10,94	
TST6H	TST6H19508	1950	57,69	-5,89	-11,16	
TST6H	TST6H19509	1950	55,85	-6,01	-11,04	
TST7S	TST7S19501	1950	61,53	-6,26	8,94	
TST7S	TST7S19502	1950	61,70	-6,35	8,79	
TST7S	TST7S19503	1950	61,90	-6,55	8,96	
TST7S	TST7S19504	1950	61,07	-6,19	8,75	
TST7S	TST7S19505	1950	60,88	-6,23	8,76	
TST7S	TST7S19506	1950	61,45	-6,41	8,94	
TST7S	TST7S19507	1950	61,02	-6,18	8,96	
TST7S	TST7S19508	1950	61,76	-6,40	8,83	
TST7S	TST7S19509	1950	60,80	-6,19	8,83	
TST7H	TST7H19501	1950	59,68	-5,79	8,92	
TST7H	TST7H19502	1950	58,84	-5,86	8,86	
TST7H	TST7H19503	1950	59,16	-6,00	8,75	
TST7H	TST7H19504	1950	60,04	-5,79	9,28	
TST7H	TST7H19505	1950	58,72	-5,84	8,97	
TST7H	TST7H19506	1950	58,67	-5,75	8,91	
TST7H	TST7H19507	1950	59,67	-6,13	9,16	
TST7H	TST7H19508	1950	58,87	-5,77	8,72	
TST7H	TST7H19509	1950	59,40	-6,29	8,93	

Fonte: Autora.

Quadro C.17: Medição com espectrofotômetro - 2100 horas (antes 2ª limpeza).

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4H	TST4H21001	2100	64,32	-0,30	2,43	2100 h - Antes da Limpeza 2
TST4H	TST4H21002	2100	67,23	-0,10	2,43	
TST4H	TST4H21003	2100	67,26	-0,16	2,48	
TST4H	TST4H21004	2100	66,70	-0,38	2,50	
TST4H	TST4H21005	2100	67,70	-0,21	2,44	
TST4H	TST4H21006	2100	67,00	-0,17	2,49	
TST4H	TST4H21007	2100	66,20	-0,20	2,99	
TST4H	TST4H21008	2100	67,81	-0,05	2,77	
TST4H	TST4H21009	2100	66,40	-0,08	2,62	
TST4S	TST4S21001	2100	60,80	0,39	3,51	
TST4S	TST4S21002	2100	62,30	0,02	2,91	
TST4S	TST4S21003	2100	60,38	0,22	3,76	
TST4S	TST4S21004	2100	61,75	0,13	2,82	
TST4S	TST4S21005	2100	61,91	0,29	3,17	
TST4S	TST4S21006	2100	61,10	0,28	3,36	
TST4S	TST4S21007	2100	62,13	-0,06	2,85	
TST4S	TST4S21008	2100	63,20	0,13	2,88	
TST4S	TST4S21009	2100	62,60	0,14	2,96	
TST5H	TST5H21001	2100	62,55	3,89	25,16	
TST5H	TST5H21002	2100	63,43	3,64	24,56	
TST5H	TST5H21003	2100	63,03	3,94	24,94	
TST5H	TST5H21004	2100	62,37	3,51	23,34	
TST5H	TST5H21005	2100	61,87	3,47	23,16	
TST5H	TST5H21006	2100	61,72	3,90	23,65	
TST5H	TST5H21007	2100	62,08	4,35	24,82	
TST5H	TST5H21008	2100	62,28	3,95	24,26	
TST5H	TST5H21009	2100	61,39	3,98	24,15	
TST5S	TST5S21001	2100	62,62	3,72	23,85	
TST5S	TST5S21002	2100	62,89	3,61	24,02	
TST5S	TST5S21003	2100	62,21	3,77	23,06	
TST5S	TST5S21004	2100	61,90	3,65	23,40	
TST5S	TST5S21005	2100	61,71	3,59	23,35	
TST5S	TST5S21006	2100	60,69	3,62	22,52	
TST5S	TST5S21007	2100	60,70	3,59	22,57	
TST5S	TST5S21008	2100	61,29	3,76	23,55	
TST5S	TST5S21009	2100	61,04	3,80	23,08	
TST6H	TST6H21001	2100	58,13	-6,04	-10,91	
TST6H	TST6H21002	2100	57,89	-6,23	-11,17	
TST6H	TST6H21003	2100	57,74	-5,90	-11,10	
TST6H	TST6H21004	2100	57,88	-6,07	-11,03	
TST6H	TST6H21005	2100	58,97	-6,08	-11,43	
TST6H	TST6H21006	2100	57,54	-6,08	-10,56	
TST6H	TST6H21007	2100	56,93	-5,85	-10,97	
TST6H	TST6H21008	2100	57,28	-6,05	-10,85	
TST6H	TST6H21009	2100	55,27	-6,23	-10,73	
TST6S	TST6S21001	2100	58,09	-5,64	-9,88	
TST6S	TST6S21002	2100	58,46	-5,97	-10,74	
TST6S	TST6S21003	2100	58,36	-6,00	-10,96	
TST6S	TST6S21004	2100	58,61	-5,76	-10,65	
TST6S	TST6S21005	2100	58,20	-5,60	-9,68	
TST6S	TST6S21006	2100	58,65	-5,93	-10,75	
TST6S	TST6S21007	2100	57,93	-5,75	-10,54	
TST6S	TST6S21008	2100	58,32	-5,59	-9,91	
TST6S	TST6S21009	2100	58,17	-5,89	-11,00	
TST7H	TST7H21001	2100	59,46	-5,83	8,79	
TST7H	TST7H21002	2100	58,57	-6,07	8,95	
TST7H	TST7H21003	2100	58,92	-6,21	8,74	
TST7H	TST7H21004	2100	60,04	-6,02	9,16	
TST7H	TST7H21005	2100	58,49	-6,14	9,04	
TST7H	TST7H21006	2100	59,08	-6,02	8,98	
TST7H	TST7H21007	2100	59,32	-6,17	8,79	
TST7H	TST7H21008	2100	58,94	-6,07	8,65	
TST7H	TST7H21009	2100	59,26	-6,46	8,89	
TST7S	TST7S21001	2100	61,40	-6,53	8,80	
TST7S	TST7S21002	2100	61,62	-6,52	8,71	
TST7S	TST7S21003	2100	61,88	-6,79	8,80	
TST7S	TST7S21004	2100	60,87	-6,36	8,60	
TST7S	TST7S21005	2100	60,79	-6,44	8,72	
TST7S	TST7S21006	2100	61,33	-6,63	8,84	
TST7S	TST7S21007	2100	61,10	-6,33	8,85	
TST7S	TST7S21008	2100	61,39	-6,53	8,73	
TST7S	TST7S21009	2100	60,93	-6,51	8,85	

Fonte: Autora.

Quadro C.18: Medição com espectrofotômetro - 2100 horas (após 2ª limpeza).

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4S	TST4SAL001	2100L	65,12	0,02	2,11	2100 h - Limpeza 2
TST4S	TST4SAL002	2100L	63,65	-0,30	2,10	
TST4S	TST4SAL003	2100L	62,30	-0,33	3,30	
TST4S	TST4SAL004	2100L	63,00	-0,16	2,17	
TST4S	TST4SAL005	2100L	63,42	-0,05	3,15	
TST4S	TST4SAL006	2100L	63,05	-0,04	2,37	
TST4S	TST4SAL007	2100L	63,83	-0,16	2,10	
TST4S	TST4SAL008	2100L	63,96	0,13	2,51	
TST4S	TST4SAL009	2100L	63,47	-0,02	2,13	
TST4H	TST4HAL001	2100L	63,48	-0,01	2,51	
TST4H	TST4HAL002	2100L	62,41	0,13	2,75	
TST4H	TST4HAL003	2100L	63,64	-0,22	2,64	
TST4H	TST4HAL004	2100L	61,53	-0,03	3,24	
TST4H	TST4HAL005	2100L	62,08	0,06	3,00	
TST4H	TST4HAL006	2100L	61,79	0,00	2,61	
TST4H	TST4HAL007	2100L	61,48	0,26	3,55	
TST4H	TST4HAL008	2100L	63,25	0,04	2,91	
TST4H	TST4HAL009	2100L	61,79	0,13	3,11	
TST5S	TST5SAL001	2100L	60,50	3,75	22,60	
TST5S	TST5SAL002	2100L	60,53	3,62	22,53	
TST5S	TST5SAL003	2100L	61,07	3,62	23,09	
TST5S	TST5SAL004	2100L	60,60	3,62	22,59	
TST5S	TST5SAL005	2100L	58,56	3,68	21,70	
TST5S	TST5SAL006	2100L	60,54	3,40	21,91	
TST5S	TST5SAL007	2100L	59,57	3,46	22,39	
TST5S	TST5SAL008	2100L	59,54	3,46	22,10	
TST5S	TST5SAL009	2100L	59,25	3,66	21,96	
TST5H	TST5HAL001	2100L	61,36	3,56	23,22	
TST5H	TST5HAL002	2100L	62,60	3,42	24,01	
TST5H	TST5HAL003	2100L	62,77	3,64	24,55	
TST5H	TST5HAL004	2100L	61,42	3,54	23,53	
TST5H	TST5HAL005	2100L	61,38	3,40	23,39	
TST5H	TST5HAL006	2100L	62,82	3,62	24,24	
TST5H	TST5HAL007	2100L	63,64	3,88	25,00	
TST5H	TST5HAL008	2100L	61,67	3,47	23,76	
TST5H	TST5HAL009	2100L	63,31	3,36	24,17	
TST6S	TST6SAL001	2100L	58,49	-5,10	-9,49	
TST6S	TST6SAL002	2100L	57,72	-5,29	-9,40	
TST6S	TST6SAL003	2100L	57,51	-5,09	-8,80	
TST6S	TST6SAL004	2100L	58,28	-5,18	-9,30	
TST6S	TST6SAL005	2100L	57,51	-5,07	-9,05	
TST6S	TST6SAL006	2100L	58,12	-5,24	-9,55	
TST6S	TST6SAL007	2100L	58,13	-5,12	-9,15	
TST6S	TST6SAL008	2100L	57,93	-4,94	-8,82	
TST6S	TST6SAL009	2100L	57,72	-4,99	-8,68	
TST6H	TST6HAL001	2100L	58,32	-5,65	-11,07	
TST6H	TST6HAL002	2100L	58,97	-5,44	-10,56	
TST6H	TST6HAL003	2100L	58,30	-5,77	-10,75	
TST6H	TST6HAL004	2100L	55,66	-5,17	-9,36	
TST6H	TST6HAL005	2100L	58,75	-5,42	-10,18	
TST6H	TST6HAL006	2100L	58,06	-5,45	-9,58	
TST6H	TST6HAL007	2100L	54,43	-5,09	-9,27	
TST6H	TST6HAL008	2100L	57,80	-5,43	-10,04	
TST6H	TST6HAL009	2100L	56,94	-5,69	-10,55	
TST7S	TST7SAL001	2100L	59,28	-6,07	8,50	
TST7S	TST7SAL002	2100L	59,66	-6,17	8,39	
TST7S	TST7SAL003	2100L	60,62	-6,32	8,56	
TST7S	TST7SAL004	2100L	58,35	-5,94	8,27	
TST7S	TST7SAL005	2100L	58,80	-6,10	8,39	
TST7S	TST7SAL006	2100L	59,37	-6,17	8,44	
TST7S	TST7SAL007	2100L	59,11	-5,79	8,40	
TST7S	TST7SAL008	2100L	58,55	-6,05	8,28	
TST7S	TST7SAL009	2100L	59,32	-6,19	8,63	
TST7H	TST7HAL001	2100L	57,44	-5,73	8,64	
TST7H	TST7HAL002	2100L	56,68	-5,99	8,68	
TST7H	TST7HAL003	2100L	56,80	-6,17	8,99	
TST7H	TST7HAL004	2100L	57,38	-5,57	8,29	
TST7H	TST7HAL005	2100L	57,16	-5,98	8,66	
TST7H	TST7HAL006	2100L	56,23	-5,76	8,68	
TST7H	TST7HAL007	2100L	58,06	-5,94	8,53	
TST7H	TST7HAL008	2100L	57,08	-5,84	8,53	
TST7H	TST7HAL009	2100L	58,48	-6,51	9,19	

Fonte: Autora.

Quadro C.19: Medição com espectrofotômetro - 2100 horas (reaplicação hidrofugante).

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4S	TST4SAH001	2100H	64,80	-0,08	2,27	2100 h - Hidrofugante
TST4S	TST4SAH002	2100H	64,08	-0,21	2,27	
TST4S	TST4SAH003	2100H	62,72	0,05	2,68	
TST4S	TST4SAH004	2100H	63,05	-0,19	2,20	
TST4S	TST4SAH005	2100H	63,63	0,12	2,54	
TST4S	TST4SAH006	2100H	62,57	0,09	2,58	
TST4S	TST4SAH007	2100H	63,58	-0,15	2,14	
TST4S	TST4SAH008	2100H	63,81	0,13	2,45	
TST4S	TST4SAH009	2100H	63,32	0,00	2,49	
TST4H	TST4HAH001	2100H	63,01	-0,36	3,40	
TST4H	TST4HAH002	2100H	62,16	0,08	2,82	
TST4H	TST4HAH003	2100H	63,72	-0,22	2,71	
TST4H	TST4HAH004	2100H	61,69	0,00	3,10	
TST4H	TST4HAH005	2100H	62,05	-0,02	3,41	
TST4H	TST4HAH006	2100H	61,28	0,10	2,74	
TST4H	TST4HAH007	2100H	61,37	0,27	3,63	
TST4H	TST4HAH008	2100H	63,23	-0,03	3,16	
TST4H	TST4HAH009	2100H	61,39	0,08	3,60	
TST5S	TST5SAH001	2100H	60,01	3,74	22,87	
TST5S	TST5SAH002	2100H	60,42	3,64	22,94	
TST5S	TST5SAH003	2100H	61,06	3,72	23,71	
TST5S	TST5SAH004	2100H	60,45	3,72	23,28	
TST5S	TST5SAH005	2100H	58,54	3,73	21,80	
TST5S	TST5SAH006	2100H	60,10	3,45	22,29	
TST5S	TST5SAH007	2100H	59,30	3,68	22,71	
TST5S	TST5SAH008	2100H	59,25	3,57	22,58	
TST5S	TST5SAH009	2100H	59,26	3,91	21,88	
TST5H	TST5HAH001	2100H	62,50	3,49	24,29	
TST5H	TST5HAH002	2100H	61,64	3,48	23,50	
TST5H	TST5HAH003	2100H	62,19	3,71	24,41	
TST5H	TST5HAH004	2100H	61,06	3,87	23,52	
TST5H	TST5HAH005	2100H	61,14	3,40	23,48	
TST5H	TST5HAH006	2100H	61,50	3,60	23,80	
TST5H	TST5HAH007	2100H	62,82	4,11	24,75	
TST5H	TST5HAH008	2100H	62,03	3,66	24,00	
TST5H	TST5HAH009	2100H	62,71	3,46	23,36	
TST6S	TST6SAH001	2100H	58,05	-5,30	-9,36	
TST6S	TST6SAH002	2100H	57,50	-5,53	-9,89	
TST6S	TST6SAH003	2100H	57,14	-5,20	-8,97	
TST6S	TST6SAH004	2100H	57,98	-5,29	-9,71	
TST6S	TST6SAH005	2100H	57,33	-5,26	-9,13	
TST6S	TST6SAH006	2100H	57,47	-5,42	-9,86	
TST6S	TST6SAH007	2100H	57,96	-5,35	-9,73	
TST6S	TST6SAH008	2100H	58,57	-5,25	-9,28	
TST6S	TST6SAH009	2100H	58,19	-5,32	-9,36	
TST6H	TST6HAH001	2100H	57,79	-5,85	-9,72	
TST6H	TST6HAH002	2100H	58,29	-5,66	-10,63	
TST6H	TST6HAH003	2100H	57,55	-5,74	-10,99	
TST6H	TST6HAH004	2100H	57,58	-5,04	-9,05	
TST6H	TST6HAH005	2100H	58,48	-5,61	-10,40	
TST6H	TST6HAH006	2100H	56,99	-5,51	-9,23	
TST6H	TST6HAH007	2100H	56,65	-5,42	-9,86	
TST6H	TST6HAH008	2100H	56,48	-5,48	-9,62	
TST6H	TST6HAH009	2100H	54,79	-5,86	-10,45	
TST7S	TST7SAH001	2100H	59,19	-6,26	8,72	
TST7S	TST7SAH002	2100H	59,37	-6,42	8,61	
TST7S	TST7SAH003	2100H	60,47	-6,49	8,75	
TST7S	TST7SAH004	2100H	58,09	-6,09	8,46	
TST7S	TST7SAH005	2100H	58,55	-6,09	8,34	
TST7S	TST7SAH006	2100H	59,23	-6,38	8,61	
TST7S	TST7SAH007	2100H	58,73	-5,97	8,55	
TST7S	TST7SAH008	2100H	58,41	-6,27	8,58	
TST7S	TST7SAH009	2100H	59,56	-6,26	8,74	
TST7H	TST7HAH001	2100H	57,15	-5,87	8,91	
TST7H	TST7HAH002	2100H	56,20	-6,12	9,01	
TST7H	TST7HAH003	2100H	56,50	-6,22	9,12	
TST7H	TST7HAH004	2100H	56,59	-5,75	8,79	
TST7H	TST7HAH005	2100H	56,80	-6,10	8,74	
TST7H	TST7HAH006	2100H	55,59	-5,75	8,86	
TST7H	TST7HAH007	2100H	57,58	-6,11	8,84	
TST7H	TST7HAH008	2100H	56,48	-5,91	8,84	
TST7H	TST7HAH009	2100H	57,57	-6,28	8,84	

Fonte: Autora.

Quadro C.20: Medição com espectrofotômetro - 2250 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4H	TST4H22501	2250	63,32	0,06	3,02	2250 h
TST4H	TST4H22502	2250	62,49	0,06	3,17	
TST4H	TST4H22503	2250	64,57	-0,15	2,93	
TST4H	TST4H22504	2250	59,31	-0,06	2,95	
TST4H	TST4H22505	2250	58,99	0,09	3,35	
TST4H	TST4H22506	2250	60,55	0,16	2,85	
TST4H	TST4H22507	2250	61,62	0,23	4,01	
TST4H	TST4H22508	2250	63,61	0,02	3,50	
TST4H	TST4H22509	2250	62,43	0,06	3,53	
TST4S	TST4S22501	2250	65,11	-0,13	2,55	
TST4S	TST4S22502	2250	63,99	-0,22	2,33	
TST4S	TST4S22503	2250	62,79	-0,20	3,28	
TST4S	TST4S22504	2250	63,57	-0,14	2,35	
TST4S	TST4S22505	2250	63,81	0,20	2,80	
TST4S	TST4S22506	2250	63,40	-0,08	2,68	
TST4S	TST4S22507	2250	64,09	-0,16	2,26	
TST4S	TST4S22508	2250	64,37	0,09	2,48	
TST4S	TST4S22509	2250	64,33	0,00	2,25	
TST5H	TST5H22501	2250	62,56	3,44	24,52	
TST5H	TST5H22502	2250	61,94	3,66	23,90	
TST5H	TST5H22503	2250	62,05	3,79	24,62	
TST5H	TST5H22504	2250	61,32	3,76	23,88	
TST5H	TST5H22505	2250	61,24	3,57	23,68	
TST5H	TST5H22506	2250	62,27	3,71	24,51	
TST5H	TST5H22507	2250	62,97	4,13	25,31	
TST5H	TST5H22508	2250	62,05	3,84	24,28	
TST5H	TST5H22509	2250	62,93	3,53	23,72	
TST5S	TST5S22501	2250	60,48	3,81	23,24	
TST5S	TST5S22502	2250	60,69	3,69	23,20	
TST5S	TST5S22503	2250	61,30	3,75	23,87	
TST5S	TST5S22504	2250	60,51	3,72	23,47	
TST5S	TST5S22505	2250	58,93	3,69	22,25	
TST5S	TST5S22506	2250	60,53	3,54	22,78	
TST5S	TST5S22507	2250	59,69	3,61	23,17	
TST5S	TST5S22508	2250	59,91	4,08	23,44	
TST5S	TST5S22509	2250	59,66	3,80	22,51	
TST6H	TST6H22501	2250	58,35	-5,51	-10,35	
TST6H	TST6H22502	2250	58,71	-5,64	-10,75	
TST6H	TST6H22503	2250	58,19	-5,82	-10,98	
TST6H	TST6H22504	2250	58,01	-5,15	-9,22	
TST6H	TST6H22505	2250	58,97	-5,66	-10,47	
TST6H	TST6H22506	2250	57,57	-5,52	-9,32	
TST6H	TST6H22507	2250	57,45	-5,53	-10,01	
TST6H	TST6H22508	2250	57,18	-5,55	-9,59	
TST6H	TST6H22509	2250	56,10	-5,78	-10,62	
TST6S	TST6S22501	2250	58,34	-5,37	-9,74	
TST6S	TST6S22502	2250	57,70	-5,43	-9,79	
TST6S	TST6S22503	2250	57,72	-5,42	-9,79	
TST6S	TST6S22504	2250	58,30	-5,39	-9,82	
TST6S	TST6S22505	2250	57,67	-5,32	-9,48	
TST6S	TST6S22506	2250	58,25	-5,46	-10,05	
TST6S	TST6S22507	2250	58,14	-5,33	-9,73	
TST6S	TST6S22508	2250	57,69	-5,11	-8,86	
TST6S	TST6S22509	2250	57,63	-5,35	-9,40	
TST7H	TST7H22501	2250	56,95	-5,88	9,13	
TST7H	TST7H22502	2250	56,17	-6,10	9,18	
TST7H	TST7H22503	2250	56,48	-6,28	9,32	
TST7H	TST7H22504	2250	56,67	-5,77	8,77	
TST7H	TST7H22505	2250	56,77	-6,13	8,97	
TST7H	TST7H22506	2250	55,83	-5,76	9,06	
TST7H	TST7H22507	2250	54,64	-5,84	8,61	
TST7H	TST7H22508	2250	56,49	-6,15	9,00	
TST7H	TST7H22509	2250	57,18	-6,24	9,01	
TST7S	TST7S22501	2250	59,38	-6,17	8,75	
TST7S	TST7S22502	2250	59,67	-6,28	8,73	
TST7S	TST7S22503	2250	60,63	-6,45	8,82	
TST7S	TST7S22504	2250	55,19	-5,70	8,27	
TST7S	TST7S22505	2250	59,00	-6,19	8,70	
TST7S	TST7S22506	2250	59,00	-6,21	8,67	
TST7S	TST7S22507	2250	58,80	-5,94	8,70	
TST7S	TST7S22508	2250	58,37	-6,15	8,70	
TST7S	TST7S22509	2250	59,70	-6,33	8,93	

Fonte: Autora.

Quadro C.21: Medição com espectrofotômetro - 2400 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4S	TST4S24001	2400	65,33	-0,04	2,42	2400 h
TST4S	TST4S24002	2400	64,53	-0,22	2,52	
TST4S	TST4S24003	2400	62,74	0,09	3,09	
TST4S	TST4S24004	2400	63,72	-0,12	2,43	
TST4S	TST4S24005	2400	64,23	0,16	2,87	
TST4S	TST4S24006	2400	63,57	0,03	2,62	
TST4S	TST4S24007	2400	64,29	-0,15	2,35	
TST4S	TST4S24008	2400	64,04	0,06	2,79	
TST4S	TST4S24009	2400	63,90	0,01	2,58	
TST4H	TST4H24001	2400	63,39	0,00	3,19	
TST4H	TST4H24002	2400	62,46	0,15	3,16	
TST4H	TST4H24003	2400	64,55	-0,11	2,91	
TST4H	TST4H24004	2400	62,21	-0,02	3,13	
TST4H	TST4H24005	2400	62,25	0,01	3,63	
TST4H	TST4H24006	2400	62,19	0,03	2,98	
TST4H	TST4H24007	2400	61,65	0,22	3,94	
TST4H	TST4H24008	2400	63,41	0,08	3,53	
TST4H	TST4H24009	2400	62,16	0,14	3,52	
TST5S	TST5S24001	2400	60,43	3,71	23,63	
TST5S	TST5S24002	2400	60,62	3,82	23,46	
TST5S	TST5S24003	2400	60,86	3,71	23,76	
TST5S	TST5S24004	2400	60,59	3,83	23,69	
TST5S	TST5S24005	2400	58,84	3,77	22,51	
TST5S	TST5S24006	2400	60,13	3,63	22,84	
TST5S	TST5S24007	2400	59,57	3,82	23,39	
TST5S	TST5S24008	2400	59,71	3,64	23,28	
TST5S	TST5S24009	2400	59,87	3,58	22,51	
TST5H	TST5H24001	2400	62,61	3,59	24,84	
TST5H	TST5H24002	2400	62,36	3,72	24,47	
TST5H	TST5H24003	2400	62,60	3,90	25,45	
TST5H	TST5H24004	2400	61,14	3,89	24,14	
TST5H	TST5H24005	2400	61,29	3,68	24,05	
TST5H	TST5H24006	2400	62,57	3,86	25,02	
TST5H	TST5H24007	2400	63,22	4,24	25,61	
TST5H	TST5H24008	2400	61,89	3,79	24,53	
TST5H	TST5H24009	2400	62,72	3,55	23,83	
TST6S	TST6S24001	2400	58,40	-5,34	-9,88	
TST6S	TST6S24002	2400	57,86	-5,43	-9,77	
TST6S	TST6S24003	2400	57,66	-5,29	-9,37	
TST6S	TST6S24004	2400	58,37	-5,34	-9,89	
TST6S	TST6S24005	2400	57,74	-5,29	-9,47	
TST6S	TST6S24006	2400	58,19	-5,49	-10,26	
TST6S	TST6S24007	2400	58,27	-5,34	-9,81	
TST6S	TST6S24008	2400	58,57	-5,01	-8,83	
TST6S	TST6S24009	2400	58,24	-5,42	-9,46	
TST6H	TST6H24001	2400	58,01	-5,43	-10,49	
TST6H	TST6H24002	2400	58,75	-5,60	-10,67	
TST6H	TST6H24003	2400	58,24	-5,74	-10,94	
TST6H	TST6H24004	2400	58,04	-5,19	-9,31	
TST6H	TST6H24005	2400	59,07	-5,60	-10,41	
TST6H	TST6H24006	2400	57,58	-5,44	-9,34	
TST6H	TST6H24007	2400	57,16	-5,44	-9,80	
TST6H	TST6H24008	2400	57,19	-5,46	-9,75	
TST6H	TST6H24009	2400	55,47	-5,86	-10,50	
TST7S	TST7S24001	2400	59,32	-6,10	8,94	
TST7S	TST7S24002	2400	59,60	-6,28	8,96	
TST7S	TST7S24003	2400	60,56	-6,44	9,05	
TST7S	TST7S24004	2400	58,11	-5,97	8,87	
TST7S	TST7S24005	2400	58,95	-6,13	8,86	
TST7S	TST7S24006	2400	59,03	-6,01	8,81	
TST7S	TST7S24007	2400	58,86	-5,96	8,93	
TST7S	TST7S24008	2400	58,78	-6,26	8,96	
TST7S	TST7S24009	2400	59,53	-6,03	8,95	
TST7H	TST7H24001	2400	57,05	-5,76	9,25	
TST7H	TST7H24002	2400	56,19	-6,06	9,38	
TST7H	TST7H24003	2400	56,45	-6,27	9,65	
TST7H	TST7H24004	2400	56,90	-5,86	9,17	
TST7H	TST7H24005	2400	56,83	-6,07	9,13	
TST7H	TST7H24006	2400	55,79	-5,81	9,37	
TST7H	TST7H24007	2400	57,38	-6,05	9,16	
TST7H	TST7H24008	2400	56,63	-5,89	9,13	
TST7H	TST7H24009	2400	56,70	-6,12	9,26	

Fonte: Autora.

Quadro C.22: Medição com espectrofotômetro - 2550 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4S	TST4S25501	2550	64,14	0,10	2,69	2550 h
TST4S	TST4S25502	2550	63,61	-0,34	2,48	
TST4S	TST4S25503	2550	62,50	0,05	3,02	
TST4S	TST4S25504	2550	63,73	-0,12	2,49	
TST4S	TST4S25505	2550	64,16	0,07	2,83	
TST4S	TST4S25506	2550	63,49	0,07	2,67	
TST4S	TST4S25507	2550	64,14	-0,17	2,47	
TST4S	TST4S25508	2550	64,26	0,07	2,81	
TST4S	TST4S25509	2550	64,24	-0,12	2,60	
TST4H	TST4H25501	2550	63,65	-0,02	3,13	
TST4H	TST4H25502	2550	62,63	0,14	3,17	
TST4H	TST4H25503	2550	64,38	-0,16	2,93	
TST4H	TST4H25504	2550	61,85	0,07	3,42	
TST4H	TST4H25505	2550	62,30	0,02	3,65	
TST4H	TST4H25506	2550	62,32	0,03	2,98	
TST4H	TST4H25507	2550	61,62	0,16	4,07	
TST4H	TST4H25508	2550	63,13	0,06	3,53	
TST4H	TST4H25509	2550	61,74	0,12	3,81	
TST5S	TST5S25501	2550	60,31	3,82	23,52	
TST5S	TST5S25502	2550	60,69	3,77	23,59	
TST5S	TST5S25503	2550	61,33	3,82	24,24	
TST5S	TST5S25504	2550	60,62	3,80	23,95	
TST5S	TST5S25505	2550	58,97	3,84	22,71	
TST5S	TST5S25506	2550	60,55	3,64	23,22	
TST5S	TST5S25507	2550	59,63	3,68	23,56	
TST5S	TST5S25508	2550	59,62	3,70	23,29	
TST5S	TST5S25509	2550	59,63	3,59	23,23	
TST5H	TST5H25501	2550	62,67	3,63	24,79	
TST5H	TST5H25502	2550	62,04	3,71	24,35	
TST5H	TST5H25503	2550	62,44	3,86	25,30	
TST5H	TST5H25504	2550	61,31	3,80	24,20	
TST5H	TST5H25505	2550	61,29	3,63	24,10	
TST5H	TST5H25506	2550	62,29	3,85	24,86	
TST5H	TST5H25507	2550	63,15	4,13	25,67	
TST5H	TST5H25508	2550	61,88	3,94	24,57	
TST5H	TST5H25509	2550	62,82	3,52	23,91	
TST6S	TST6S25501	2550	58,35	-5,35	-9,47	
TST6S	TST6S25502	2550	57,86	-5,44	-9,74	
TST6S	TST6S25503	2550	57,71	-5,23	-9,14	
TST6S	TST6S25504	2550	58,42	-5,31	-9,72	
TST6S	TST6S25505	2550	57,77	-5,27	-9,27	
TST6S	TST6S25506	2550	58,17	-5,43	-10,04	
TST6S	TST6S25507	2550	58,24	-5,32	-9,66	
TST6S	TST6S25508	2550	59,10	-5,11	-8,92	
TST6S	TST6S25509	2550	58,44	-5,34	-9,40	
TST6H	TST6H25501	2550	58,09	-5,61	-10,92	
TST6H	TST6H25502	2550	58,91	-5,59	-10,81	
TST6H	TST6H25503	2550	58,37	-5,82	-10,99	
TST6H	TST6H25504	2550	58,07	-5,17	-9,37	
TST6H	TST6H25505	2550	59,12	-5,66	-10,49	
TST6H	TST6H25506	2550	57,73	-5,46	-9,37	
TST6H	TST6H25507	2550	54,85	-5,24	-9,58	
TST6H	TST6H25508	2550	57,24	-5,48	-9,74	
TST6H	TST6H25509	2550	55,88	-5,73	-10,58	
TST7S	TST7S25501	2550	59,37	-6,09	9,01	
TST7S	TST7S25502	2550	59,54	-6,30	9,05	
TST7S	TST7S25503	2550	60,21	-6,30	9,11	
TST7S	TST7S25504	2550	55,51	-5,82	8,64	
TST7S	TST7S25505	2550	58,69	-6,05	8,78	
TST7S	TST7S25506	2550	59,36	-6,25	8,95	
TST7S	TST7S25507	2550	55,60	-5,73	8,62	
TST7S	TST7S25508	2550	58,64	-6,20	8,94	
TST7S	TST7S25509	2550	59,86	-6,28	9,08	
TST7H	TST7H25501	2550	57,07	-5,78	9,25	
TST7H	TST7H25502	2550	56,24	-6,07	9,36	
TST7H	TST7H25503	2550	56,44	-6,23	9,57	
TST7H	TST7H25504	2550	56,87	-5,78	9,13	
TST7H	TST7H25505	2550	56,73	-6,01	9,07	
TST7H	TST7H25506	2550	55,65	-5,66	9,20	
TST7H	TST7H25507	2550	57,67	-6,11	9,21	
TST7H	TST7H25508	2550	56,74	-5,92	9,15	
TST7H	TST7H25509	2550	56,18	-6,00	9,32	

Fonte: Autora.

Quadro C.23: Medição com espectrofotômetro - 2700 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4S	TST4S27001	2700	65,58	0,02	2,51	2700 h
TST4S	TST4S27002	2700	64,87	-0,25	2,48	
TST4S	TST4S27003	2700	63,09	-0,04	3,05	
TST4S	TST4S27004	2700	64,20	-0,12	2,43	
TST4S	TST4S27005	2700	64,43	0,25	2,66	
TST4S	TST4S27006	2700	63,86	0,05	2,61	
TST4S	TST4S27007	2700	64,34	-0,11	2,32	
TST4S	TST4S27008	2700	64,80	0,13	2,52	
TST4S	TST4S27009	2700	64,54	-0,04	2,46	
TST4H	TST4H27001	2700	64,02	0,01	2,98	
TST4H	TST4H27002	2700	62,93	0,08	3,14	
TST4H	TST4H27003	2700	65,13	-0,10	2,92	
TST4H	TST4H27004	2700	62,37	0,03	3,24	
TST4H	TST4H27005	2700	62,55	0,02	3,51	
TST4H	TST4H27006	2700	62,47	0,04	2,81	
TST4H	TST4H27007	2700	61,78	0,12	3,82	
TST4H	TST4H27008	2700	63,42	0,06	3,51	
TST4H	TST4H27009	2700	62,34	0,16	3,40	
TST5S	TST5S27001	2700	60,80	3,82	23,19	
TST5S	TST5S27002	2700	60,79	3,86	22,87	
TST5S	TST5S27003	2700	61,48	3,93	23,48	
TST5S	TST5S27004	2700	61,00	3,93	23,32	
TST5S	TST5S27005	2700	59,19	3,87	21,93	
TST5S	TST5S27006	2700	60,64	3,65	22,41	
TST5S	TST5S27007	2700	59,75	3,84	22,84	
TST5S	TST5S27008	2700	59,91	3,67	22,49	
TST5S	TST5S27009	2700	59,91	3,70	22,05	
TST5H	TST5H27001	2700	62,62	3,63	24,21	
TST5H	TST5H27002	2700	62,32	3,80	23,92	
TST5H	TST5H27003	2700	62,77	3,96	24,87	
TST5H	TST5H27004	2700	61,19	4,18	23,63	
TST5H	TST5H27005	2700	61,66	3,71	23,68	
TST5H	TST5H27006	2700	62,51	3,85	24,36	
TST5H	TST5H27007	2700	63,80	4,26	25,47	
TST5H	TST5H27008	2700	62,65	3,90	24,22	
TST5H	TST5H27009	2700	62,98	3,77	23,49	
TST6S	TST6S27001	2700	58,70	-5,33	-9,58	
TST6S	TST6S27002	2700	58,29	-5,46	-9,81	
TST6S	TST6S27003	2700	58,22	-5,32	-9,47	
TST6S	TST6S27004	2700	58,79	-5,30	-9,78	
TST6S	TST6S27005	2700	58,28	-5,27	-9,31	
TST6S	TST6S27006	2700	58,58	-5,42	-9,96	
TST6S	TST6S27007	2700	58,67	-5,32	-9,77	
TST6S	TST6S27008	2700	59,21	-5,13	-8,93	
TST6S	TST6S27009	2700	58,70	-5,30	-9,33	
TST6H	TST6H27001	2700	58,27	-5,54	-10,56	
TST6H	TST6H27002	2700	59,30	-5,67	-10,79	
TST6H	TST6H27003	2700	58,78	-5,71	-11,10	
TST6H	TST6H27004	2700	58,43	-5,18	-9,23	
TST6H	TST6H27005	2700	59,54	-5,61	-10,42	
TST6H	TST6H27006	2700	58,16	-5,70	-9,08	
TST6H	TST6H27007	2700	57,96	-5,33	-9,75	
TST6H	TST6H27008	2700	57,15	-5,46	-9,57	
TST6H	TST6H27009	2700	56,19	-5,97	-10,79	
TST7S	TST7S27001	2700	59,66	-6,01	8,78	
TST7S	TST7S27002	2700	59,84	-6,18	8,76	
TST7S	TST7S27003	2700	60,93	-6,31	8,86	
TST7S	TST7S27004	2700	58,69	-5,94	8,69	
TST7S	TST7S27005	2700	58,99	-5,97	8,64	
TST7S	TST7S27006	2700	59,73	-6,42	9,24	
TST7S	TST7S27007	2700	58,94	-5,75	8,70	
TST7S	TST7S27008	2700	58,88	-5,94	8,64	
TST7S	TST7S27009	2700	59,91	-6,26	8,91	
TST7H	TST7H27001	2700	57,46	-5,78	9,02	
TST7H	TST7H27002	2700	56,43	-5,96	9,12	
TST7H	TST7H27003	2700	56,70	-6,12	9,28	
TST7H	TST7H27004	2700	56,91	-5,61	8,77	
TST7H	TST7H27005	2700	56,97	-6,01	8,99	
TST7H	TST7H27006	2700	55,84	-5,62	8,92	
TST7H	TST7H27007	2700	57,64	-5,95	8,91	
TST7H	TST7H27008	2700	56,76	-5,80	8,91	
TST7H	TST7H27009	2700	57,17	-6,08	8,99	

Fonte: Autora.

Quadro C.24: Medição com espectrofotômetro - 2850 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4H	TST4H28501	2850	60,96	-0,10	2,69	2850 h
TST4H	TST4H28502	2850	59,42	-0,03	2,68	
TST4H	TST4H28503	2850	61,34	-0,16	2,52	
TST4H	TST4H28504	2850	59,29	-0,04	2,98	
TST4H	TST4H28505	2850	59,37	0,02	3,09	
TST4H	TST4H28506	2850	58,94	0,03	2,52	
TST4H	TST4H28507	2850	58,26	0,21	3,42	
TST4H	TST4H28508	2850	60,56	0,00	2,90	
TST4H	TST4H28509	2850	59,44	0,11	3,17	
TST4S	TST4S28501	2850	65,29	-0,05	2,23	
TST4S	TST4S28502	2850	61,27	-0,22	2,05	
TST4S	TST4S28503	2850	62,85	0,05	2,87	
TST4S	TST4S28504	2850	60,40	-0,13	1,97	
TST4S	TST4S28505	2850	64,08	0,10	2,76	
TST4S	TST4S28506	2850	63,36	0,01	2,45	
TST4S	TST4S28507	2850	64,31	-0,20	2,08	
TST4S	TST4S28508	2850	64,15	0,08	2,58	
TST4S	TST4S28509	2850	63,94	-0,15	2,32	
TST5H	TST5H28501	2850	62,54	3,38	24,04	
TST5H	TST5H28502	2850	62,03	3,55	23,63	
TST5H	TST5H28503	2850	62,64	3,71	24,66	
TST5H	TST5H28504	2850	58,81	3,62	22,69	
TST5H	TST5H28505	2850	61,44	3,50	23,37	
TST5H	TST5H28506	2850	62,68	3,66	24,38	
TST5H	TST5H28507	2850	59,87	3,84	23,81	
TST5H	TST5H28508	2850	62,32	3,67	24,00	
TST5H	TST5H28509	2850	63,00	3,39	23,44	
TST5S	TST5S28501	2850	60,56	3,64	22,77	
TST5S	TST5S28502	2850	60,77	3,62	22,62	
TST5S	TST5S28503	2850	61,31	3,67	23,13	
TST5S	TST5S28504	2850	57,89	3,54	22,16	
TST5S	TST5S28505	2850	59,01	3,59	21,77	
TST5S	TST5S28506	2850	60,72	3,39	22,27	
TST5S	TST5S28507	2850	56,58	3,49	21,66	
TST5S	TST5S28508	2850	59,79	3,54	22,44	
TST5S	TST5S28509	2850	59,93	3,52	21,58	
TST6H	TST6H28501	2850	58,40	-5,37	-10,45	
TST6H	TST6H28502	2850	59,02	-5,70	-10,78	
TST6H	TST6H28503	2850	58,52	-5,72	-11,07	
TST6H	TST6H28504	2850	56,25	-4,98	-9,34	
TST6H	TST6H28505	2850	59,24	-5,60	-10,50	
TST6H	TST6H28506	2850	57,96	-5,40	-9,50	
TST6H	TST6H28507	2850	54,57	-5,06	-9,63	
TST6H	TST6H28508	2850	57,52	-5,44	-9,85	
TST6H	TST6H28509	2850	56,01	-5,80	-10,54	
TST6S	TST6S28501	2850	58,60	-5,30	-9,69	
TST6S	TST6S28502	2850	58,17	-5,40	-9,71	
TST6S	TST6S28503	2850	58,00	-5,35	-9,58	
TST6S	TST6S28504	2850	55,59	-5,09	-9,58	
TST6S	TST6S28505	2850	58,13	-5,24	-9,25	
TST6S	TST6S28506	2850	58,43	-5,33	-9,99	
TST6S	TST6S28507	2850	55,26	-4,99	-9,24	
TST6S	TST6S28508	2850	58,76	-5,14	-8,86	
TST6S	TST6S28509	2850	57,92	-5,27	-9,24	
TST7H	TST7H28501	2850	57,00	-5,70	8,85	
TST7H	TST7H28502	2850	56,44	-6,15	9,05	
TST7H	TST7H28503	2850	56,63	-6,30	9,25	
TST7H	TST7H28504	2850	56,89	-5,77	8,62	
TST7H	TST7H28505	2850	56,96	-6,13	8,84	
TST7H	TST7H28506	2850	56,09	-5,72	8,92	
TST7H	TST7H28507	2850	54,71	-5,80	8,48	
TST7H	TST7H28508	2850	56,67	-6,18	8,87	
TST7H	TST7H28509	2850	57,45	-6,18	8,83	
TST7S	TST7S28501	2850	59,51	-6,10	8,63	
TST7S	TST7S28502	2850	59,82	-6,30	8,66	
TST7S	TST7S28503	2850	60,85	-6,36	8,73	
TST7S	TST7S28504	2850	55,71	-5,83	8,23	
TST7S	TST7S28505	2850	58,97	-6,12	8,53	
TST7S	TST7S28506	2850	59,59	-6,33	8,63	
TST7S	TST7S28507	2850	56,12	-5,47	8,18	
TST7S	TST7S28508	2850	58,70	-6,07	8,56	
TST7S	TST7S28509	2850	60,33	-6,28	8,64	

Fonte: Autora.

Quadro C.25: Medição com espectrofotômetro - 3000 horas.

Concreto	Concreto	Hora da medição	L*	a*	b*	Observação
TST4H	TST4H30001	3000	63,79	-0,05	3,00	3000 h
TST4H	TST4H30002	3000	62,99	0,06	3,08	
TST4H	TST4H30003	3000	64,78	-0,20	2,89	
TST4H	TST4H30004	3000	62,00	0,11	3,43	
TST4H	TST4H30005	3000	62,59	0,02	3,51	
TST4H	TST4H30006	3000	62,41	0,01	2,84	
TST4H	TST4H30007	3000	61,79	0,19	3,86	
TST4H	TST4H30008	3000	63,95	0,01	3,36	
TST4H	TST4H30009	3000	62,09	0,07	3,58	
TST4S	TST4S30001	3000	65,41	0,16	2,25	
TST4S	TST4S30002	3000	64,35	-0,29	2,47	
TST4S	TST4S30003	3000	62,96	0,01	3,11	
TST4S	TST4S30004	3000	63,81	-0,11	2,43	
TST4S	TST4S30005	3000	64,34	0,09	2,81	
TST4S	TST4S30006	3000	63,77	0,00	2,64	
TST4S	TST4S30007	3000	64,31	-0,13	2,31	
TST4S	TST4S30008	3000	64,53	0,12	2,60	
TST4S	TST4S30009	3000	64,42	-0,04	2,58	
TST5H	TST5H30001	3000	62,69	3,37	24,47	
TST5H	TST5H30002	3000	62,25	3,61	24,05	
TST5H	TST5H30003	3000	62,44	3,73	24,94	
TST5H	TST5H30004	3000	61,35	3,75	23,75	
TST5H	TST5H30005	3000	61,43	3,53	23,68	
TST5H	TST5H30006	3000	62,24	3,62	24,48	
TST5H	TST5H30007	3000	63,63	4,11	25,49	
TST5H	TST5H30008	3000	62,41	3,76	24,41	
TST5H	TST5H30009	3000	63,28	3,47	23,96	
TST5S	TST5S30001	3000	60,62	3,75	23,07	
TST5S	TST5S30002	3000	60,92	3,66	22,99	
TST5S	TST5S30003	3000	61,56	3,78	23,77	
TST5S	TST5S30004	3000	60,79	3,71	23,52	
TST5S	TST5S30005	3000	59,00	3,77	22,16	
TST5S	TST5S30006	3000	60,70	3,46	22,76	
TST5S	TST5S30007	3000	59,94	3,69	23,04	
TST5S	TST5S30008	3000	59,77	3,63	22,75	
TST5S	TST5S30009	3000	59,99	3,56	21,98	
TST6H	TST6H30001	3000	58,50	-5,45	-10,44	
TST6H	TST6H30002	3000	59,17	-5,64	-10,74	
TST6H	TST6H30003	3000	58,70	-5,81	-11,17	
TST6H	TST6H30004	3000	58,39	-5,15	-9,37	
TST6H	TST6H30005	3000	59,28	-5,73	-10,48	
TST6H	TST6H30006	3000	57,99	-5,53	-9,35	
TST6H	TST6H30007	3000	57,73	-5,50	-10,03	
TST6H	TST6H30008	3000	57,27	-5,50	-9,73	
TST6H	TST6H30009	3000	55,84	-5,88	-10,85	
TST6S	TST6S30001	3000	58,53	-5,32	-9,33	
TST6S	TST6S30002	3000	58,25	-5,55	-9,65	
TST6S	TST6S30003	3000	58,04	-5,31	-9,15	
TST6S	TST6S30004	3000	58,68	-5,41	-9,65	
TST6S	TST6S30005	3000	58,13	-5,30	-9,09	
TST6S	TST6S30006	3000	58,44	-5,64	-9,83	
TST6S	TST6S30007	3000	58,43	-5,34	-9,50	
TST6S	TST6S30008	3000	59,01	-5,29	-8,97	
TST6S	TST6S30009	3000	58,49	-5,39	-9,23	
TST7H	TST7H30001	3000	57,14	-5,67	9,04	
TST7H	TST7H30002	3000	56,06	-5,75	9,39	
TST7H	TST7H30003	3000	56,66	-6,30	9,35	
TST7H	TST7H30004	3000	56,96	-5,79	8,94	
TST7H	TST7H30005	3000	56,83	-5,75	8,88	
TST7H	TST7H30006	3000	55,81	-5,65	9,04	
TST7H	TST7H30007	3000	57,84	-6,20	9,05	
TST7H	TST7H30008	3000	56,98	-5,96	8,96	
TST7H	TST7H30009	3000	56,66	-6,04	8,98	
TST7S	TST7S30001	3000	59,51	-6,14	8,81	
TST7S	TST7S30002	3000	59,79	-6,37	8,85	
TST7S	TST7S30003	3000	60,92	-6,43	8,92	
TST7S	TST7S30004	3000	58,53	-6,10	8,66	
TST7S	TST7S30005	3000	58,97	-6,19	8,70	
TST7S	TST7S30006	3000	59,79	-6,42	8,89	
TST7S	TST7S30007	3000	59,26	-5,84	8,61	
TST7S	TST7S30008	3000	58,84	-6,09	8,69	
TST7S	TST7S30009	3000	60,24	-6,01	8,54	

Fonte: Autora.

ANEXOS

ANEXO A - Obelisco Diamante dos Bandeirantes / Marco Comemorativo da Inauguração da Rodovia dos Bandeirantes - Projeto Executivo - DERSA.

ANEXO B - Análise química semiquantitativa por fluorescência de raios-X (FRX) e análise mineralógica qualitativa por difração de raios-X (DRX) - LMCC do IPT.

ANEXO C - Ensaio de caracterização em concreto pigmentado - LMCC do IPT.

ANEXO D - Análise mineralógica por difratometria de raios-X (DRX) - LMCC do IPT.

ANEXO A

A seguir são apresentados alguns dos documentos utilizados na pesquisa e que compõe parte do Projeto Executivo da obra Obelisco Diamante dos Bandeirantes / Marco Comemorativo da Inauguração da Rodovia dos Bandeirantes fornecidos pelo Desenvolvimento Rodoviário S.A - DERSA.

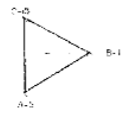
São selecionados e utilizados os seguintes projetos:

- “fôrmas do monumento”: pranchas 001, 002, 003 e 004;
- “detalhes construtivos”: prancha 018;
- “esquema de montagem de andaime para manutenção do monumento”: pranchas 019 e 020.

Além dos projetos, também, são utilizados os documentos técnicos:

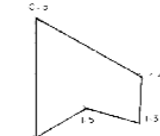
- “especificação de serviço do monumento”: engloba introdução, memorial descritivo do projeto, materiais e quantidades com 8 páginas no total;
- “memória de cálculo do monumento”: abrange generalidade, bibliografia e roteiro de cálculo com 48 páginas no total;
- “memória de cálculo do suporte de andaime para manutenção do monumento”: contém estruturas metálicas, determinação das cargas e dimensionamento do suporte com 15 páginas no total.

SEÇÃO ENTRE A COTA 783,30 e 767,30



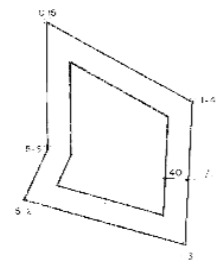
COTA	COORDENADAS PONTOS A-5		COORDENADAS PONTOS B-1		COORDENADAS PONTOS C-15	
	Y	X	Y	X	Y	X
783,30					739222,207	374297,081
781,00					739222,207	374297,081
779,00	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081
777,00	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081
775,00	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081
773,00	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081
771,00	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081
769,00	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081
767,30	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081

SEÇÃO ENTRE A COTA 767,30 e 754,55



COTA	COORDENADAS PONTOS A-5		COORDENADAS PONTOS I-4		COORDENADAS PONTOS C-15		COORDENADAS PONTOS I-3		COORDENADAS PONTOS I-5	
	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
767,30	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081
765,00	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081
763,00	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081
761,00	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081
759,00	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081
757,00	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081
755,00	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081
754,55	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081

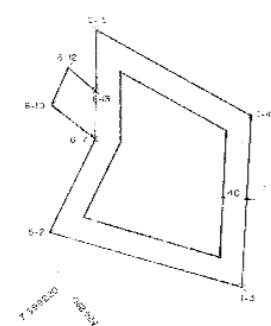
SEÇÃO ENTRE A COTA 754,55 e 749,60



COTA	COORDENADAS PONTOS 5-2		COORDENADAS PONTOS I-4		COORDENADAS PONTOS C-15		COORDENADAS PONTOS I-3		COORDENADAS PONTOS 5-6	
	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
754,55	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081
753,00	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081
751,00	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081
749,60	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081

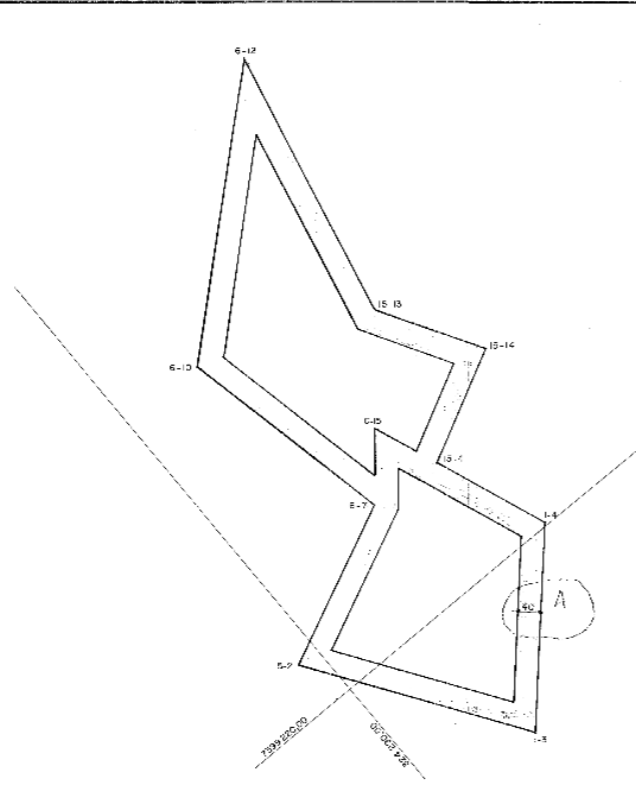
NOTA:
I- ACIMA DA COTA 759,00 A ESTRUTURA SERA MACISA VIDE DES. 3.06.010-C1/009.

SEÇÃO ENTRE A COTA 749,60 e 746,30

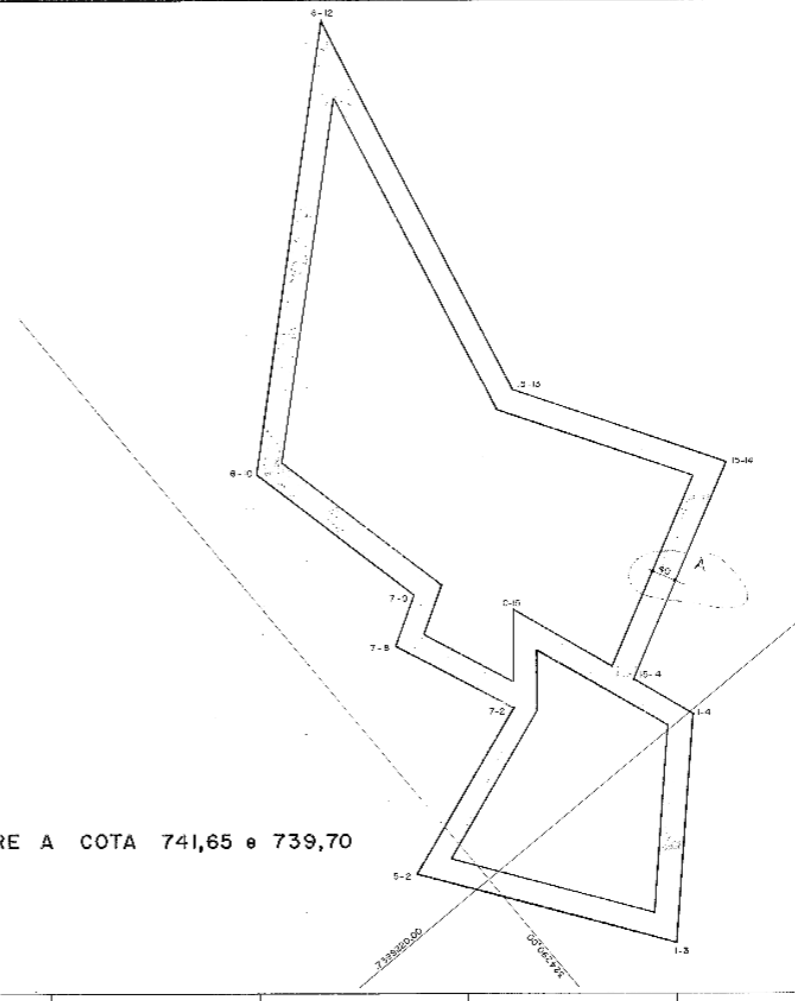


COTA	COORDENADAS PONTOS 5-2		COORDENADAS PONTOS I-4		COORDENADAS PONTOS C-15		COORDENADAS PONTOS I-3		COORDENADAS PONTOS 6-7		COORDENADAS PONTOS 5-10		COORDENADAS PONTOS 6-12	
	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
749,60	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081
748,00	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081
747,00	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081
746,30	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739222,207	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081	739221,054	374297,081

<p>PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS</p> <p>ENGENHEIROS RESPONSÁVEIS: MITEZ DE ALMEIDA BRAGA, HELIO SAMITTI, ISAÍO T. MORRISONI</p> <p>AV. BRIG. LUIZ ANTONIO, 1699 - FONES: 382-2592 - 382-9684</p>		<p>COORDENAÇÃO: P. WALTER</p> <p>SIGLA: VERIFICAÇÃO</p>		<p>ESTA PLANHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A LIBERAÇÃO OU A APROVAÇÃO NESTE DOCUMENTO NÃO É NEM A GARANTIA DE QUE O CONTEÚDO LEMBRE O NOME.</p>		<p>DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A.</p> <p>RODOVIA: VIA NORTE - SP 348</p> <p>SUB-TRECHO: 01</p> <p>ONDA: FORMAS DO MONUMENTO - DIMENSÕES</p> <p>ESCALA: 1:50</p> <p>CÓDIGO: 3.06.010 - CI/002</p>	
<p>B COLOCADA NOTA I</p> <p>A</p>		<p>PROJ. EMITENTE: P. WALTER</p> <p>VERIFICADO: P. WALTER</p> <p>APROVADO: P. WALTER</p>		<p>PROJ. EMITENTE: P. WALTER</p> <p>VERIFICADO: P. WALTER</p> <p>APROVADO: P. WALTER</p>		<p>REVISÃO</p>	



SEÇÃO ENTRE A COTA 746,30 e 741,65



SEÇÃO ENTRE A COTA 741,65 e 739,70

COTA	COORDENADAS PONTO 5-2		COORDENADAS PONTO 6-7		COORDENADAS PONTO 6-10		COORDENADAS PONTO 6-12		COORDENADAS PONTO 15-13		COORDENADAS PONTO 15-14		COORDENADAS PONTO 15-4		COORDENADAS PONTO 1-4		COORDENADAS PONTO 1-3	
	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
746,30	7399220,870	324299,084	7399221,778	324299,016	7399223,618	324291,030	7399224,648	324293,075	7399225,025	324295,081	7399225,035	324295,081	7399225,035	324295,081	7399225,175	324294,124	7399217,824	324292,078
746,00	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019
745,00	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019
744,00	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019
743,00	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019
742,00	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019
741,65	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019

COTA	COORDENADAS PONTO 5-2		COORDENADAS PONTO 7-2		COORDENADAS PONTO 7-8		COORDENADAS PONTO 7-9		COORDENADAS PONTO 6-10		COORDENADAS PONTO 6-12		COORDENADAS PONTO 15-13		COORDENADAS PONTO 15-14		COORDENADAS PONTO 15-4		COORDENADAS PONTO 1-4		COORDENADAS PONTO 1-3	
	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
741,65	7399220,870	324299,084	7399222,256	324299,477	7399222,256	324299,477	7399222,288	324299,422	7399222,288	324299,422	7399222,288	324299,422	7399222,288	324299,422	7399222,288	324299,422	7399222,288	324299,422	7399222,288	324299,422	7399222,288	324299,422
741,00	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019
740,00	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019
739,70	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019	740,817	290,019

PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS ENGENHEIRO RESPONSÁVEL: AV. BRIG. LUIZ ANTONIO, 4899 TEL. 282-2193 / 282-7931				COORDENADOR: <i>T. Valente</i>		ESTA PLANHA É PROPRIEDADE DE EMPRESA E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REPRODUZIDO SEM O CONSENTIMENTO DO AUTOR. A RESPONSABILIDADE POR ERROS É DO USUÁRIO.		DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. RODOVIA: VIA NORTE - SP 348 TRECHO: 06 SUB-TRECHO: 01 OBJETO: FORMAS DO MONUMENTOS - DIMENSÕES	
PROJ.: 11/12/78 DES.: 11/12/78 VALOR: 11/12/78 R\$PSP: 11/12/78				SIGLA: VERIFICACAO APROVACAO: <i>T. Valente</i>		ESCALA: 1:50 CÓDIGO: 3.06.010 - CI/003 REVISAO: A			

PONTOS	COORDENADAS		COTA
	Y	X	
2	739228,825	204788,87	735,70
4	219,787	284,877	735,01
18	222,375	304,874	730,00
19	224,767	303,792	730,45

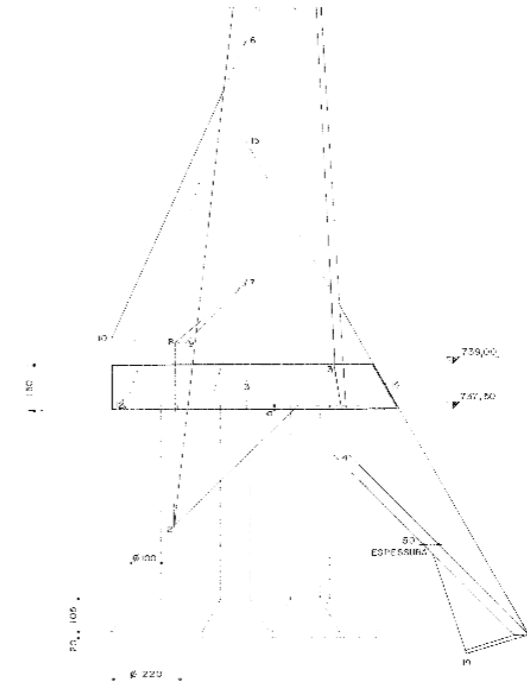
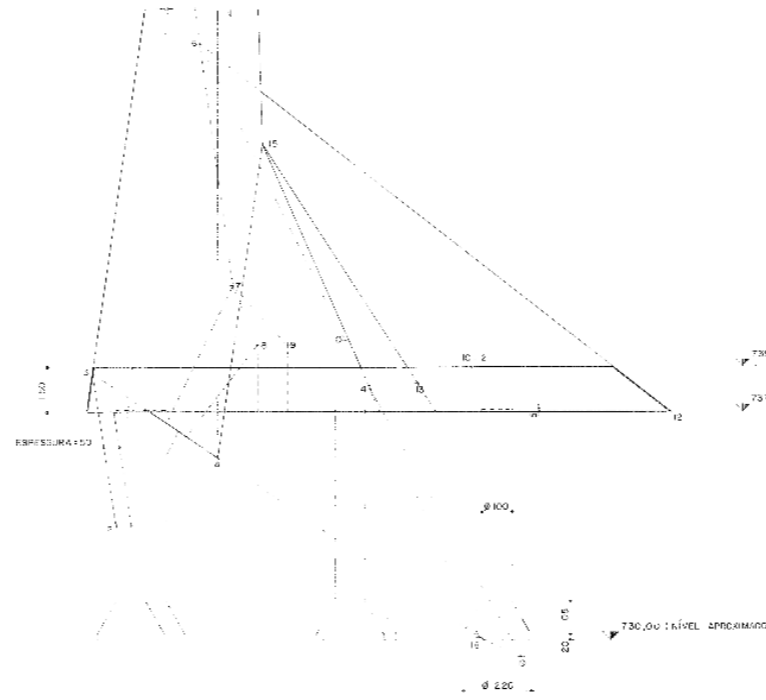
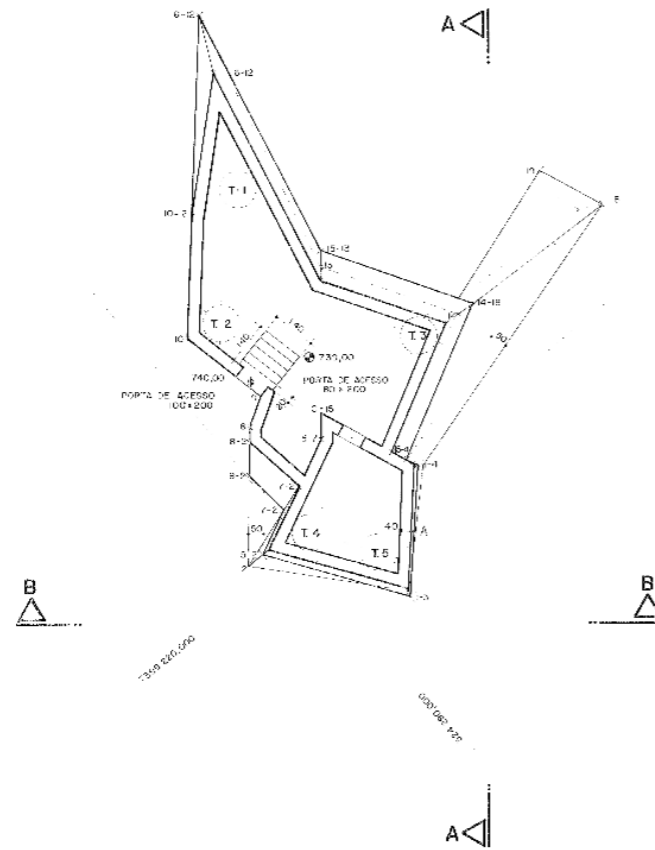
PONTOS	COORDENADAS		COTA
	Y	X	
T.1	739230,894	304208,804	735,70
T.2	227,570	282,873	735,01
T.3	223,171	297,25	730,45
T.4	220,342	290,840	730,45
T.5	218,522	297,759	730,45

PONTOS	COORDENADAS		COORDENADAS	
	Y	X	Y	X
6-2	7399230,867	304258,803	7399235,077	304257,603
10	227,856	293,372	227,886	291,372
9	224,878	293,355	225,878	292,058
5-2	223,079	290,977	223,069	290,763
7-2	221,814	290,209	221,788	290,069
8-2	220,841	288,750	220,847	288,974
1-3	218,640	297,407	218,660	297,630
1-4	219,643	294,854	219,660	294,886
10-4	220,257	294,896	220,231	294,100
11-10	222,786	299,204	222,828	298,201
15-12	227,210	294,616	227,291	298,010
6-10			228,220	293,812
6-7			228,044	294,653
10-12			230,013	293,993

PLANTA NA COTA 739,00
ESC. 1:100

VISTA A - A
ESC. 1:100

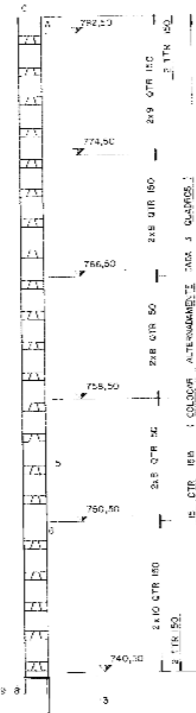
VISTA B - B
ESC. 1:100



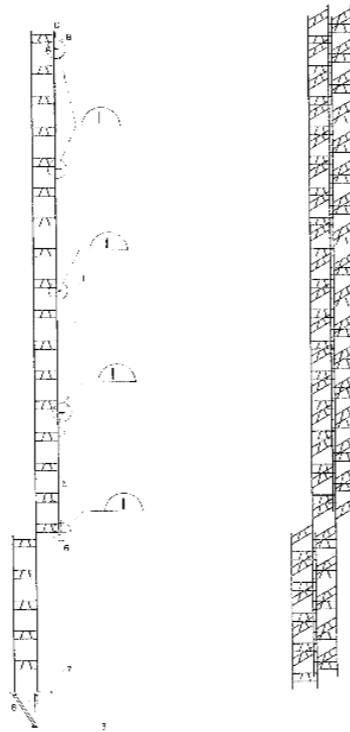
NOTA
 ASSENTAR A BASE DO TUBULÃO NA COTA ONDE O SOLO ADMITA TENSÃO DE COMPRESSÃO $\leq 8,0 \text{ kgf/cm}^2$
 CONCRETO $f_{ck} = 150 \text{ kgf/cm}^2$
 AÇO CA-50
 TUBAS AS PAREDES ACIMA DO FLOCO TERÃO ESPESURA DE 40cm.

<p>PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS ENGENHEIROS RESPONSÁVEIS AV. BRIG. LUIZ ANTONIO, 6899 TEL.: (11) 2202-2202</p>				<p>COORDENAÇÃO <i>T. Habub</i></p>		<p>ISSO PLANO É PROPOSTO NA COTA 739,00. PARA O PROJETO DE FUNDAMENTOS DA OBRA EM SEUS ANEXOS, O PROJETO DE FUNDAMENTOS DEVE SER ELABORADO POR UM PROJ. RESPONSÁVEL POR ESTE TIPO DE OBRAS.</p>		<p>DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. RODOVIA VIA NORTE - RP 348 ENDEREÇO DO CLIENTE - FORMAR DO MONUMENTO - FUNDÇÃO</p>	
<p>AV. BRIG. LUIZ ANTONIO, 6899 TEL.: (11) 2202-2202</p>				<p>SIGLA VERIFICAÇÃO</p>		<p>APROVAÇÃO PLANEJ. <i>T. Habub</i> 16.5.18</p>		<p>PROJETO DE FUNDAMENTOS - FUNDÇÃO</p>	
<p>PROJ. <i>PROENGE</i> 11/05/18 DES. <i>PROENGE</i> 11/05/18 VER. <i>PROENGE</i> 11/05/18 CALCUL. <i>PROENGE</i> 11/05/18</p>				<p>PLANEJ. <i>T. Habub</i> 16.5.18</p>		<p>REVISÃO</p>		<p>ESCALA 3.06 010 - CI/004</p>	
<p>REVISORES</p>				<p>DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA</p>		<p>REVISÃO</p>		<p>REVISÃO</p>	

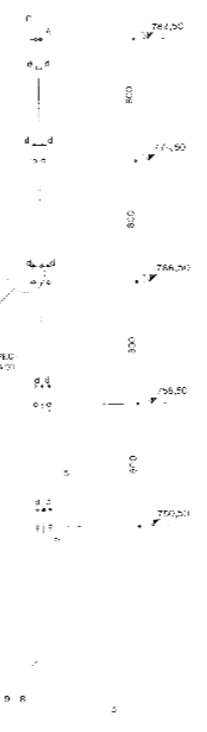
VISTA A-A
ESC. 1:200



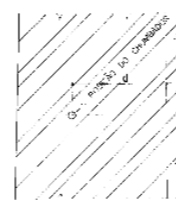
VISTA 6-B
ESC. 1:200



LOCAÇÃO DOS CHUMBADORES
ESC. 1:100

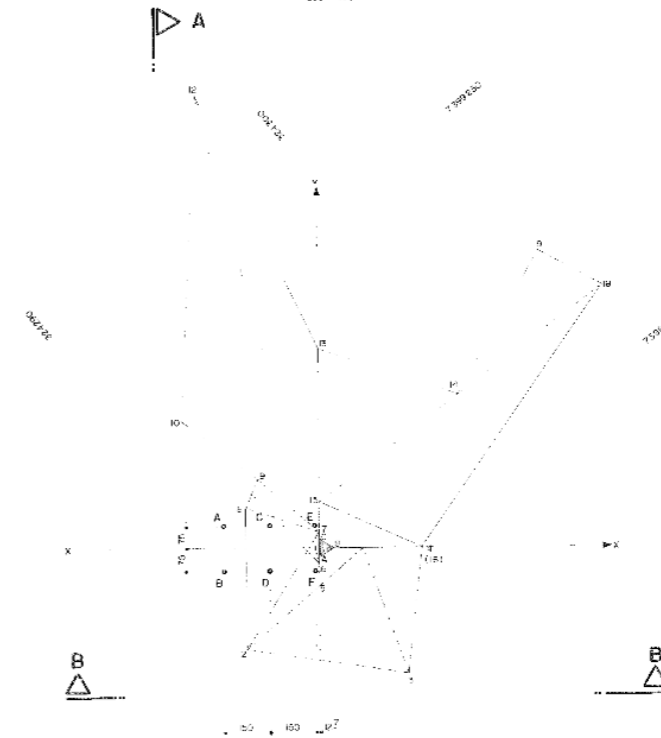


DETALHE 3
ESC. 1:2,5

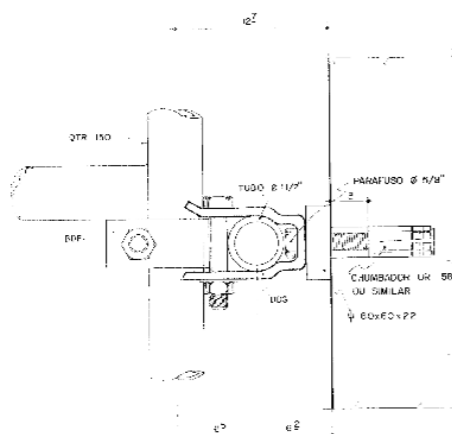


A distância d' é determinada "a 1000" centrificando o furo no eixo da faixa de acordo com nível especificado, verificado sobre 50 e 80 cm.
O chumbador deve estar à profundidade de 3cm da borda.

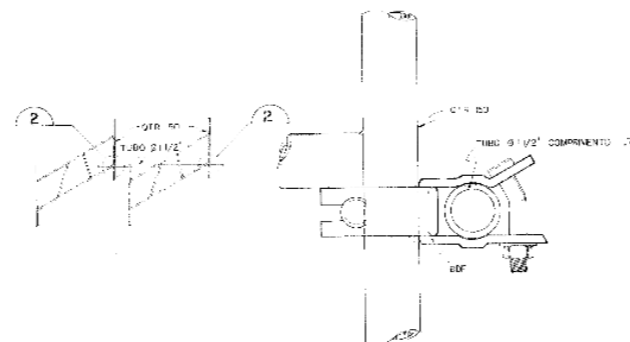
PLANTA
ESC. 1:100



DETALHE 1
ESC. 1:2,5



DETALHE 2
ESC. 1:2,5

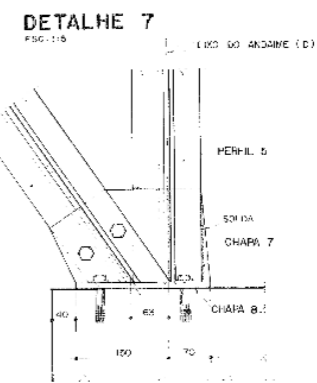
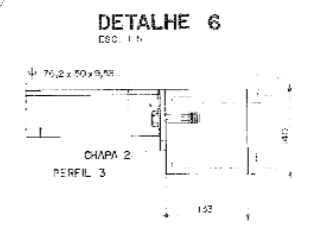
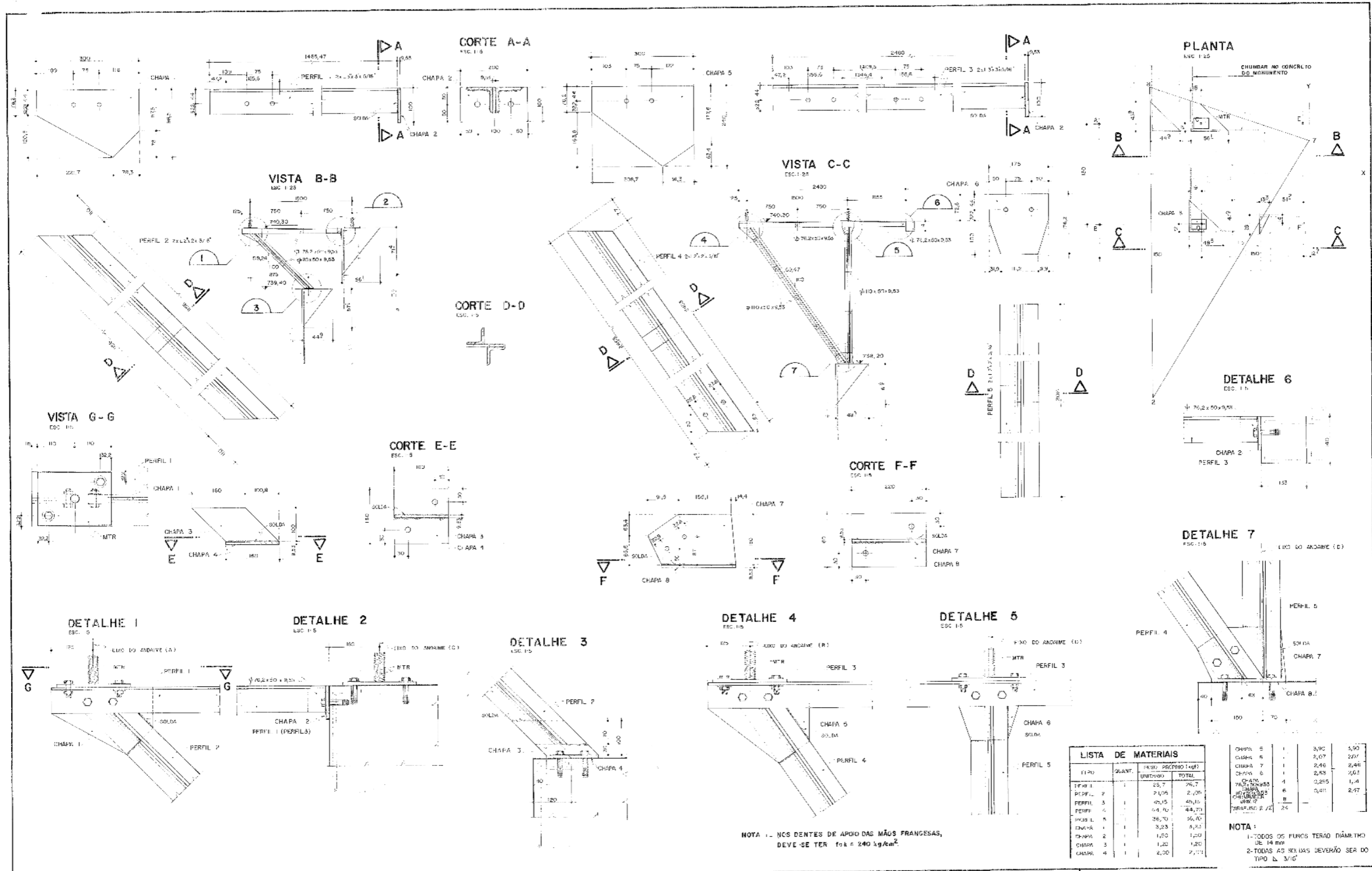


QUANTIDADE DE MATERIAIS			
TIPO	QUANT	PESO UNITÁRIO (kg)	PESO TOTAL (kg)
QTR 150	8	10,5	84,0
TUPO 2 1/2"	4	1,7	6,8
C. QTR 150	8	2,0	16,0
MTR	6	3,4	20,4
DEF	10	0,6	6,0
BS	10	1,2	12,0
TUPO 1/2"	8	0,4	3,2

COORDENADAS DOS MONTANTES (SISTEMA LOCAL)		
PONTO	X	Y
A	- 0,127	0,75
B	- 3,127	0,75
C	- 1,827	3,75
D	- 1,127	3,75
E	- 0,127	0,75
F	- 0,127	0,75

O EIXO Y É DEFINIDO PELOS PONTOS S E H
O EIXO X É PERPENDICULAR AO EIXO Y E PASSANDO PELO PONTO B.
COORDENADAS DA ORIGEM: 7399221,882 (SISTEMA GERAL); 32499,102

PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS END: RUA DOS RESERVATÓRIOS AV. BRIG. LUIZ ANTONIO 4450 TEL: 228-8385 242-3854				COORDENAÇÃO T. Zabalza		ESTA PLANTA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E NÃO DEVE SER REPRODUZIDA SEM O CONSENTIMENTO DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A.		DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A.	
PROJ: 20/07/78 DES: 20/07/78 VLR: 20/07/78 RES: 20/07/78				CÍVIL VERIFICAÇÃO T. Zabalza 21.2.78		RODOVIA VIA NORTE SP 348 TRONCO 08 SUB-TRECHO 01 OBJETO: ESQUEMA DE MONTAGEM DE ANOQUE PARA MANUTENÇÃO DO MONUMENTO		REVISÃO	
DIRETORIAÇÃO REVISÕES DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA				ESCALA: 3.06.010.- CI/019		INDIÇÃO: 3.06.010.- CI/019		REVISÃO	



LISTA DE MATERIAIS


TIPO	QUANT.	UNID.	PROPORÇÃO	TOTAL
PERFIL 1	23,7	m	200,7	4755,9
PERFIL 2	21,05	m	2,00	4210,5
PERFIL 3	40,5	m	40,5	1640,25
PERFIL 4	64,70	m	56,70	3660,00
PERFIL 5	1	m	3,23	3,23
CHAPA 1	1,00	m²	1,00	1,00
CHAPA 2	1,00	m²	1,00	1,00
CHAPA 3	1,00	m²	1,00	1,00
CHAPA 4	1,00	m²	2,00	2,00

CHAPA 5	1	3,90	3,90
CHAPA 6	1	2,07	2,07
CHAPA 7	1	2,46	2,46
CHAPA 8	1	2,63	2,63
PERFIL 1	1	2,25	1,4
PERFIL 2	1	3,41	2,47


NOTA:
 1-TODOS OS FURCS TERAO DIÂMETRO DE 14 mm
 2-TODAS AS SOLDAS DEVERÃO SER DO TIPO B 3/16"

NOTA 1 - NOS DENTES DE APOIO DAS MÃOS FRANGESAS, DEVE-SE TER $f_{ok} = 240 \text{ kg/cm}^2$


PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS					COORDENAÇÃO		DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A.	
EWOFA-7103 RILS-RONCÁZIS					<i>[Assinatura]</i>		RODOVIA: VA NORTE SR 348	
AV. DR. LUZ ANTONIO, 4800					SÍGLO		SUB-TRECHO: 0	
TEL. 282 2593 282-2824					VERIFICAÇÃO		DETALHE DO SUPORTE DO ANEL DE MANUTENÇÃO DO MONUMENTO	
PROJ: <i>[Assinatura]</i>					APPROVAÇÃO		ESCALA: 3. 1/10 - CIV/020	
ELAB: <i>[Assinatura]</i>					APPROVAÇÃO		INDICADA	
VER: <i>[Assinatura]</i>					APPROVAÇÃO		INDICADA	
REVIS: <i>[Assinatura]</i>					APPROVAÇÃO		INDICADA	

 DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A. DOCUMENTO TÉCNICO		CÓDIGO E.S. 3.06.010 - CI/001	Nº
EMISSÃO 29 / 06 / 78		FOLHA 01	DE
AMBIENTE Proenge Engenharia de Projetos		DESENHISTA <i>[Signature]</i>	PROJELISTA <i>[Signature]</i>
RODOVIA		RESPON. TÉCNICO <i>[Signature]</i>	VERIFICAÇÃO <i>[Signature]</i>
TRECHO	SUB-TRECHO	APROVAÇÃO <i>[Signature]</i>	
OBJETO ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DO MONUMENTO			
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIAS Desenhos: 3.06.010-CI/001 a 3.06.010-CI/018 M.C. 3.06.010 - CI/001 M.C. 3.06.010 - CI/002			
DOCUMENTOS RESULTANTES			
OBSERVAÇÕES			
REV.	RESP. TÉCNICO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO

DERSA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REPRODUZIDO SEM A AUTORIZAÇÃO DA DERSA. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO SÃO DE RESPONSABILIDADE DA DERSA.

 DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A. DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)		CÓDIGO ES. 3.06.010 CI/001	REV.
EMISSÃO 29, 06, 78		FOLHA 1	DE 7
EMITENTE PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4800 - CEP 01401 - TEL. 282-2020 - 282-9834			
<p style="text-align: center;"> Marco Comemorativo da Inauguração da Rodovia dos Bandeirantes Especificações Técnicas. Índice: Introdução Memorial descritivo do projeto Materiais Quantidades </p>			

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REPRODUZIDO SEM A AUTORIZAÇÃO DA DERSA. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO SÃO DE RESPONSABILIDADE DA DERSA.

	DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.	CÓDIGO	REV.
		E.S. 3.06.010-C/001	
DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)		EMISSÃO	FOLHA
		29,06,78	2 DE 1

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4889 - CEP 01401 - TEL.S. 282-2888 - 282-9434

Introdução:

Estas Especificações Técnicas referem-se à execução do marco comemorativo da inauguração da Via dos Bandeirantes. Trata-se de um obelisco de concreto armado a ser erigido no trecho inicial junto às marginais do Tietê.

A concepção do autor representada pela maquete e detalhada na memória constitui a base destas especificações.


Todas dimensões foram levantadas diretamente da maquete, corrigindo-se, apenas, a forma da base de acordo com os planos de terraplenagem definido por PL/DETRA.

A orientação geral referente a espessura mínima de paredes e métodos construtivos foi definida em sucessivas reuniões em que participaram representantes da Dersa, da empreiteira e da projetista.

Qualquer modificação destas Especificações deverá ser previamente comunicada à projetista que poderá efetuar-las, desde que traga benefícios sem afetar a qualidade ou segurança da obra.

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO SÃO DE RESPONSABILIDADE DA DERSA. RESPONSABILIDADE SOBRE O MEMO.

PD - 410377

	DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.	CÓDIGO	REV.
		E.S. 3.06.010-C/001	
DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)		EMISSÃO	FOLHA
		29,06,78	3 DE 1

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4889 - CEP 01401 - TEL.S. 282-2888 - 282-9434

Memorial Descritivo

Projeto : O projeto é dividido em tres partes. Na primeira define-se a forma da obra por meio de, coordenadas referentes a sistema de tres eixos ortogonais. Para facilitar o serviço de carpintaria todas as faces são desenhadas em verdadeira grandeza com as dimensões principais definidas em painéis seccionados pelas cotas de metro em metro.

A segunda parte do projeto refere-se ao detalhamento estrutural, define a secção transversal do obelisco correspondente às cotas inteiras variando de metro em metro. Toda armadura é detalhada levando-se em conta os pormenores relativos a dobramento e espaçamento.


Na última parte apresentam-se os detalhes construtivos.

Todo projeto é apresentado em 18(dezoito) pranchas conforme a relação apresentada a seguir:

- 3.06.010- CI/001 - Formas do monumento
- 3.06.010- CI/002 - Formas do monumento - dimensões
- 3.06.010- CI/003 - Formas do monumento - dimensões
- 3.06.010- CI/004 - Formas do monumento - fundação
- 3.06.010- CI/005 - Armação do tubulão e armação das paredes abaixo da cota 739,00
- 3.06.010- CI/006 - Medidas e cotas das formas laterais do monumento - 1a. etapa
- 3.06.010- CI/007 - Medidas e cotas das formas laterais do monumento - 2a. etapa
- 3.06.010- CI/008 - Armação do Bloco

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO SÃO DE RESPONSABILIDADE DA DERSA. RESPONSABILIDADE SOBRE O MEMO.


PD - 410377

 DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A. DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)	CÓDIGO E.S. 3.06.010-CI/00	REV.
	EMISSÃO 29,06,78	FOLHA 4 DE 7

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4888 - CEP 04401 - TELS. 282-2898 - 282-8854

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.
 PD - 110317

- 3.06.010- CI/009 - Formas do monumento - cortes horizontais
- 3.06.010- CI/010 - Formas do muro de arrimo - plano M e K
- 3.06.010- CI/011 - Formas do muro de arrimo-plano N
- 3.06.010- CI/012 - Armação vertical das paredes entre as cotas 739,00 e 763,00-1a. etapa
- 3.06.010- CI/013 - Armação horizontal das paredes entre as cotas 739,00 e 759,00 - 1a. etapa
- 3.06.010- CI/014 - Armação vertical das paredes entre as cotas 763,00 e 783,30 - 1a. etapa
- 3.06.010- CI/015 - Armação horizontal das paredes entre as cotas 759,00 e 783,30 - 1a. etapa
- 3.06.010- CI/016 - Armação vertical das paredes entre as cotas 739,00 e 749,60 - 2a. etapa
- 3.06.010- CI/017 - Armação horizontal das paredes entre as cotas 739,00 e 749,60 - 2a. etapa
- 3.06.010- CI/018 - Detalhes construtivos.

 DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A. DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)	CÓDIGO E.S. 3.06.010-CI/001	REV.
	EMISSÃO 29,06,78	FOLHA 5 DE 7

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4888 - CEP 04401 - TELS. 282-2898 - 282-8854

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.
 PD - 110317

Fundação: A opção dos tubulões para fundação deve-se à necessidade de poupar o maciço de terra da operação de escavar e reaterrar, e consequentemente do desnível entre a cota de assentamento do bloco (737,50) e o ponto mais baixo do obelisco (729,43).


A tensão de compressão (8,0 kgf/cm²) é perfeitamente compatível com a natureza do solo revelado pela sondagem sendo a escavação a céu aberto.

Paredes: A parede tem espessura de 40 cm até a cota 759,00, passando a ser maciça acima deste nível. A concretagem da parede pode ser interrompida por meio de juntas situadas em níveis convenientes a critério da empreiteira, embora tenha sido admitida a existência de juntas a cada 4m para efeito de corte de ferro.

A forma da face interna não exige os cuidados especiais de concreto aparente. Entretanto, na face externa deve ser aplicada uma série de régua com dimensões e sequência definidas na prancha 3.06.010-CI/018 - Detalhes construtivos.

Nas arestas convexas está prevista a aplicação de cantoneira L 4" x 4" x 3/8" a ser removida na desforma.

A parede pode ser executada em duas etapas sendo admissível uma junta de concretagem "fria" desde que sejam tomadas medidas especiais para se con-


 DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A. DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)	CÓDIGO E.S.3.06.010-C1/001	REV.
	EMISSÃO 29,06,78	FOLHA 6 DE 7

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2898 - 282-9634

seguir uma ligação sem falha de concretagem e diferença na cor do concreto.

O acesso ao interior do obelisco está localizado em posição estratégica, que impede a observação pelos usuários da rodovia. Além disso é guardado por uma porta que reproduz a textura geral da parede.

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.
 PD - 148877

 DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A. DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)	CÓDIGO E.S.3.06.010-C1/001	REV.
	EMISSÃO 29,06,78	FOLHA 7 DE 7

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2898 - 282-9634

Materiais:

O concreto previsto para a estrutura deve apresentar a resistência característica $f_{ck}=150$ kgf/cm². A coloração do concreto é obtida pela adição de pigmento com dosagem a ser determinada em corpos de prova.

A armadura é constituída de barras de aço do tipo CA - 50.

As formas para concreto na face externa devem ser do tipo para concreto aparente. As régua para a formação das estrias devem ser aparelhadas, pregadas nas formas de modo a não prejudicar a superfície do concreto no ato da desforma.


ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.
 PD - 148877

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA - DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHADA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A. DOCUMENTO TÉCNICO		CÓDIGO MC. 3.06.010-CI/004	REV. 1
EMISSÃO 23 / 06 / 78		FOLHA 01	
EMITENTE Proeinge Engenharia de Projetos		DESENHISTA <i>[Assinatura]</i>	
RODOVIA Via Norte		PROJEIÇÃO <i>[Assinatura]</i>	
TRECHO _____		RESPON. TÉCNICO <i>[Assinatura]</i>	
OBJETO Memória de cálculo do monumento		VERIFICAÇÃO _____	
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIAS			
Desenhos: 3.06.010-CI/001 a 3.06.010-CI/018. E.S. 3.06.010 - CI/001 M.C. 3.06.010 - CI/002			
DOCUMENTOS RESULTANTES			
_____ _____ _____			
OBSERVAÇÕES			
_____ _____			
VERIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO
APROVAÇÃO	APROVAÇÃO	APROVAÇÃO	APROVAÇÃO

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA - DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHADA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

DERSA - Desenvolvimento Rodoviário S.A.		CÓDIGO MC. 3.06.010-CI/004	REV. 1
DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)		EMISSÃO 22,06,78	
FOLHA 1 DE 48		EMITENTE PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS <small>AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4889 - CEP 04401 - TELS. 282-2548 - 282-9854</small>	
<h2>VIA NORTE - MONUMENTO</h2> <h3>INDICE</h3> <p>A - Generalidades</p> <p>B - Bibliografia</p> <p>C - Roteiro de cálculo</p> <p>A - generalidades</p> <p>1) Normas adotadas</p> <p>- Associação Brasileira de Normas Técnicas e Recomendações do C.C.B.</p> <p>2- Materiais</p> <p>a) Concreto - $f_{ck} \geq 150 \text{ Kg/cm}^2$</p> <p>b) Aço - CASO</p> <p>3) Notações</p> <p>Serão utilizadas as da NB1-76</p>			

	DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.	CÓDIGO	MC 306.010-C1/004	REV.
		EMISSÃO	22,06,78	FOLHA

DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)


EMITENTE
 PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRASADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2595 - 282-9634

B - Bibliografia

- 1) Normas:
 Associação Brasileira de Normas Técnicas
- 2- Mason, Jaime
 - Concreto Armado e Protendido
 Rio de Janeiro - 1975
- 3 - Santos, Leandro Holisto
 - Cálculo de Concreto Armado
 São Paulo - 1977
- 4- Fusco, Párcides Brasiliense
 - Fundamentos da Técnica de Armar
 São Paulo - 1975
- 5 - Pfeil, Walter
 Concreto Armado, Dimensionado
 Rio de Janeiro -
- 6 - Montoya, Jimenez
 Hormigón Armado - 4.ª Edição
 Barcelona - 1969

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

PO - 140077

	DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.	CÓDIGO	MC 306.010-C1/004	REV.
		EMISSÃO	22,06,78	FOLHA

DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)


EMITENTE
 PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRASADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2595 - 282-9634

C - Roteiro de cálculo

- I - Definições da estrutura
- II - Esforços atuantes
- III - Tubulões
- IV - Bloco de fundação
- V - Abas suspensas do bloco
- VI - Torre do monumento - 1.ª etapa
- VII - Saia do monumento - 2.ª etapa
- VIII - Muro de arrimo

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

PO - 140077

	DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.	CÓDIGO	MC 3.06.010-C1/004	REV.
		EMISSÃO	22,06,78	FOLHA

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2999 - 282-9634


ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA D.E.R.S.A. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

I- Definição da estrutura

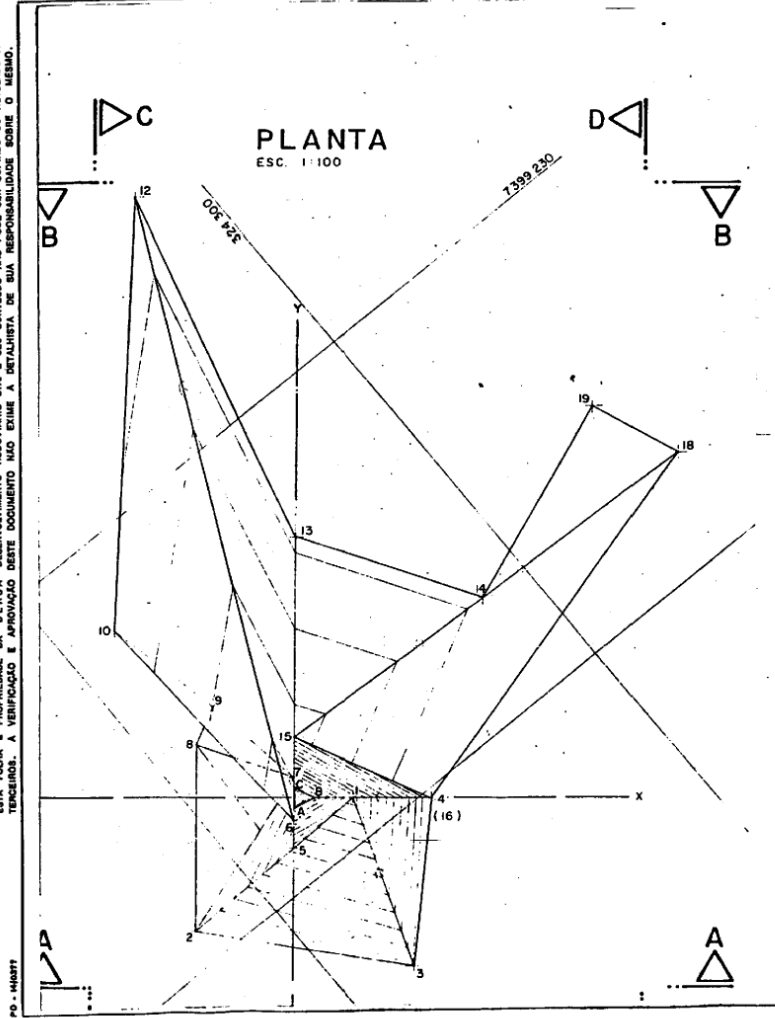
As paredes da estrutura acima da bloca tem espessura constante de 40 cm até a cota 759.00, e a partir desta até o topo é maciça.

Optou-se pela espessura de 40 cm nas paredes pelo fato da estrutura ser em concreto aparente, e devido a fatores construtivos é necessário boa espessura para que este apresente bom aspecto externo.

Acima da cota 759.0 a estrutura é maciça, por ser esta solução mais econômica.

	DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.	CÓDIGO	MC 3.06.010-C1/004	REV.
		EMISSÃO	22,06,78	FOLHA

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2999 - 282-9634



ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA D.E.R.S.A. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.



DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.

DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)

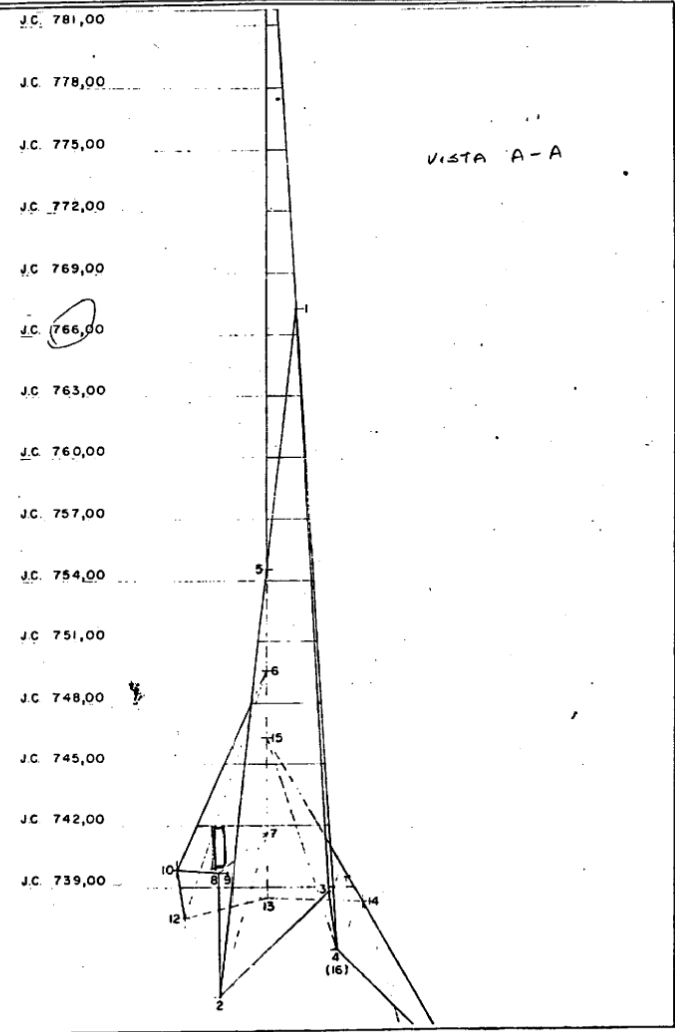
CÓDIGO
M.C. 3.06.010-C1/004 REV.

EMISSÃO
22.06.78 FOLHA
6 DE 48

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2593 - 282-9434

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTES DOCUMENTOS NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

PG - HUBST



DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.

DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)

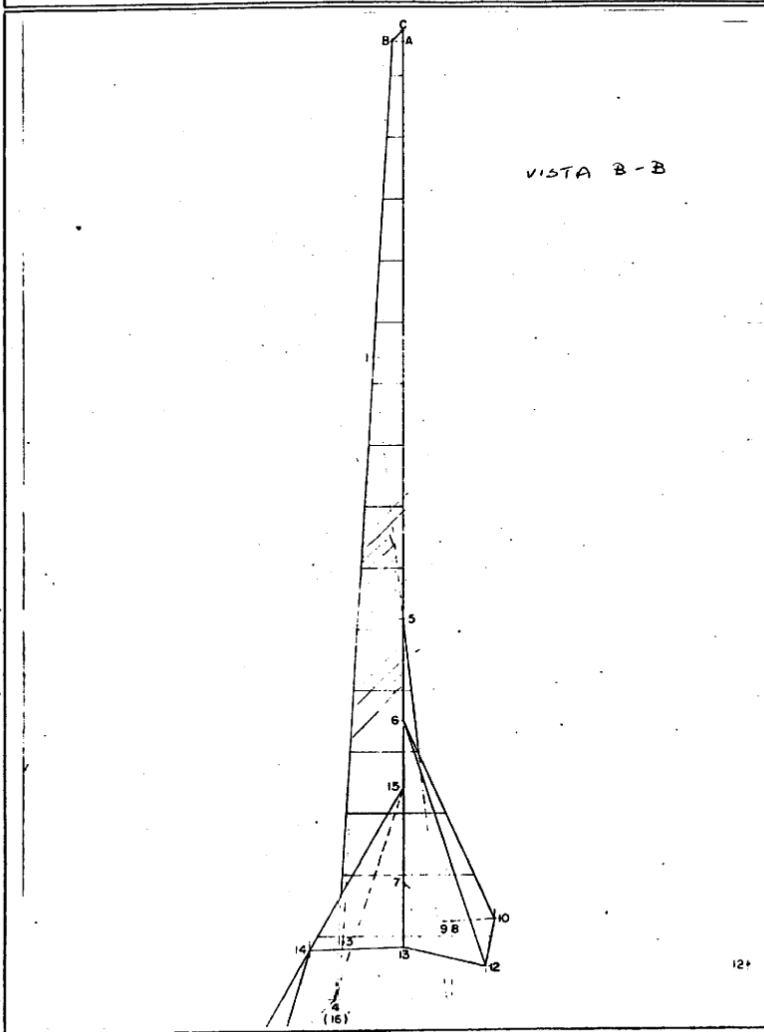
CÓDIGO
M.C. 3.06.010-C1/004 REV.


EMISSÃO
22.06.78 FOLHA
7 DE 48

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2593 - 282-9434

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTES DOCUMENTOS NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

PG - HUBST

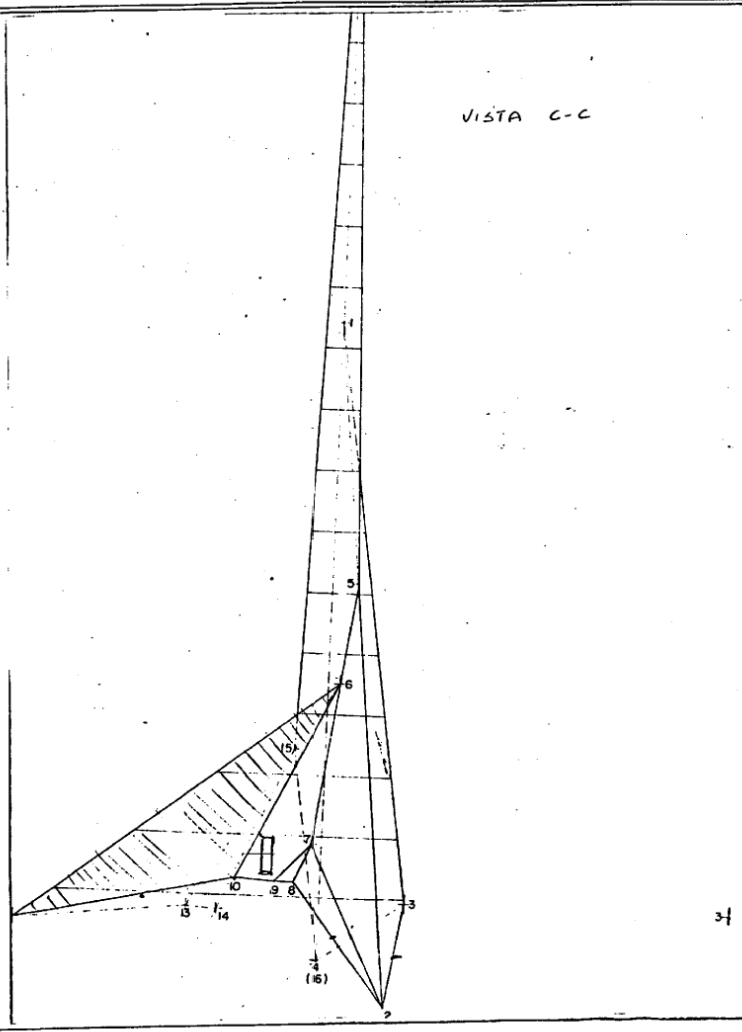



	DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.	CÓDIGO	M.C. 3.06.010-C1/004	REV.
		EMISSÃO	22,06,78	FOLHA

DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUZ ANTÔNIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2595 - 282-9434

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO SÃO DE RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

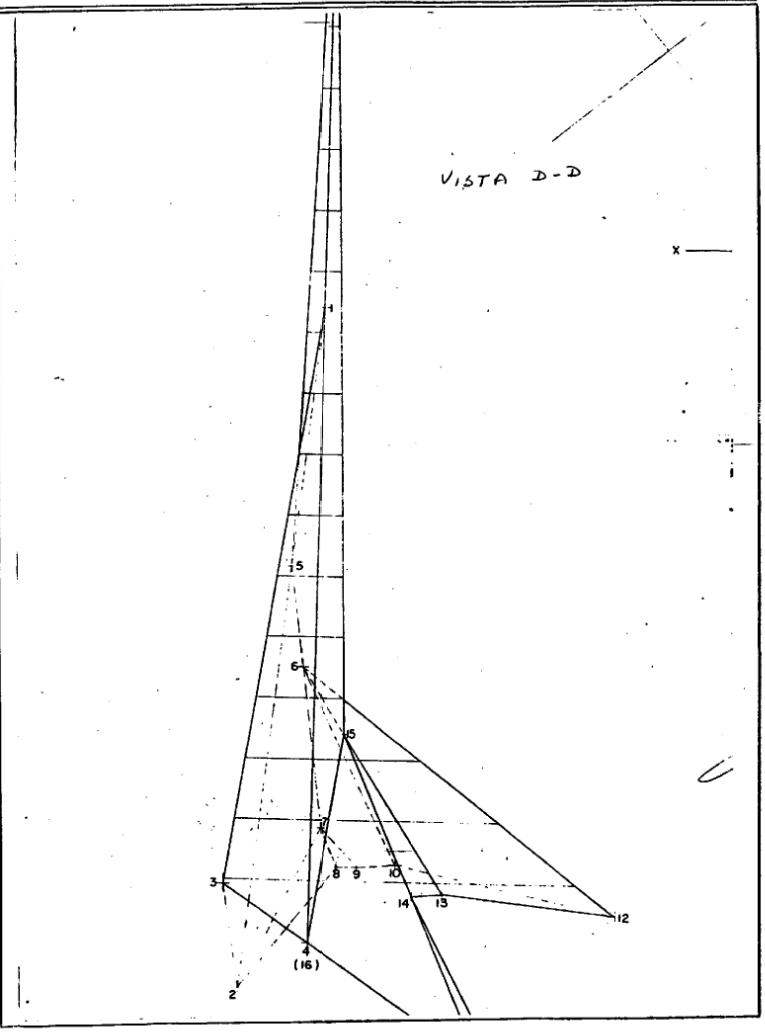


	DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.	CÓDIGO	M.C. 3.06.010-C1/004	REV.
		EMISSÃO	22,06,78	FOLHA

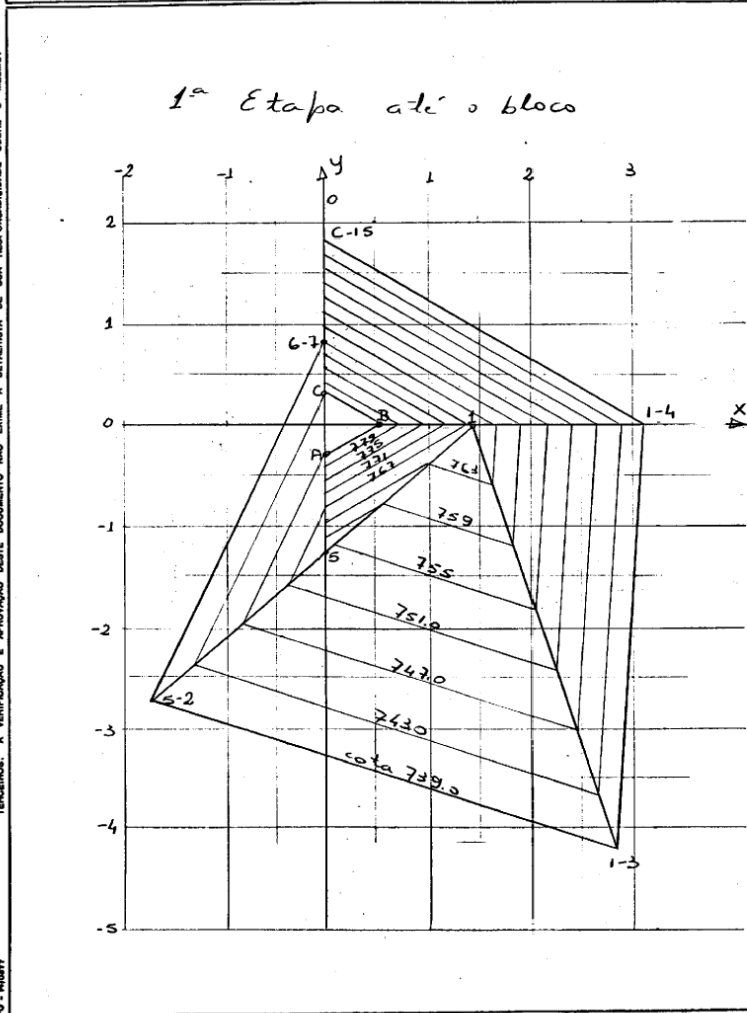
DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUZ ANTÔNIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2595 - 282-9434

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO SÃO DE RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.



ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTA DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.



ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTA DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

II - Esforços atuantes

2.1) Torre principal

a) Peso próprio

Os esforços devido ao peso próprio foram calculados da seguinte forma:

A torre foi dividida em faixas de 1 m de altura e em cada uma calculado o centro de gravidade e a área da seção. Sendo estes conhecidos, calculou-se o volume e as excentricidades entre as duas seções.

Os resultados se encontram nas folhas seguintes, onde:

- S (m²) - Área da seção na cota dada
- V (tf) - Peso da torre entre esta seção e a anterior = Volume x γc
- ΣV (tf) - Pesos acumulados a partir do topo.
- x_G - y_G - Centros de gravidade da seção em estudo em relação aos eixos x e y.
- H_x e H_y - Momentos acumulados até esta seção.

Obs: Os resultados são apresentados de 4,0 em 4,0 metros

EMITENTE: PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4800 - CEP 01401 - TELS. 282-2393 - 282-9434

Torre principal - Resumo dos esforços devido ao peso próprio

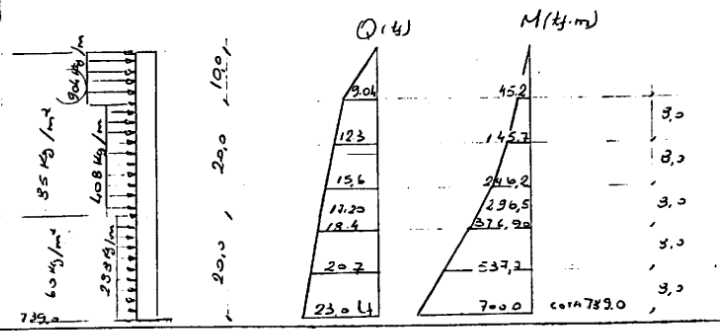
COTA	S (m ²)	V (t _f)	Σ V (t _f)	X _G (m)	Y _G (m)	M _x (t _f .m)	M _y (t _f .m)
779	0,31	2,38	2,38	0,25	0,0	-9,10	0,0
775	0,54	4,23	6,61	0,33	0,0	-0,44	0,0
771	0,84	6,86	13,47	0,40	0,0	-1,17	0,0
767	1,20	10,12	23,59	0,48	0,0	-2,36	0,0
763	1,84	14,82	38,41	0,67	-0,05	-8,33	1,4
759	2,93	23,50	61,91	0,86	-0,20	-17,88	8,79
759	1,74	0	61,91	0,86	-0,20	-17,88	8,79
755	2,84	23,17	85,08	1,01	-0,43	-29,00	26,08
751	3,51	31,58	116,66	1,08	-0,69	-37,20	54,70
747	4,29	36,38	153,04	1,10	-0,95	-39,00	92,50
743	5,20	42,85	195,9	1,07	-1,21	-34,60	138,10
739	6,06	50,9	246,8	1,04	-1,46	-26,00	197,30
739	5,74						

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

EMITENTE: PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4800 - CEP 01401 - TELS. 282-2393 - 282-9434

b) Efeito do vento

Para construir a torre principal serão usados andaimes tubulares amarrados na estrutura sendo necessário levá-los em conta para efeito de furação global do vento. Para construção dos andaimes foi previsto um consumo de 6.000 ml de tubo de 2" que corresponde a uma área de 180 m² que distribuído pela altura total (50m) dá um consumo médio de 3,6 m²/m de altura. A favor da segurança considerouse uma área de 4,8 m²/m. Encimando o andaime temos uma câmara de trabalho totalmente vedada com uma largura máxima de 10,6m. Abaixo temos os esforços devido ao vento.



ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

EMITENTE: PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2590 - 282-9634

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

c) Excentricidade acidental
 Devido à incerteza do plo de aplicação da força e como a torre foi calculada como pilar e necessário considerar uma excentricidade acidental conforme exigência da NBR-76

$$e_a \geq \begin{cases} R/30 \\ 2\text{cm} \end{cases}$$

Os resultados se encontram na pag seguinte onde temos um resumo de todos os esforços atuantes na estrutura de 40 em 4,0 metros que julgamos ser suficientes para dimensionar corretamente a torre.

Na base da torre, devido ao peso próprio temos:

$$\begin{aligned}
 N &= 247,0 \text{ tf} \\
 \text{base} \begin{cases} X_G = 1,04 \text{ m} \\ Y_G = -1,46 \text{ m} \end{cases} \\
 M_x &= -26 \text{ tf.m} \rightarrow X_G = 0,93 \text{ m} \\
 M_y &= 197,3 \text{ tf.m} \rightarrow Y_G = -0,66 \text{ m}
 \end{aligned}$$

EMITENTE: PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2590 - 282-9634

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

d) ESFORÇOS NA TORRE PRINCIPAL

COTA	PESO PRÓPRIO			VENTO		EXC. ACIDENTAL	
	N	M _x	M _y	M _x	M _y	M _x	M _y
739,0	246,8	-26,0	197,3	±700,0	0	±33,0	±41,0
"	246,8	-26,0	197,3	0	±700,0	"	"
"	"	"	"	±495,0	±495,0	"	"
743,0	195,90	-33,0	138,10	±619,0	0	±22,2	±26,1
"	"	"	"	0	±619,0	"	"
"	"	"	"	±438,0	±438,0	"	"
747,0	153,04	-39,0	92,5	±538,0	0	±14,8	±17,3
"	"	"	"	0	±538,0	"	"
"	"	"	"	±380,0	±380,0	"	"
751,0	116,7	-37,20	54,70	±457,5	0	±9,4	±10,1
"	"	"	"	0	±457,5	"	"
"	"	"	"	±323,5	±323,5	"	"
753,0	85,08	-29,0	26,0	±297,0	0	±6,2	±6,2
"	"	"	"	0	±297,0	"	"
"	"	"	"	±210	±210	"	"
759,0	61,91	-17,9	8,8	±246,0	0	±2,9	±3,9
"	"	"	"	0	±246,0	"	"
"	"	"	"	±173,0	±173,0	"	"
763,0	38,11	-8,33	1,49	±196,0	0	±1,7	±2,2
"	"	"	"	0	±196,0	"	"
"	"	"	"	±138	±138,0	"	"
767,0	23,59	-2,63	0,03	±146,0	0	±1,5	±1,8

Esforços atuantes na torre (1ª etapa)

EMITENTE: PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2593 - 282-9634

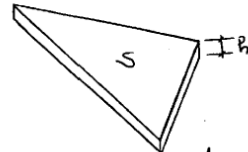
2.2) - 2ª Etapa - Placas

a) Peso próprio:

$$pp = S \times h \times \rho$$

$$h = 0,40 \text{ m}$$

$$\rho = 2,5 \text{ t/m}^3$$



As placas são definidas pelos pontos dos vértices.

Placa	x _G (m)	y _G (m)	S (m ²)	Peso (t)
4-15-18	4,20	3,35	55,75	55,75
14-18-19	6,95	7,72	12,51	15,6
15-14-15	1,50	4,30	21,78	21,78
6-13-12	-1,32	6,87	50,21	50,21
6-10-12	-2,78	4,11	52,77	52,77
6-7-10	-1,47	1,36	22,24	22,24
7-8-9	-1,43	1,36	1,66	1,66
7-8-2	-1,56	-0,51	11,27	11,27

TOTAL

$$\left\{ \begin{array}{l} x_G = 0,39 \text{ m} \\ y_G = 4,69 \text{ m} \\ S_T = 228,2 \text{ m}^2 \\ P_{200} = 228,2 \text{ t} \end{array} \right.$$

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A AUTORIZAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO. PD - 110377

EMITENTE: PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2593 - 282-9634

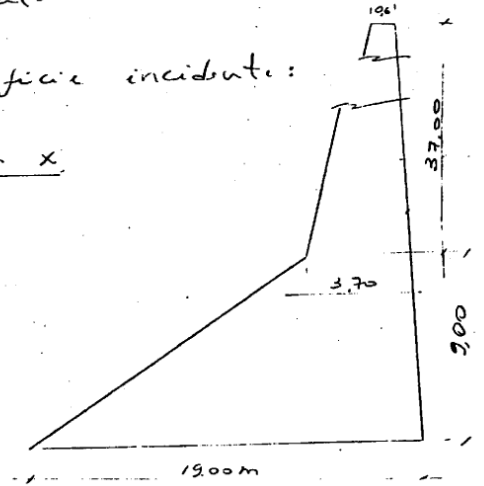
b) Efeito do vento.

Quando da construção da 2ª etapa a torre já estará pronta e o efeito do vento nela será menor porque já não tem o andaime tubular se apoiando na mesma.

Como a superfície é toda irregular será tomada uma superfície média com o vento incidindo na horizontal.

Superfície incidente:

direção X



ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO. PD - 110377



DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.

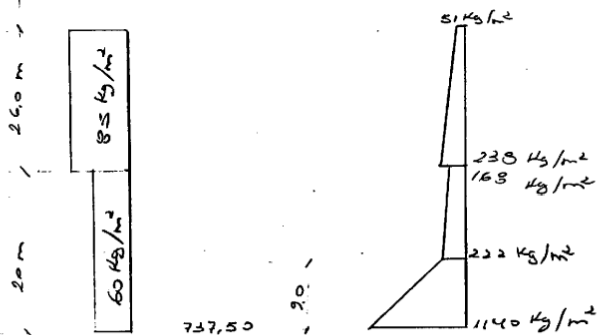
DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)

CODIGO M.C. 3.06.010 - C1/004 REV.

EMISSAO 22,06,78 FOLHA 18 DE 48

EMITENTE PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2593 - 282-9634

c) Cargas atuantes:

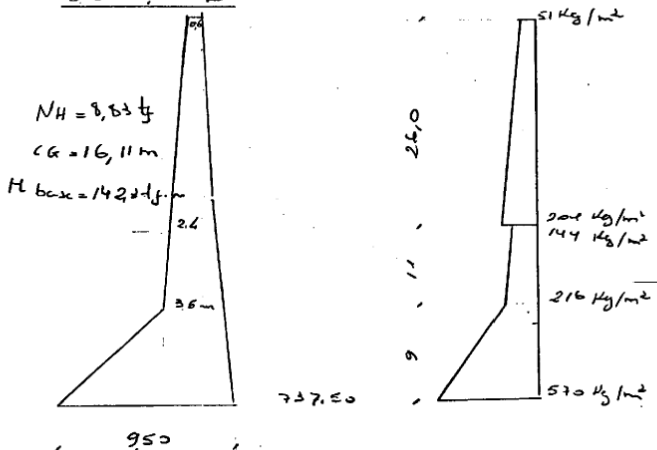


$$N_H = 12,03 \text{ tf}$$

$$CG = 13,75 \text{ m}$$

$$M_{base} = 165,4 \text{ tf.m}$$

direção y



$$N_H = 9,63 \text{ tf}$$

$$CG = 16,11 \text{ m}$$

$$M_{base} = 142,2 \text{ tf.m}$$

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO ENTRA A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MEMO.

PO - 41887



DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.

DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)

CODIGO M.C. 3.06.010 - C1/004 REV.

EMISSAO 22,06,78 FOLHA 19 DE 48

EMITENTE PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2593 - 282-9634

III - Tubulões

3.1a) Esforços atuantes

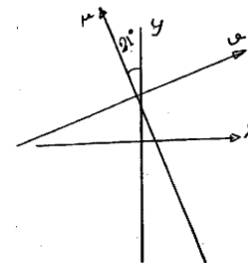
1.a etapa:

$$\text{Peso do bloco} = 288 \text{ tf}$$

$$\text{Peso da torre} = 247 \text{ tf}$$

Os momentos atuantes são os da fag, onde se leva em conta o vento e excentricidade acidental da base da torre.

Tomam-se para eixo dos u o de maior momento de inércia, e v uma os tubulões 1 e 5



$$\alpha = 21^\circ$$

$$X_{gru} = -0,21$$

$$Y_{gru} = 2,58$$

Os esforços nos tubulões são calculados pela fórmula:

$$N_i = \frac{N}{n} + \frac{M_x \cdot x_i}{I_y} + \frac{M_y \cdot y_i}{I_x}$$

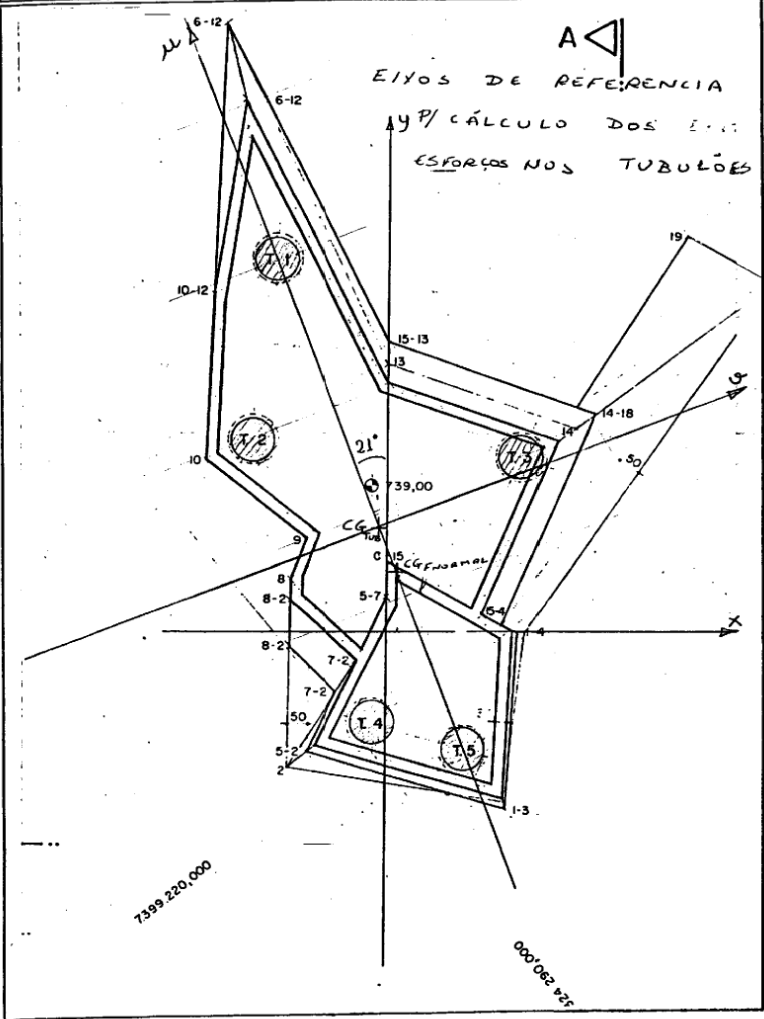
$$I_x = \sum y_i^2 \quad I_y = \sum x_i^2$$

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO ENTRA A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MEMO.

PO - 41887

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2560 - 282-9634

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODUVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO. PO - 140377



EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2560 - 282-9634

Mudança do sistema de coordenadas dos tubulões

TUBULÃO	T1	T2	T3	T4	T5
X	-2.70	-3.20	3.25	-0.37	1.95
Y	9.10	4.75	4.30	-2.25	-3.00
U	7.00	3.10	0.30	-4.50	-5.90
V	0.0	-2.0	3.85	-1.85	0

$I_U = 113,76 \text{ m}^2$ $I_V = 22,25 \text{ m}^2$ $CG_{TUB} \left\{ \begin{array}{l} x = -0,21 \\ y = 2,58 \end{array} \right.$

I_U e I_V são os momentos de inércia em relação ao centro de gravidade dos tubulões

3.2.a Força normal nos tubulões na 1ª etapa.

N	M _U	M _V	FORÇA NORMAL NOS TUBULÕES (t _f)					
			T1	T2	T3	T4	T5	
→	535	733	-601	70,02	24,7	232,3	69,8	138,2
←	535	-733	-642	67,50	155,4	-21,6	193,4	149,3
↑	535	33	99	113,1	106,7	112,9	100,3	101,9
↓	535	-33	-134,2	24,2	73,4	97,8	162,8	176,6
+	535	33	-642,-	67,5	86,5	111,0	129,7	149,3

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODUVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO. PO - 140377

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO ENTRA A DEBITAR DA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

3.2.b) 2.a Etapa - Força normal

N (t)	M _u (t.m)	M _v (t.m)	Esforços normais no tubulão				
			1	2	3	4	5
+ 823,0	581,8	-319,3	145,5	103,8	264,5	128,5	180,7
+ 823,0	208,3	-167,0	154,3	141,3	209,2	153,9	173,3
+ 823,0	466,7	-52,0	161,4	121,2	245,2	127,3	167,3
+ 623,0	323,4	-425,4	138,4	123,9	219,5	154,5	136,7

3.3) Esforços horizontais:

Os esforços horizontais que atuam nos tubulões são devidos ao vento e empuxo de terra nas abas suspensas do bloco.

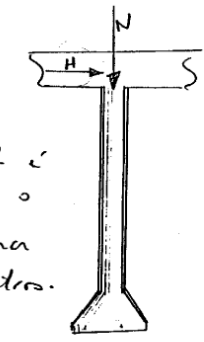
Devido ao vento
 $H_{máx} = 23 \text{ tf}$
 Devido ao empuxo
 $H = 30 \text{ tf}$

Por tubulões
 $H = \frac{53}{5} = 11,0 \text{ tf}$

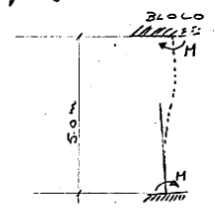
ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO ENTRA A DEBITAR DA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

3.4) Esforços atuantes nos tubulões

$N_{máx} = 264,5 \text{ tf}$
 $H_{máx} = 11,0 \text{ tf}$



Como o esforço horizontal é pequeno podemos considerar o tubulão engastado a uma profundidade de 4 a 5 metros.



$M = \frac{6 E I \delta}{l^2}$

$I = \frac{\pi D^4}{64} = 0,049 \text{ m}^4$

$E = 2500000 \text{ t/m}^2$

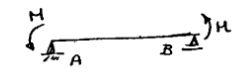
$M = 4910 \delta$

Impedido $M = 100 \text{ tf.m}$

temos $R_A = \frac{2M}{l} = \frac{200}{5} = 40 \text{ tf}$

logo $M = 100 \times \frac{11}{40} = 27,5 \text{ tf.m}$

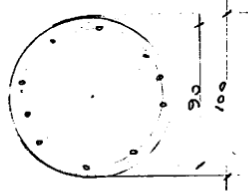
$d = 5,6 \text{ mm}$



ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO SÃO DE RESPONSABILIDADE DA DERSA.

3.5) Dimensionamento (Montoya)

①
 $N = 265 \text{ tf.}$
 $M = 27,5 \text{ tf.m}$
 $\nu = 0,44$
 $\mu = 0,028$



$A_s = 0,0 \Rightarrow A_{s \text{ mínima}}$

Armadura mínima - $P = 0,008$

$A_{c, \text{mín}} = \frac{265.000 \times 1,4}{\frac{150}{1,4} + \frac{5000 \times 0,008}{1,25}} = 2270 \text{ cm}^2$

$A_{s \text{ mín}} = 2270 \times 0,008 = 18,2 \text{ cm}^2$
 $7 \phi \frac{3}{4}''$

② $N = 0$
 $M = 27,5 \text{ tf.m} \Rightarrow A_s = 19,30 \text{ cm}^2$
 $7 \phi \frac{3}{4}''$

PO - HINBT

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO SÃO DE RESPONSABILIDADE DA DERSA.

IV Bloco de fundação.

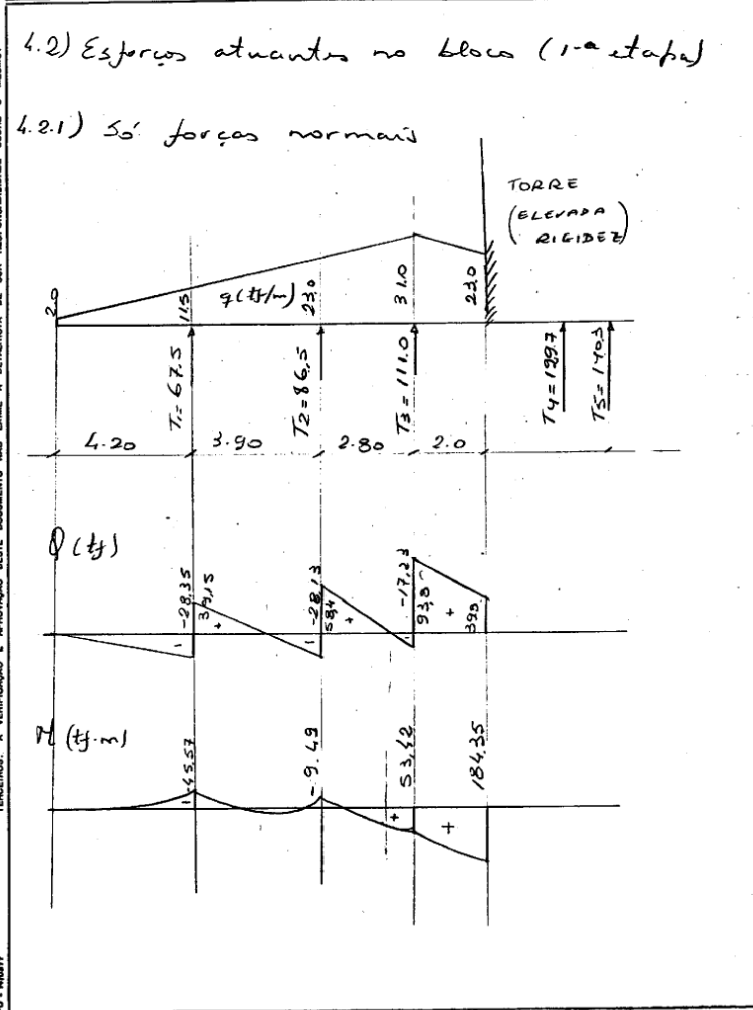
4.1.a) Peso próprio = $74,82 \times 1,5 \times 2,5 = 288 \text{ tf}$
 $x_G = -0,34 \text{ m}$
 $y_G = 3,38 \text{ m}$

4.1.b) 1.ª etapa
 conjunto bloco + torre
 $N = 535,0 \text{ tf}$
 $x_G = 0,25 \text{ m}$
 $y_G = 1,51 \text{ m}$

4.1.c) 2.ª etapa
 Total } $N = 823,0 \text{ tf}$
 $x_G = 0,27 \text{ m}$
 $y_G = 2,29 \text{ m}$

PO - HINBT

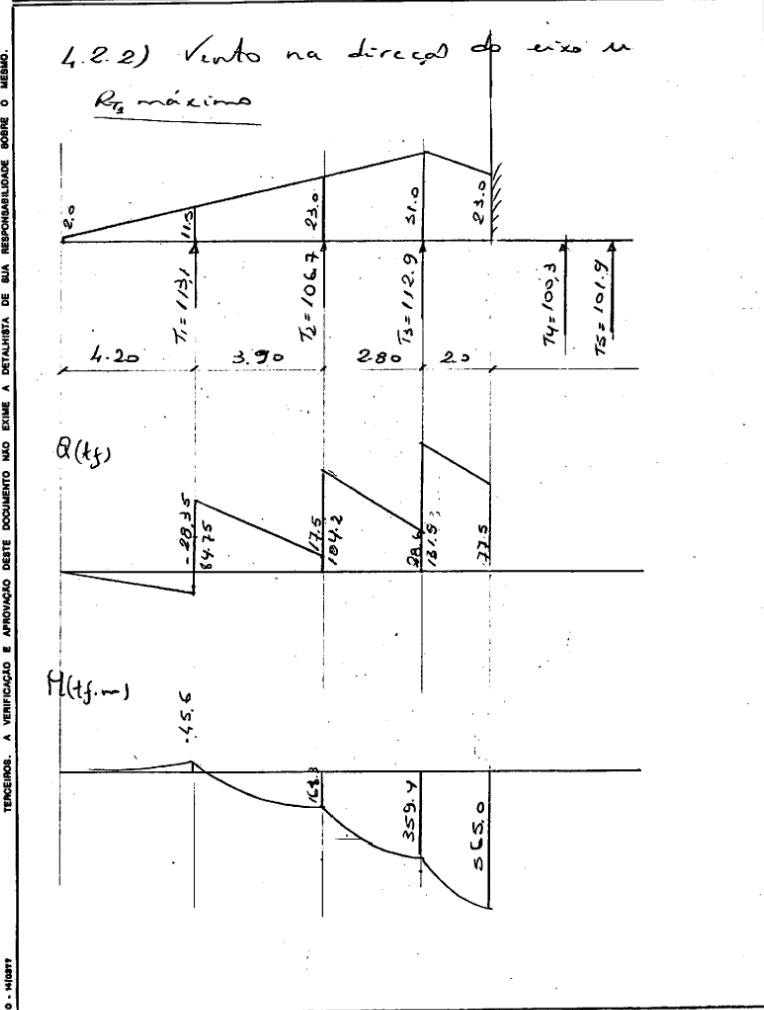
EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4889 - CEP 01401 - TELS. 282-2598 - 282-9854



ESTA FOLHA E PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MEMO.

PO - 140877

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4889 - CEP 01401 - TELS. 282-2598 - 282-9854

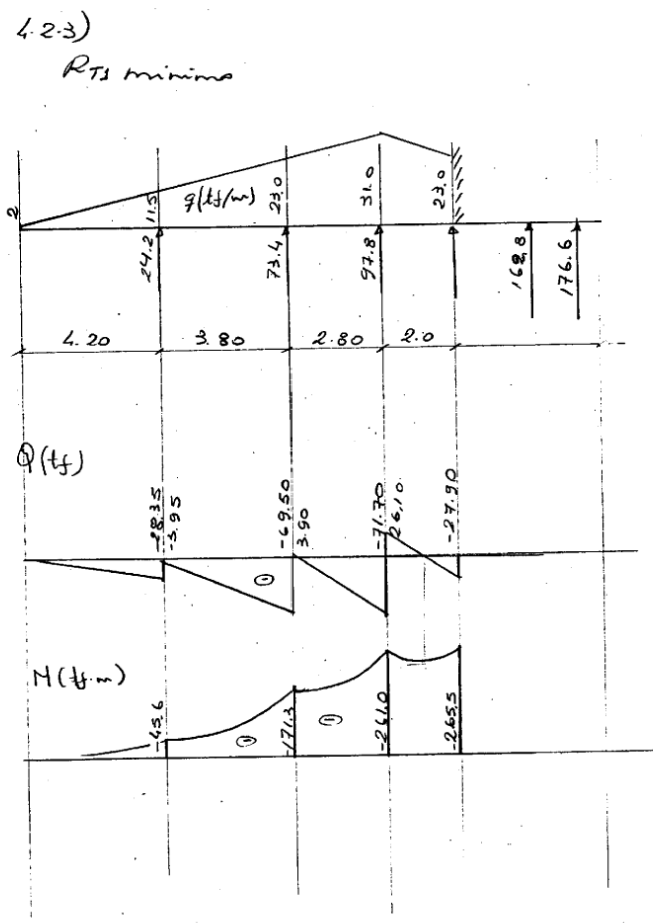


ESTA FOLHA E PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MEMO.

PO - 140877

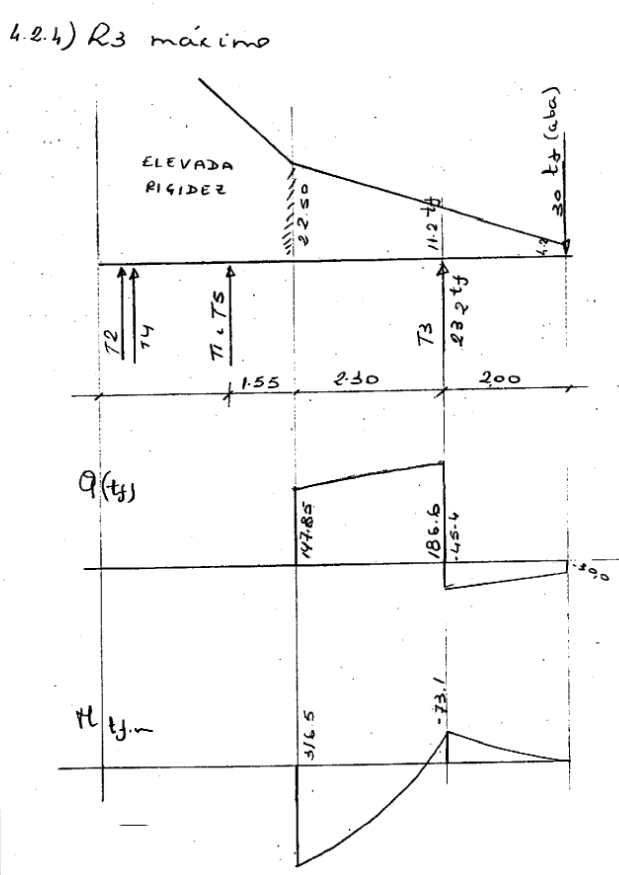
EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4889 - CEP 01401 - TELS. 282-2593 - 282-9434

ESTA FOLHA E PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODUVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTA DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.



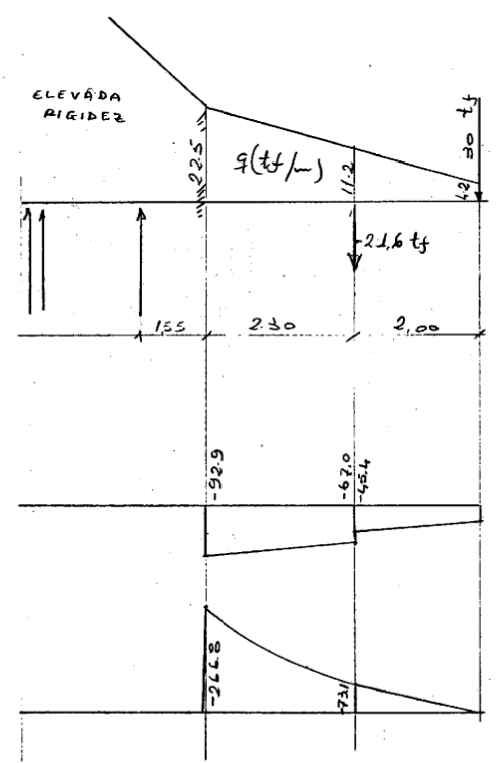
EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4889 - CEP 01401 - TELS. 282-2593 - 282-9434

ESTA FOLHA E PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODUVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTA DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.



EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TEL. 282-2595 - 282-9434

4.2.5) R_3 mínimo



ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REPRODUZIDO SEM A AUTORIZAÇÃO DA DERSA. A RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO, PERTENCE À DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REPRODUZIDO SEM A AUTORIZAÇÃO DA DERSA. A RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO, PERTENCE À DERSA.

PO - HSBFF

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TEL. 282-2595 - 282-9434

4.3 - Dimensionamento do bloco

	M (tf.m)	b (m)	d (m)	As (cm ²)	f
RT, máx	168.3	400	140	39.4	0.04
	359.4	400	140	85.8	0.09
RT, mínimo	565.0	400	140	138.1	0.15
	-45.6	260	140	10.6	0.02
	-171.3	400	140	40.1	0.04
	-261.0	400	140	61.7	0.07
RT, mín	-265.6	400	140	62.7	0.07
	316.5	400	140	75.2	0.08
RT, mín	-73.1	200	140	17.0	0.02
	-266.8	400	140	63.1	0.07

No dimensionamento não foram considerados valores de $b > 400$ cm

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REPRODUZIDO SEM A AUTORIZAÇÃO DA DERSA. A RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO, PERTENCE À DERSA.

PO - HSBFF

4.4) Verificação ao funcionamento no bloco

$R_{m\acute{a}x} = 264,0 \text{ tf} \rightarrow$ Tubulão 3

Área de funcionamento =

$S = \pi \times 245 \times 145 = 111605 \text{ cm}^2$

$\sigma = \frac{264000}{111605} = 2,4 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{\text{adm}} = \sqrt{\frac{f_c k}{f_c}} = 10 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma < \sigma_{\text{adm}}$

ESTA FOLHA E PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODUVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

4.5 Bloco de fundação - 2ª etapa

Quando a 2ª etapa estiver concluída o conjunto bloco-monumento comportar-se como estrutura única com grande rigidez. O bloco passa a funcionar como laje invertida em que as cargas atuantes são as reações dos tubulões. Como os tubulões se encontram nos cantos do bloco podemos considerá-los ligados por bielas de concreto às placas.

$R_{st} = \frac{N}{2} \cot 53^\circ$

$R_{st} = 61 \text{ tf}$

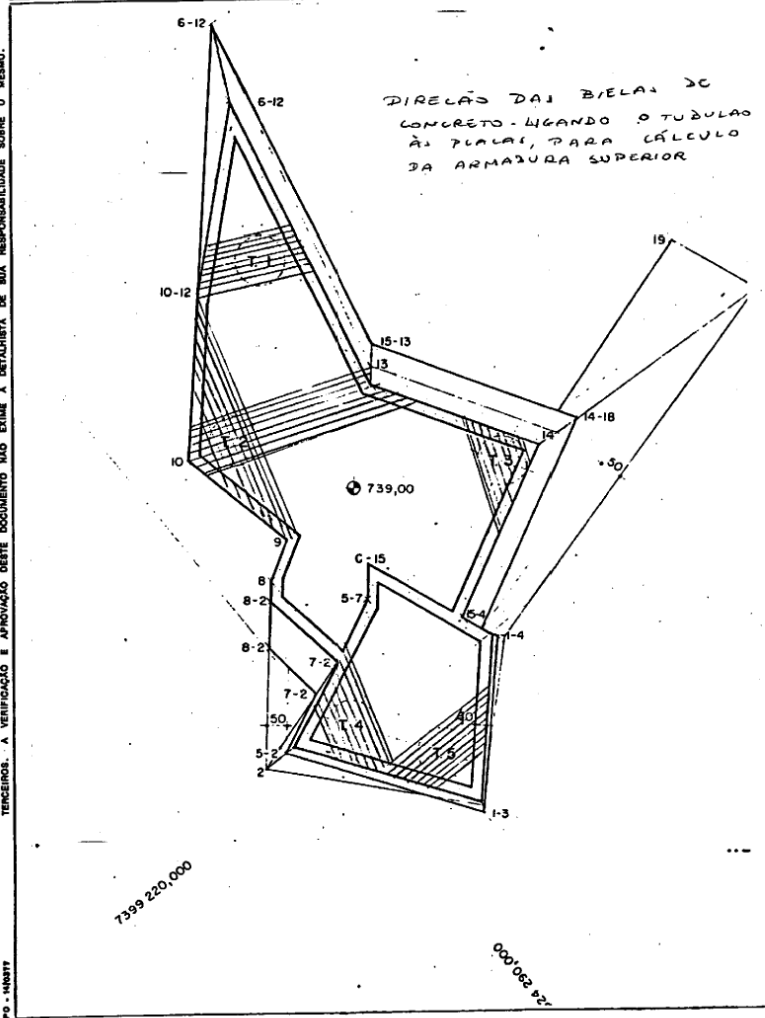
$A_s = \frac{R_{st} \times f \times F \times f_s}{f_y k}$

$A_s = 20 \text{ cm}^2$

ESTA FOLHA E PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODUVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

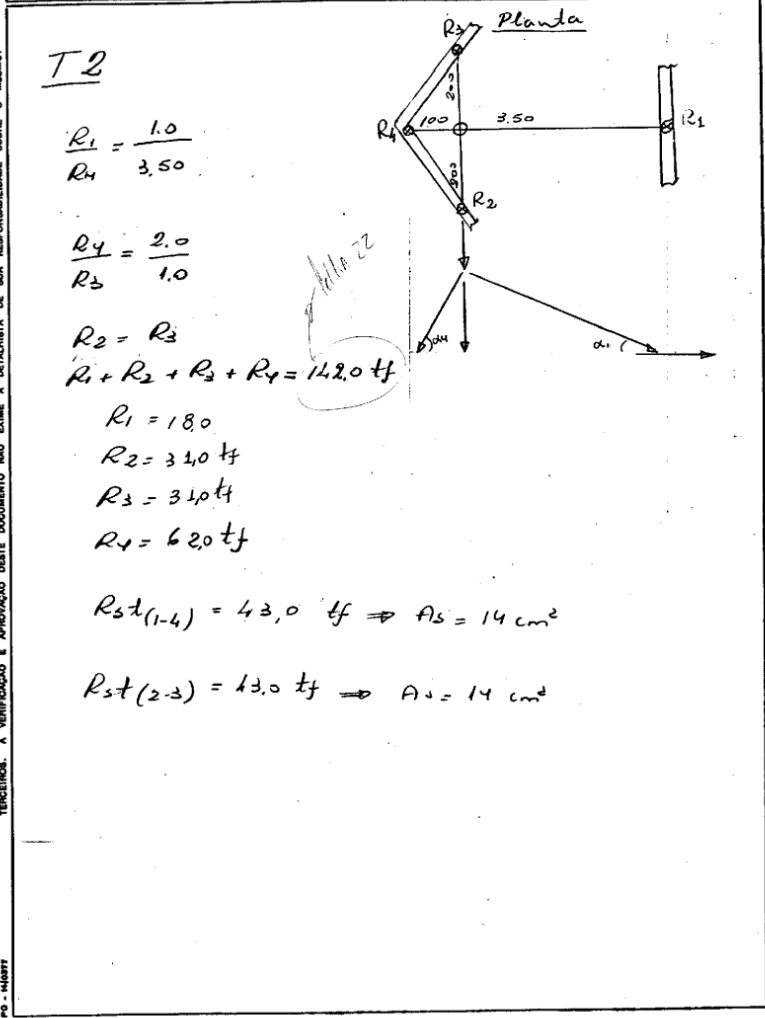
EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRASILEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2593 - 282-9434

ESTA FOLHA E PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIARIO S.A. E SEU CONTEUDO NAO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICACAO E APROVACAO DESTA DOCUMENTO NAO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.



EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRASILEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2593 - 282-9434

ESTA FOLHA E PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIARIO S.A. E SEU CONTEUDO NAO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICACAO E APROVACAO DESTA DOCUMENTO NAO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

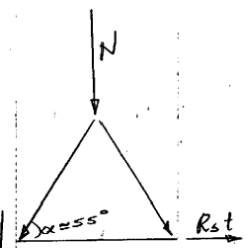


EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRAGA DEIRO LUIZ ANTONIO, 4889 - CEP 01401 - TELS. 282-2935 - 282-9834

T3 - T4 - T5

$$R_{st} = \frac{N}{2 \operatorname{tg} \alpha} = 0,34 N$$

T	N (tf)	R _{st} (tf)	A _s
T4	160	55,0	18,0
T5	190	65,0	21,0
T3	270	93,0	30,0



ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTES DOCUMENTOS NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

PG - 14077

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRAGA DEIRO LUIZ ANTONIO, 4889 - CEP 01401 - TELS. 282-2935 - 282-9834

V - Abas suspensas do bloco

5.1 - Cálculo sem empuxo da

tuna

$$M_x = \sum N e_y$$

$$M_y = \sum N e_x$$

14-18-19

$$N = 16,2 \text{ tf}$$

$$e_x = 1,1 \text{ m}$$

$$e_y = 4,0 \text{ m}$$

14-18-4

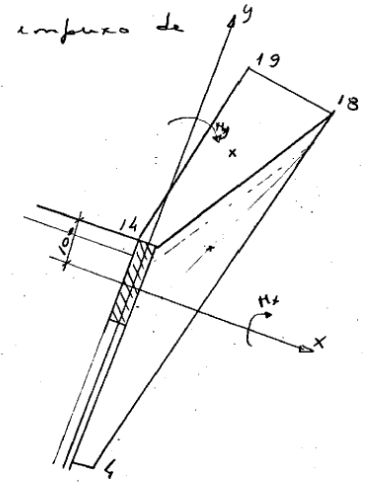
$$N = 20,6 \text{ tf}$$

$$e_x = 1,5 \text{ m}$$

$$e_y = 1,8 \text{ m}$$

$$M_x = 16,2 \times 4,0 + 20,6 \times 1,8 = 101,9 \text{ tf} \cdot \text{m}$$

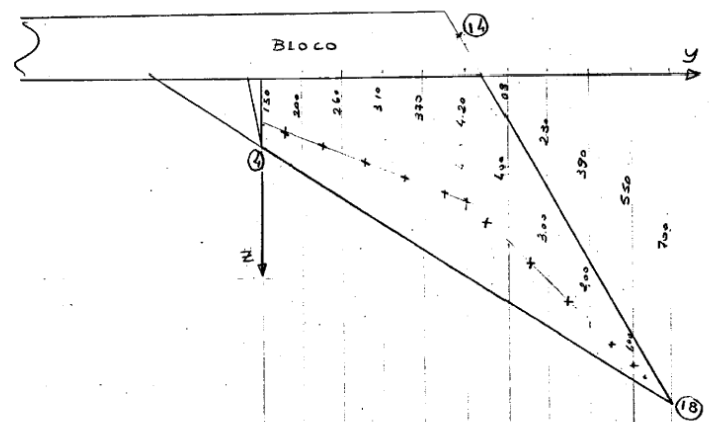
$$M_y = 16,2 \times 1,1 + 20,6 \times 1,5 = 48,7 \text{ tf} \cdot \text{m}$$



ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTES DOCUMENTOS NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

PG - 14077

5.2) Cálculo do empuxo de terra na aba
 $\varphi = 30^\circ$ $j = 1.3 \text{ t/m}^2$
 $\delta = 20^\circ$



E_H	0.69	1.14	1.81	2.48	3.44	4.35	5.37	2.5	1.14	0.6
E_V	0.15	0.24	0.38	0.53	0.73	0.93	1.15	0.53	0.24	0.15
Z_0	1.20	1.56	1.92	2.28	2.64	3.0	3.36	4.60	5.40	6.2

$\sum E_V = 5.03 \text{ tf}$
 $\sum E_H \cdot Z_0 = 75.7 \text{ tf.m}$
 $M = 75.7 - 48.70 = 27.0 \text{ tf.m}$

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

5.3 Dimensionamento da aba
 1) Sem empuxo de terra

Para H_x consideramos uma sucia resistente de 50×300 enquanto para H_y a sucia é de 200×50


$M_y = 48.7 \text{ tf.m}$
 $A_s = 3.9 \text{ cm}^2$
 $\xi = 0.26$
 $H_x = 10.1.9$
 $A_s = 11.2 \text{ cm}^2$
 $\xi = 0.94$

2) Com empuxo de terra

$M_y = 27 \text{ tf.m}$
 $A_s = 20.5 \text{ cm}^2$
 $\xi = 0.14$

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTES DOCUMENTOS NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.


 DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A. DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)	CÓDIGO MC. 3.06.010.C1/004	REV.
	EMISSÃO 22,06,78	FOLHA 40 DE 48

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4809 - CEP 01401 - TELS. 282-2500 - 282-0634

VI) Torre do monumento (1ª etapa).
 Dimensionamento.

A torre será dimensionada como pilar submetido a uma flexão composta oblíqua. O tipo da armadura será feito por programa em computador. As seções verificadas correspondem às cotas 7390 e 747,00 metros. Verificou-se que os coeficientes de segurança são bastante superiores aos de norma dispensando uma verificação para as outras seções.

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTES DOCUMENTOS NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

 DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A. DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)	CÓDIGO MC. 3.06.010.C1/004	REV.
	EMISSÃO 22,06,78	FOLHA 41 DE 48

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4809 - CEP 01401 - TELS. 282-2500 - 282-0634

VII Saia do monumento - 2ª etapa.

7.1) Cálculo dos esforços.

As placas do monumento foram calculadas levando-se em conta as várias etapas da construção, supondo que o cimbrão tenha sido retirado.

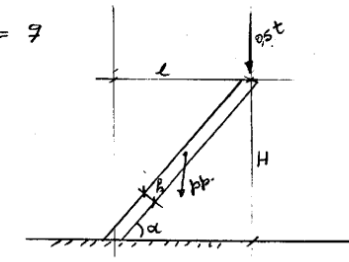
a) 1ª concretagem até 4,0 m de altura.

As placas foram calculadas como vigas em balanço, engastadas na base com 1,0m de largura, e uma sobrecarga acidental de 500kg atuando no topo.

$$p/p = \frac{P}{\cos \alpha} \cdot j \cdot (t/h^2) = 9$$

$$M_{base} = \frac{9 \cdot l^2}{2} + 0,5 \cdot l$$

$$H = 4,0 \text{ m}$$



O valor de l é medido no plano ortogonal à base de engastamento.

EMITENTE: PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TEL.S. 282-2585 - 282-9634

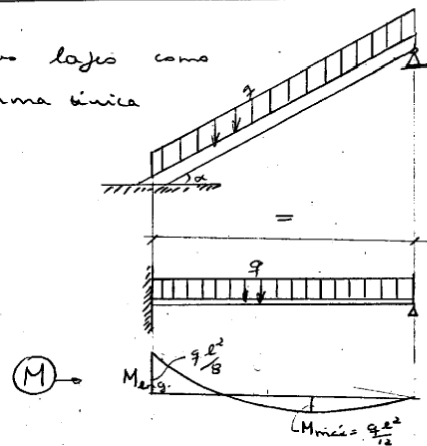
Laje	l (m)	H (m)	q (t/m ²)	H _{base} (t/m/m)	As cm ²	ξ
6-10-12	2,0	4,0	2,24	-5,48	5,23	0,09
6-13-12	1,10	4,0	3,77	-2,83	2,65	0,05
15-13-14	2,40	4,0	1,94	-6,79	6,54	0,11
15-4-14	1,40	4,0	3,03	-3,67	3,46	0,06

b) 2.^a concretagem até 6m de altura.
 Nesta fase os lados se apoiam em quase toda o contorno com exceção de pequenos trechos no topo.
 Para efeito de cálculo e a favor da segurança devemos supor as lajes engastadas no bloco e apoiadas nos outros lados, já que não conhecemos o grau de engastamento.
 Devido ao formato irregular das lajes, e como um cálculo mais preciso não compensa economicamente, estas serão calculadas como vigas engastadas na base e armadas numa única direção e apoiadas no topo.

ESTA FOLHA E PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTES DOCUMENTOS SÃO DE RESPONSABILIDADE DA DERSA. RESPONSABILIDADE SOBRE O MEMBRO.

EMITENTE: PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TEL.S. 282-2585 - 282-9634

Cálculo das lajes como armadas numa única direção



laje	q (t/m ²)	l (m)	M _{max}	A _{base}	M _{min}	A _{topo}
6-10-12	2,24	2,0	7,00	6,75	4,70	4,46
6-13-12	3,77	1,10	7,54	7,30	5,03	4,73
15-13-14	1,94	2,40	3,88	3,66	2,60	2,43
15-4-14	3,03	1,40	1,52	1,41	1,01	0,94

Armadura adaptada para todas as lajes: $\phi/2$ e/15 - vertical e $\phi/3$ e/15 - horizontal.
 Por tratar-se de um monumento deve manter sempre bom aspecto externo, livre de fissuras que a retração e as diferenças de temperatura possam provocar.
 Optou-se por uma armadura mínima superior à de norma para combater estes efeitos.

ESTA FOLHA E PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTES DOCUMENTOS SÃO DE RESPONSABILIDADE DA DERSA. RESPONSABILIDADE SOBRE O MEMBRO.

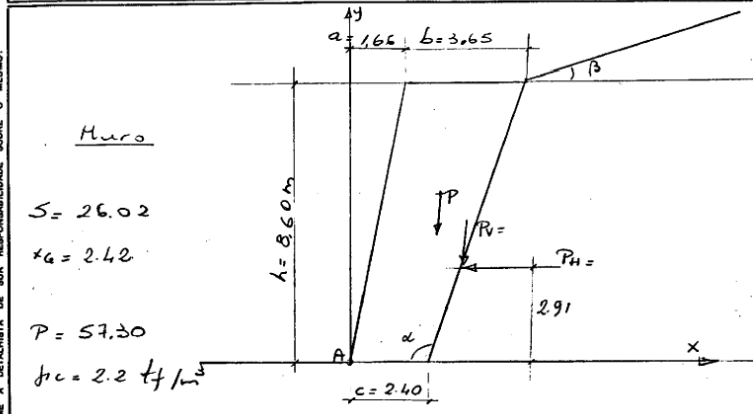
ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.	CÓDIGO	M.C. 3.06.010-2/004	REV.
	EMIÇÃO	22,06,78	FOLHA
DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)			
EMITENTE			
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS AV. BRAGAIEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2598 - 282-9834			
<p style="text-align: center;"><u>VIII</u> Muros de arrimo</p> <p>7.1) Empuxo ativo</p> <p>Para cálculo do empuxo ativo foi aplicada a teoria de Coulomb, que é a mais recomendada para terrenos com baixa coesão.</p> $P_H = (jz + q) \lambda_H$ $P_V = (jz + q) \lambda_V$ $\lambda_H = \frac{\sin^2(\alpha + \gamma)}{\sin^2 \alpha \left[1 + \frac{\sin^2(\gamma + \delta) - \sin(\gamma + 2\alpha)}{\sin(\alpha + \delta) \sin(\alpha + \beta)} \right]^2}$ $\lambda_V = \lambda_H \cot(\alpha + \delta)$ <div style="text-align: center;"> </div> <p>As componentes horizontal e vertical por unidade de comprimento são:</p> $P_H = (j \frac{h^2}{2} + qh) \lambda_H$ $P_V = (j \frac{h^2}{2} + qh) \lambda_V$			

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.	CÓDIGO	M.C. 3.06.010-2/004	REV.
	EMIÇÃO	22,06,78	FOLHA
DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)			
EMITENTE			
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS AV. BRAGAIEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 282-2598 - 282-9834			
<p>O ponto de aplicação da força é dado pela expressão:</p> $y = \frac{h(2jR + 3q)}{3jR + 6q}$ <p>Outros valores:</p> $\varphi = 30^\circ \text{ (solo arenoso)}$ $\delta = \frac{2}{3} \varphi = 20^\circ$ $j = 1,8 \text{ t/m}^2$ $q = 0,2 \text{ t/m}^2$ <hr/> <p>7.2) Exemplo: Trecho 12-18-19</p> $R = 8,61 \text{ m}$ $b = 3,65 \text{ m}$ $\alpha = 71,3^\circ$ $\beta = 10^\circ$ $\lambda_H = \frac{\sin^2(-71,3^\circ + 30^\circ)}{\sin^2 71,3^\circ \left[1 + \frac{\sin(20 + 20) \sin(20 - 10)}{\sin(71,3 - 20) \sin(-71,3 + 10)} \right]^2} = 0,203$ $\lambda_V = 0,204 \cot(-71,3 - 20) = 0,023$ $P_H = \left(1,8 \times \frac{8,61^2}{2} + 0,2 \times 8,61 \right) \times 0,203 = 13,90 \text{ t/m}$ $P_V = 0,32 \text{ t/m}$			

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4889 - CEP 01401 - TELS. 282-2595 - 282-9634



Muro

$S = 26.02$
 $x_g = 2.42$
 $P = 57.30$
 $\gamma_c = 2.2 \text{ tf/m}^3$

Segurança à rotação

$y_C = 8.61 - 5.70 = 2.91 \text{ m}$
 $x_C = 1.82 + (B+a-b) \frac{2.91}{8.61} = 2.80 \text{ m}$

$\sigma_r = \frac{57.30 \times 2.42 + 0.32 \times 2.80}{13.90 \times 2.91} = 3.45$

segurança ao escorregamento

$\sigma_L = \frac{57.30 + 0.32}{13.90} \cdot \tan 20^\circ = 1.51$

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A REPRODUÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

EMITENTE
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
 AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4889 - CEP 01401 - TELS. 282-2595 - 282-9634

Tensões atuantes

$\sigma_0 = \frac{B}{2} + \frac{E_v \cdot x_C + E_v \cdot x_B - E_H \cdot y_C}{P + E_v} = -0.53$

$\sigma_{\max} = \frac{P + E_v}{B} \left(1 + \frac{6 \cdot \sigma_0}{B}\right) = 55.5 \text{ tf/m}^2$

$\sigma_{\min} = \frac{P + E_v}{B} \left(1 - \frac{6 \cdot \sigma_0}{B}\right) = -7.5 \text{ tf/m}^2$

Obs: Na pág. seguinte são dados os resultados, obtidos em programa por tentativas de forma a otimizar a construção (linhas retas). No cálculo foi desprezada o empuro passivo do solo do lado mais baixo do muro, logo os coef. de segurança são maiores que os calculados.

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A REPRODUÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A. DOCUMENTO TÉCNICO		CÓDIGO MC-3.06.010 - C1/010	NIV. 1
EMISSÃO 28 / 07 / 78		FOLHA 01 DE 01	
EMITENTE PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS		ELABORADA <i>[assinatura]</i>	
RODOVIA VIA NORTE		PROJETISTA <i>[assinatura]</i>	
TRECHO VI	SUB-TRECHO	RESPONS. TÉCNICO <i>[assinatura]</i>	
OBJETO MEMÓRIA DE CÁLCULO DO SUPORTE DE ANDAIME PARA MANUTENÇÃO DO MONUMENTO		VERIFICAÇÃO <i>[assinatura]</i>	
APROVAÇÃO			
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIAS			
DESENHOS: 3.06.010 - C1/001 3.06.010 - C1/002 3.06.010 - C1/003			
DOCUMENTOS RESULTANTES			
DESENHOS: 3.06.010 - C1/019 3.06.010 - C1/020			
OBSERVAÇÕES			
O. 15/87	REV. II	RESP. TÉCNICO	APROVAÇÃO

ESTA FOLHA É PRODUÇÃO DA DERSA. SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REPRODUZIDO SEM O CONSENTIMENTO DA DERSA. A DERSA NÃO SE RESPONSABILIZA POR ERROS DE CÁLCULO OU OMISSÃO DE INFORMAÇÕES. A DERSA NÃO SE RESPONSABILIZA POR ERROS DE CÁLCULO OU OMISSÃO DE INFORMAÇÕES.

DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.		CÓDIGO MC-3.06.010 - C1/010	NIV. 1
DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)		EMISSÃO 28 / 07 / 78	FOLHA 1 DE 14
EMITENTE PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS			
AV. BRASILEIRO LUÍZ ANTONIO, 4000 - CEP 04001 - TEL. 502-2500 - 262-8554			
<p> DIMENSIONAMENTO DO SUPORTE DO ANDAIME PARA MANUTENÇÃO DO MONUMENTO </p> <p> <u>CONSIDERAÇÕES GERAIS</u> </p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - ESTRUTURAS METÁLICAS 2 - DETERMINAÇÃO DAS CARGAS 3 - DIMENSIONAMENTO DO SUPORTE. <ol style="list-style-type: none"> 3.1 - DETERMINAÇÃO DOS ESFORÇOS 3.2 - DIMENSIONAMENTO DOS PERFIS 3.3 - VERIFICAÇÃO DE RESIST. DAS CHAPAS DE NO 3.4 - DIMENSIONAMENTO DAS LIGAÇÕES <ol style="list-style-type: none"> 3.4.1 - POR PARAFUSO 3.4.2 - POR SOLDA. <p> <u>BIBLIOGRAFIA:</u> ESTRUTURAS DE AÇO H. SCHULTE E T. YAGUI. PUBLICAÇÃO. REESC - USP - 1977 </p>			

ESTA FOLHA É PRODUÇÃO DA DERSA. SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REPRODUZIDO SEM O CONSENTIMENTO DA DERSA. A DERSA NÃO SE RESPONSABILIZA POR ERROS DE CÁLCULO OU OMISSÃO DE INFORMAÇÕES. A DERSA NÃO SE RESPONSABILIZA POR ERROS DE CÁLCULO OU OMISSÃO DE INFORMAÇÕES.

DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A. M.C.-3.06.010-C1/010

DOCUMENTO TÉCNICO (continuação) 28.107.178 2 de 14

EMITENTE: PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
AV. BRASILEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TEL. 382-2600 - 382-2604

2- DETERMINAÇÃO DAS CARGAS

CARGA ACIDENTAL 500 kgf

PO - 10377

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTES DOCUMENTOS SÃO DE RESPONSABILIDADE DO EMITE E DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MEMO.

DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A. M.C.-3.06.010-C1/010

DOCUMENTO TÉCNICO (continuação) 28.107.178 3 de 14

EMITENTE: PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
AV. BRASILEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TEL. 382-2600 - 382-2604

RA - reação de um apoio do Trecho A
FA; FB - reação de um apoio no suporte

$$R_A = 2 \times 33 \times 16,8 \times \frac{1}{4} = 277,20 \text{ kgf/apoio}$$

$$F_A = 2 \times 10 \times 16,8 \times \frac{1}{4} = 84 \text{ kgf}$$

$$F_B = R_A + F_A = 277,20 + 84,0 = 361,20 \text{ kgf}$$

Peso dos acessórios

4 TTR-150	= 4 x 3,7	= 14,8	kgf
15 DTR-1515	= 15 x 5,0	= 75,0	"
6 MTR	= 6 x 3,4	= 20,4	"
10 BDF	= 10 x 0,6	= 6,0	"
10 BDFg	= 10 x 1,2	= 12,0	"
5 TUBOS 1/2"	= 5 x 6,5	= 32,5	"
TOTAL =			160,70 "

Peso dos acessórios /apoio.

$$\frac{160,70}{4} = 40,18 \text{ kgf}$$

Carga acidental = 500 kgf/apoio.

$$F_A = 84,00 + 40,18 + 500 = 624,18 \text{ kgf}$$

$$F_B = 361,20 + 40,18 + 500 = 901,38 \text{ kgf}$$

PO - 10377

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTES DOCUMENTOS SÃO DE RESPONSABILIDADE DO EMITE E DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MEMO.

DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.	CÓDIGO	REV.
	MC-3.06.010-C1/010	
DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)	EMISSÃO	FOLHA
28.107.78	4	de 14

EMITENTE: PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
AV. BRASILEIRO LUIZ ANTONIO, 4000 - CEP 01401 - TEL. 502-2600 - 202-9034

3. DIMENSIONAMENTO DO SUPORTE
3.1- DETERMINAÇÃO DOS ESFORÇOS
ESQUEMA ESTRUTURAL

TRELIÇA (1)

$a = 150 \text{ m}$
 $b = 0,855$
 $c = 2,07$
 $\text{sen } \alpha = 0,8115$
 $\text{cos } \alpha = 0,5843$

NO' A

EQUILÍBRIO DOS NÓS

$$\begin{cases} N_B = -F_A \text{ sen } \alpha \\ N_A = N_B \text{ cos } \alpha = F_A \text{ sen } \alpha \text{ cos } \alpha \end{cases}$$

$N_B = -624,18 \times 0,8115 = -506,52 \text{ kgf}$
 $N_A = 624,18 \times 0,5843 \times 0,8115 = 295,96 \text{ kgf}$

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTES DOCUMENTOS SÃO DE RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.	CÓDIGO	REV.
	MC-3.06.010-C1/010	
DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)	EMISSÃO	FOLHA
28.107.78	5	de 14

EMITENTE: PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS
AV. BRASILEIRO LUIZ ANTONIO, 4000 - CEP 01401 - TEL. 502-2600 - 202-9034

NO' B

$$\begin{cases} N_B = N_A = 295,96 \text{ kgf} \\ N_C = F_B = 901,38 \text{ kgf} \end{cases}$$

NO' C

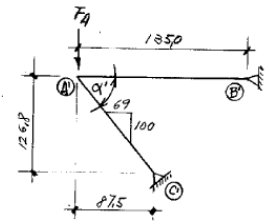
$$\begin{cases} N_H = N_A \text{ sen } (90 - \alpha) = N_A \text{ cos } \alpha \\ N_V = N_C + N_A \text{ cos } \alpha = N_C + N_A \text{ sen } \alpha \end{cases}$$

$N_H = 295,96 \times 0,5843 = 172,93 \text{ kgf}$
 $N_V = 901,38 + 295,96 \times 0,8115 = 1141,55 \text{ kgf}$

RESUMO DOS ESFORÇOS (kgf)

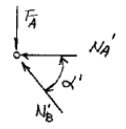
ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTES DOCUMENTOS SÃO DE RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

TRELIÇA (2)



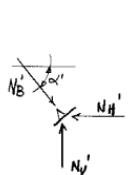
$$\begin{aligned} \text{sen } \alpha' &= 0,9231 \\ \text{cos } \alpha' &= 0,5679 \\ \text{sen } \alpha' \text{ cos } \alpha' &= 0,4674 \end{aligned}$$

EQUILÍBRIO DO NO' A'



$$\begin{cases} N_B' = -F_A \text{ sen } \alpha' \\ N_A' = N_B' \text{ cos } \alpha' = -F_A \text{ sen } \alpha' \text{ cos } \alpha' \\ N_B' = -624,18 \times 0,9231 = -513,76 \text{ kgf} \\ N_A' = -624,18 \times 0,4674 = -291,77 \text{ kgf} \end{cases}$$

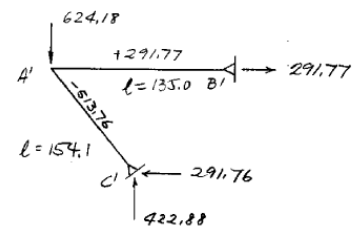
EQUILÍBRIO DO NO' C'



$$\begin{cases} N_H' = N_B' \text{ cos } \alpha' \\ N_V' = N_B' \text{ sen } \alpha' \\ N_H' = 513,76 \times 0,5679 = 291,76 \text{ kgf} \\ N_V' = 513,76 \times 0,9231 = 422,88 \text{ kgf} \end{cases}$$

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTES DOCUMENTOS NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

RESUMO DOS ESTORÇOS (kgf)

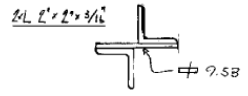


3.2 DIMENSIONAMENTO DOS PERFIS

TRELIÇA 1

BARRA AC

$$\begin{aligned} l &= 256 \text{ cm.} \\ N_{ac} &= 506,52 \text{ kgf} \\ J_{xx} = J_{yy} &= 5719 \text{ cm}^4 \\ S_x &= 9,16 \text{ cm}^3 \\ I_y &= 2,49 \text{ cm} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} l_{ic} &= l = 256 \text{ cm} \\ \lambda &= \frac{256}{2,49} = 103 \rightarrow w = 1,96 \end{aligned}$$

$$f = \frac{N_w}{S_b} = \frac{506,52 \times 1,96}{9,16} = 80,73 \text{ kgf/cm}^2 < \bar{\sigma}$$

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTES DOCUMENTOS NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

	DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.	CÓDIGO	MC-3.06.010-C1/010	REV.
		EMISSÃO	28.07.78	FOLHA
DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)				
EMITENTE				
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS				
AV. BRASILEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 382-2000 - 382-8854				

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A
 TERCEIROS. A CONFIRMAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO SÃO EXCLUSIVAMENTE DE SUAS RESPONSABILIDADES SOBRE O MEMO.

BARRA BC $N_{eoc} = -901.4 \text{ kgf}$

$l = 208 \text{ cm.}$

$J_{x-x} = J_{y-y} = 57.19 \text{ cm}^4$

$S_{bx} = 9.16 \text{ cm}^2$

$i_y = i_x = 2.49 \text{ cm}$

$\lambda = \frac{kl}{i} = \frac{208}{2.49} = 83.53 \rightarrow w = 1.35$

$\sigma = \frac{N_{eoc} w}{S_{bx}} = \frac{901.4 \times 1.35}{9.16} = 132.85 < \bar{\sigma} = 1400 \text{ kgf/cm}^2$

* $l_1 = 50 \text{ min} = 50 \times 1.02 = 50.10 \text{ cm.}$

BARRA AB $N_{eoc} = +295.96 \text{ kgf}$

$S_{bx} = 23.0 \text{ cm}^2$

$S_{eig} = (23.0 - \frac{\pi \cdot 1.8^2}{4}) = 20.46 \text{ cm}^2$

$\sigma = \frac{295.96}{20.46} = 14.47 \text{ cm}^2 \ll \bar{\sigma}$

* $l_1 = \text{espaçamento máximo das chapas de ligação do perfil composto.}$

	DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.	CÓDIGO	MC-3.06.010-C1/010	REV.
		EMISSÃO	28.07.78	FOLHA
DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)				
EMITENTE				
PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS				
AV. BRASILEIRO LUIZ ANTONIO, 4899 - CEP 01401 - TELS. 382-2000 - 382-8854				

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A
 TERCEIROS. A CONFIRMAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO SÃO EXCLUSIVAMENTE DE SUAS RESPONSABILIDADES SOBRE O MEMO.

TRELIÇA 2

BARRA AC' $l = 154.1 \text{ cm}$

$N_{eoc} = -513.8 \text{ kgf}$

$S_{bx} = 9.16 \text{ cm}^2$

$i_x = i_y = 2.49 \text{ cm}$

$\lambda = \frac{kl}{i_{\min}} = \frac{154.1}{2.49} = 62 \rightarrow w = 1.26$

$\sigma = \frac{513.8 \times 1.26}{9.16} = 70.68 \text{ kgf/cm}^2 < \bar{\sigma}$

$l_1 = 50.10 \text{ cm.}$

BARRA A'B' $l = 135 \text{ cm}$

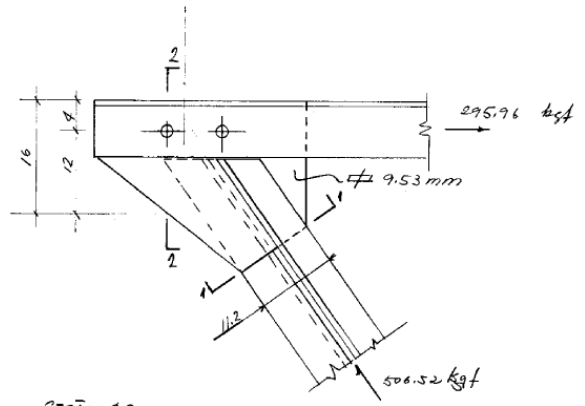
$N_{eoc} = +291.8 \text{ kgf}$

$S_{bx} = 23.0 \text{ cm}^2$

$S_{eig} = (23.0 - \frac{\pi \cdot 1.8^2}{4}) = 20.46 \text{ cm}^2$

$\sigma = \frac{N_{eoc}}{S_{eig}} = \frac{291.8}{20.46} = 14.26 \text{ kgf/cm}^2 < \bar{\sigma}$

3.3- VERIFICAÇÃO DE RESISTÊNCIA DAS CHAPAS DE NÓ
 TRELIÇA 1



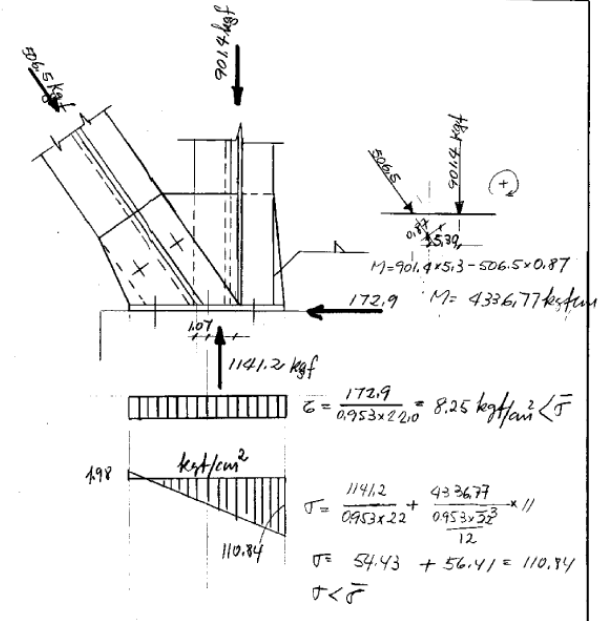
SEÇÃO 2-2

$$\sigma = \frac{M_y}{I_y} = \frac{295,96 \times 4 \times 8}{\frac{0,953 \times 16^3}{12}} = 29,11 \text{ kgf/cm}^2 < \bar{\sigma}$$

SEÇÃO 1-1

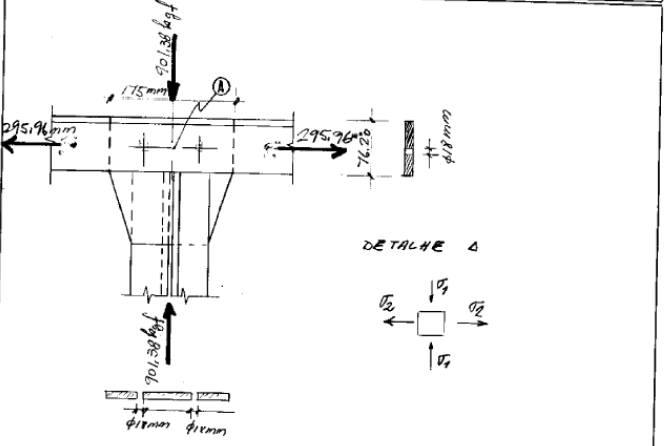
$$\sigma = \frac{506,52}{0,953 \times 16} = 47,46 \text{ kgf/cm}^2 < \bar{\sigma}$$

ESTA FOLHA E PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO SÃO DE RESPONSABILIDADE DO EMITENTE.



ESTA FOLHA E PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO SÃO DE RESPONSABILIDADE DO EMITENTE.

ESTA FOLHA E PROPRIEDADE DA DERSA. SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTES DESENHOS SÃO DE RESPONSABILIDADE DO EMITENTE.



$$\sigma_1 = \frac{901,38}{0,953(17,5 - 2 \times 1,1)} = 68,05 \text{ kgf/cm}^2 \ll \sigma$$

$$\sigma_2 = \frac{295,96}{0,953(7,62 - 1,1)} = 53,26 \text{ kgf/cm}^2 \ll \sigma$$

Como as tensões das chapas de nós da trilha 1 são insignificantes em confronto com tensões admissíveis, dispensa-se a verificação das chapas da trilha 2.

ESTA FOLHA E PROPRIEDADE DA DERSA. SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO DESTES DESENHOS SÃO DE RESPONSABILIDADE DO EMITENTE.

3.4. DIMENSIONAMENTO DAS LIGAÇÕES

3.4.1. Capacidade de 1 parafuso de $\phi 12,5$ mm.

Capacidade da ligação ao cisalhamento

$$\bar{\sigma} = 0,75 \bar{\sigma} = 0,75 \times 1400 = 1050 \text{ kgf/cm}^2$$

Capacidade da ligação ao esmagamento

$$\bar{\sigma}_{esm} = 2 \times \bar{\sigma} = 2 \times 1400 = 2800 \text{ kgf/cm}^2$$

parafuso de $\phi = 12,5$ mm

Cisalhamento - corte duplo


$$N_1^c = \frac{\pi d^2}{2} \bar{\sigma} = \frac{\pi \times 12,5^2}{2} \times 1050 = 2577 \text{ kgf}$$

esmagamento

$$N_1^e = d \times l_{mín} \bar{\sigma}_{esm} = 12,5 \times 0,953 \times 2800 = 3335 \text{ kgf}$$

∴ Capacidade de ligação de 1 $\phi 12,5$ é de $N_1 = N_1^c = 2577 \text{ kgf}$.

Teoricamente, em todas as ligações bastaria apenas um parafuso, porém, adotaremos dois parafusos de $\phi 12,5$ por razões construtivas.

 DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A. DOCUMENTO TÉCNICO (continuação)	CÓDIGO MC-3.06.010-C1/010	REV.
	EMISSÃO 28.107.78	FOLHA 14 de 14
ENTENTE PROENGE ENGENHARIA DE PROJETOS AV. BRIGADEIRO LUIZ ANTONIO, 4889 - CEP 04601 - TELS. 962-2598 - 262-8884		
<p>342 Capacidade de ligação por solda $h_s = 7/16" (0,48 \text{ cm})$ e $l = 1 \text{ cm}$.</p> <p>Todas as soldas são por meio de solda em ângulo resistindo ao cisalhamento.</p> $N = \bar{E}_2 \sum 97 h_s \cdot l = 700 \times 0,7 \times 0,48 \times 1$ $N = 235 \text{ kgf.}$ <p><u>CHUVIBADORES</u> <i>→ mesmo</i></p> <p>Adotado $\phi 12,5 \text{ mm}$ tipo UR (RASCIA INTERNA)</p> <p>Carga de arrancamento $\approx 4500 \text{ kgf}$. Resistência ao cisalhamento = 9200 kgf.</p> <p>Foram adotados 2 $\phi 12,5$ para cada fixação por motivos construtivos apesar de 1 $\phi 12,5$ bastarem em qualquer das fixações.</p>		

ESTA FOLHA É PROPRIEDADE DA DERSA. DESENVOLVIMENTO RODVIÁRIO S.A. E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REPRODUZIDO SEM O CONSENTIMENTO DA DERSA. A REPRODUÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A DETALHISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

ANEXO B

A seguir são apresentados os resultados das análises realizadas no Laboratório LMCC do IPT. A verificação se fez por análise química semiquantitativa por fluorescência de raios-X (FRX) e análise mineralógica qualitativa por difração de raios-X (DRX).

BOLETIM DE RESULTADOS

CLIENTE: Profa. Fabiana Oliveira da FAUUSP, orientadora da Renata Satie e Gabriela Petter.

NATUREZA DO TRABALHO: Análise semiquantitativa por fluorescência de raios-X e mineralógica qualitativa por difração de raios-X.

1 MATERIAIS

Quatro (04) materiais recebidos na área de química do Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) do IPT em 25.02.2019. Na Tabela 1 estão descritas informações complementares referentes à identificação dos materiais.

Tabela 1: Dados de identificação dos materiais.

Identificação do Cliente	Dados do IPT	
	Massa (g)	LMCC N.º
"Amostra de hidróxido de ferro - FeOOH"	~ 5	3042-19
"Amostra de CoAl (1)"		3043-19
"Amostra de CoAl (2)"		3044-19
"Amostra de óxido de cromo Cr ₂ O ₃ "		3045-19

2 MÉTODOS UTILIZADOS

- *Perda ao fogo:* conforme diretrizes gerais da NBR NM 18/12 "Cimento Portland - Análise química - Determinação de perda ao fogo", item 5.1 (IPT70 - CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-001 – Revisão 1 de 26.10.2012, Método A);
- *Análise química semiquantitativa por fluorescência de raios-X (FRX):* Procedimento IPT15101 - CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-087 – Revisão 0 de 28.03.2014 "Análise química qualitativa, semiquantitativa ou quantitativa por espectrometria por fluorescência de raios-X", com base em diretrizes gerais da NBR 14666:2001;
 Nota 1: Utilizou-se espectrômetro de fluorescência de raios-X marca Panalytical modelo PW2404, localizado no Laboratório de Análises Químicas do Centro de Química e Manufaturados do IPT, a partir de pastilhas fundidas em máquina de fusão marca Claisse modelo M4, utilizando-se fundente à base de mistura de tetraborato de lítio/metaborato de lítio marca MAXXIFLUX (66,67% de Li₂B₄O₇, 32,83% de LiBO₂ e 0,70% de LiBr), com proporção de 0,5 g de amostra e 6,75 g de fundente. Os resultados semiquantitativos são estimados por padrões internos do fabricante e foram normalizados a 100%.
 Nota 2: O método utilizado não permite detectar elementos químicos tais como flúor, hidrogênio, hélio, lítio, berílio, boro, carbono, nitrogênio, oxigênio, prata, rutênio e ródio.
- *Análise mineralógica qualitativa por difração de raios-X:* Procedimento IPT15742 - CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-092 – Revisão 0 de 24.02.2015 "Análise mineralógica por difratometria de raios-X". Equipamento utilizado: Panalytical modelo EMPYREAN, operando na radiação K α do cobre com 45 kV – 40 mA e varredura de 2°/min.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste relatório de ensaio, impresso com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado. Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Nota 3: A identificação dos compostos foi executada por meio do software X-pert HighScore Plus (versão 4.6a) da Panalytical e padrões difratométricos fornecidos pelo ICDD (International Center for Diffraction Data) com atualização até 2017. Para a semiquantificação foram utilizadas as áreas dos picos mais intensos de cada mineral identificado no material.

- *Distribuição granulométrica por difração de raios laser:* conforme diretrizes gerais da norma ISO 13320:2009 - "Particle size analysis - Laser diffraction methods". Equipamento utilizado Analisador de tamanho de partículas da Malvern Panalytical, modelo Mastersizer 3000. Os resultados estão apresentados em Anexo.

3 RESULTADOS

3.1 Análise química semiquantitativa por fluorescência de raios X (FRX)

Os resultados da análise química semiquantitativa por fluorescência de raios-X e da determinação de perda ao fogo estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados da análise química semiquantitativa por fluorescência de raios-X

Determinações	Resultados, em %			
	"Amostra de hidróxido de ferro - FeOOH" (LMCC N.º 3042-19)	"Amostra de CoAl (1)" (LMCC N.º 3043-19)	"Amostra de CoAl (2)" (LMCC N.º 3044-19)	"Amostra de óxido de cromo Cr ₂ O ₃ " (LMCC N.º 3045-19)
Perda ao fogo (PF) ^{Nota 4}	12,6	0,4	0,3	0,4
Anidrido sulfúrico (SO ₃)	< 0,1	n.d.	n.d.	n.d.
Óxido de alumínio (Al ₂ O ₃)	0,6	44,1	40,5	n.d.
Óxido de cádmio (CdO)	0,5	n.d.	0,1	n.d.
Óxido de cálcio (CaO)	< 0,1	0,1	0,1	< 0,1
Óxido de cobalto (Co ₃ O ₄)	n.d.	55,2	58,7	n.d.
Óxido de cobre (CuO)	< 0,1	n.d.	n.d.	0,1
Óxido de cromo (Cr ₂ O ₃)	0,1	n.d.	0,2	99,3
Óxido de európio (Eu ₂ O ₃)	n.d.	0,1	n.d.	n.d.
Óxido de lantânio (La ₂ O ₃)	< 0,1	n.d.	n.d.	n.d.
Óxido de manganês (MnO)	n.d.	n.d.	< 0,1	n.d.
Óxido de neodímio (Nd ₂ O ₃)	n.d.	n.d.	< 0,1	n.d.
Óxido de zinco (ZnO)	0,1	n.d.	n.d.	n.d.
Óxido de zircônio (ZrO ₂)	n.d.	n.d.	< 0,1	n.d.
Óxido férrico (Fe ₂ O ₃)	86,0	0,1	n.d.	0,2

Não detectado = n.d.

Nota 4: Resultado obtido por gravimetria.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste relatório de ensaio, impresso com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado. Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

3.2 Análise mineralógica por difração de raios-X (DRX)

Os resultados das análises mineralógicas qualitativas por difração de raios-X estão apresentados na Tabela 3 e nas Figuras 1 e 2.

Tabela 3: Resultado das análises por DRX.

Identificação do Material	Fórmula molecular	Fichas de estruturas (código)	Compostos ou fases mineralógicas presentes
"Amostra de hidróxido de ferro - FeOOH" (LMCC N.º 3042-19)	FeO(OH)	98-015-9960	Goetita
"Amostra de CoAl (1)" (LMCC N.º 3043-19)	CoAl ₂ O ₄	98-029-0133	CoAl ₂ O ₄
	Al ₂ O ₃	98-006-3648	Corundum
"Amostra de CoAl (2)" (LMCC N.º 3044-19)	CoAl ₂ O ₄	98-029-0133	CoAl ₂ O ₄
"Amostra de óxido de cromo Cr ₂ O ₃ " (LMCC N.º 3045-19)	Cr ₂ O ₃	98-002-6791	Eskolaíta

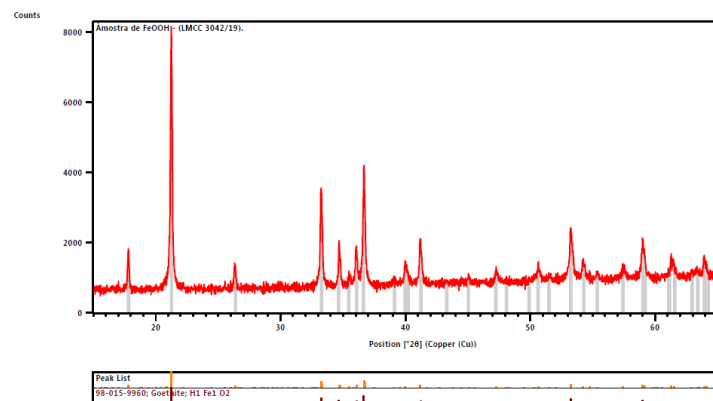


Figura 1: Difratograma de raios-X da "Amostra de hidróxido de ferro - FeOOH" (LMCC N.º 3042-19).

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste relatório de ensaio, impresso com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado. Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

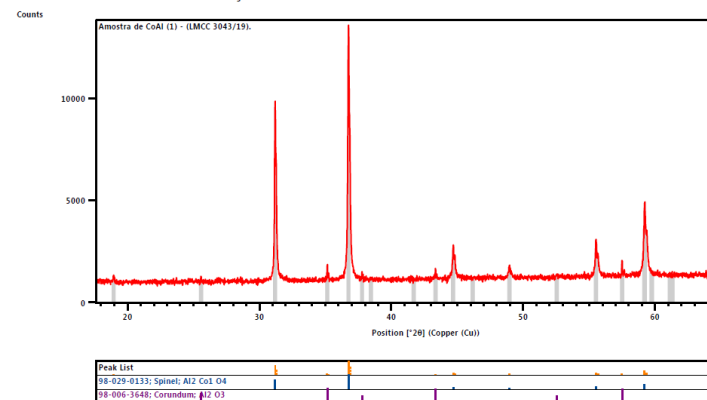


Figura 2: Difratograma de raios-X da "Amostra de CoAl (1)" (LMCC N.º 3043-19).

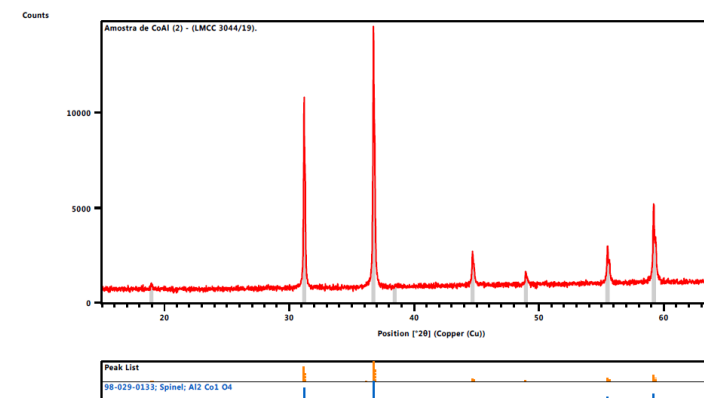


Figura 3: Difratograma de raios-X da "Amostra de CoAl (2)" (LMCC N.º 3044-19).

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste relatório de ensaio, impresso com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado. Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

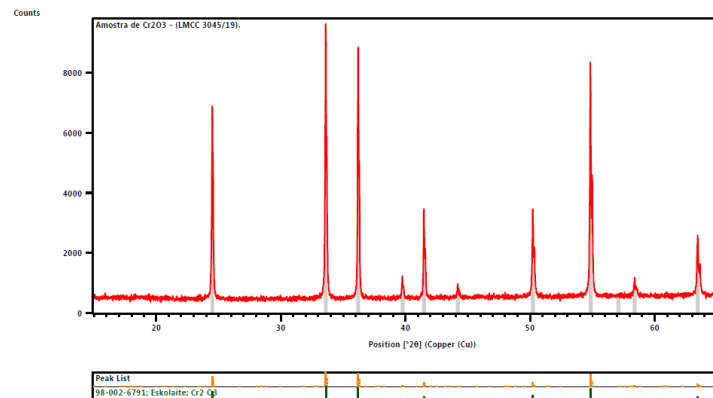


Figura 4: Difratoograma de raios-X da "Amostra de óxido de cromo Cr₂O₃" (LMCC N.º 3045-19).

4 ANEXO

ANEXO – Resultados de distribuição granulométrica por difração de raios laser (5 páginas, incluindo folha de rosto).

EQUIPE TÉCNICA

Engenheiro Químico Sérgio Soares de Lima – IPT
Técnico Químico Jilson Cardoso – IPT
Técnico Químico Daniel Polato Malvestuto – FIPT
Estagiário Felipe Viana Pereira – IPT

São Paulo, 25 de abril de 2019.

ASSINATURAS

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste relatório de ensaio, impresso com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Anexo

(5 páginas, incluindo a folha de rosto)

Resultados de distribuição granulométrica por difração de raios laser

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste relatório de ensaio, impresso com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

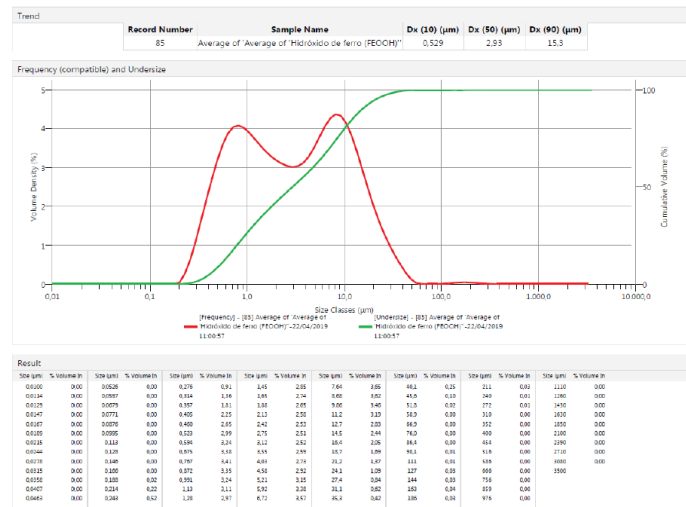


Figura 5: distribuição granulométrica por difração de raios laser da "Amostra de hidróxido de ferro - FeOOH" (LMCC N.º 3042-19).

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste relatório de ensaio, impresso com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado. Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

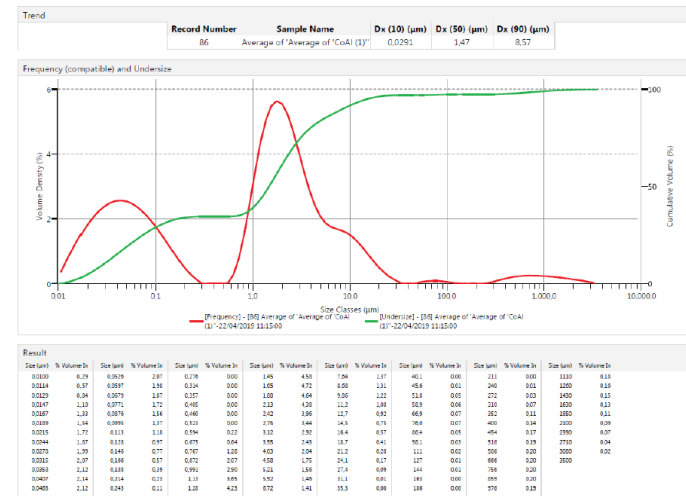


Figura 6: distribuição granulométrica por difração de raios laser da "Amostra de CoAl (1)" (LMCC N.º 3043-19).

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste relatório de ensaio, impresso com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado. Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

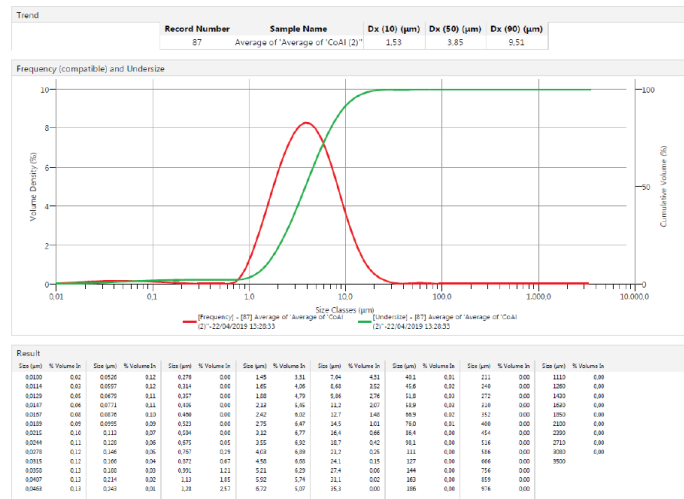


Figura 7: distribuição granulométrica por difração de raios laser da "Amostra de CoAl (2)" (LMCC N.º 3044-19).

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste relatório de ensaio, impresso com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado. Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

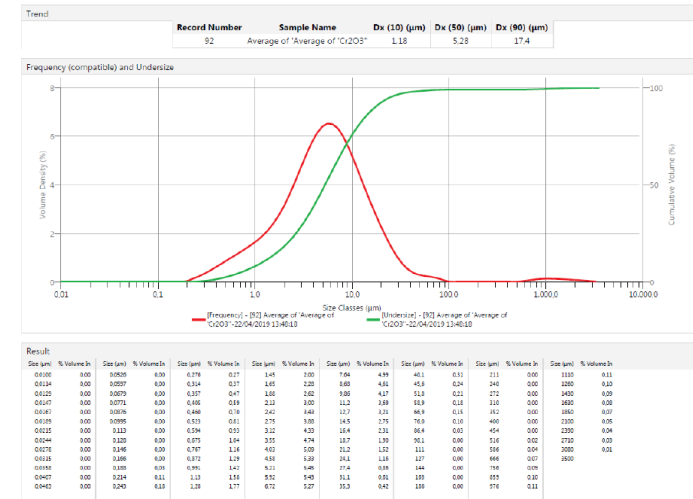


Figura 8: distribuição granulométrica por difração de raios laser da "Amostra de óxido de cromo Cr₂O₃" (LMCC N.º 3045-19).

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste relatório de ensaio, impresso com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado. Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

ANEXO C

A seguir são apresentados os dados dos ensaios de caracterização em concreto pigmentado realizados no Laboratório LMCC do IPT. O ensaio no estado endurecido engloba procedimentos de determinação: da absorção de água, índice de vazios e massa específica; da absorção de água por capilaridade; e da resistência à compressão.

BOLETIM DE RESULTADOS

CLIENTE: FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO/FAU

NATUREZA DO TRABALHO: Ensaio de caracterização em concreto pigmentado

1 MATERIAL

1.1 Descrição

Quatro (04) misturas de concreto produzidas no Laboratório da Engemix, de mesmo traço, variando-se apenas o uso de pigmentos na mistura. Na Tabela 1 estão descritas as informações complementares referentes à identificação dos materiais.

Tabela 1 - Dados de identificação dos materiais

Identificação do Cliente		Dados do IPT	
Descrição dos concretos	N.º LMCC	Data da moldagem	
Referência – sem uso de pigmento	3052/19	19.02.2019	
Concreto com pigmento amarelo	3053/19		
Concreto com pigmento verde	3054/19		
Concreto com pigmento azul	3055/19		

2 MÉTODOS UTILIZADOS

ABNT NBR 5739/18 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos (IPT161).

ABNT NBR 9779/12 – Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por capilaridade (IPT9299)

ABNT NBR 9778/09 – Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica (IPT176)

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste relatório de ensaio, impresso com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

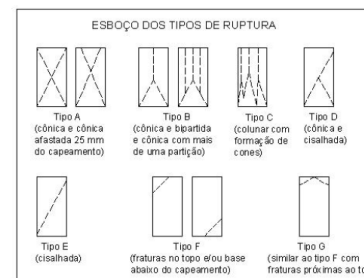
Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado. Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

3 RESULTADOS

Os resultados constam das Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1 – Resultados de resistência à compressão

Identificação da amostra	Idade	C.P. nº	Dimensões médias (mm)		f _c (MPa)	Tipo de ruptura
			Altura (h)	Diâmetro (d)		
Referência sem uso de pigmento 3052/19	7 dias	1	199,6	100,3	62,4	(a)
		2	199,4	100,5	61,0	(a)
	28 dias	3	199,0	99,6	86,2	(e)
		4	194,2	99,6	83,8	(b)
Concreto com pigmento amarelo 3053/19	7 dias	1	198,6	99,5	66,8	(a)
		2	198,3	99,5	67,5	(a)
	28 dias	3	197,0	100,0	87,5	(a)
		4	198,1	100,0	84,3	(d)
Concreto com pigmento verde 3054/19	7 dias	1	198,5	100,0	63,1	(a)
		2	199,0	100,6	63,2	(d)
	28 dias	3	197,7	100,0	82,0	(a)
		4	197,2	100,0	83,3	(a)
Concreto com pigmento azul 3055/19	7 dias	1	198,0	100,0	63,5	(a)
		2	199,4	100,3	62,8	(b)
	28 dias	3	198,0	99,9	79,0	(a)
		4	198,8	99,7	84,0	(a)



Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste relatório de ensaio, impresso com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado. Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Materiais de Construção Civil/CT-Obras/IPT

Tabela 2 – Resultados dos ensaios físicos nas amostras de concreto, com 28 dias de idade

Identificação da amostra	Absorção de água, índice de vazios e massa específica									
	Absorção de água (%)		Índice de vazios (%)		Massa específica da amostra seca (kg/dm ³)		Massa específica da amostra saturada (kg/dm ³)		Massa específica real (kg/dm ³)	
	Ind.	Média	Ind.	Média	Ind.	Média	Ind.	Média	Ind.	Média
Referência sem uso de pigmento 3052/19	2,1		5,0		2,45		2,50		2,58	
	2,0	2,1	4,9	5,0	2,46	2,45	2,51	2,50	2,58	2,57
	2,1		5,1		2,43		2,48		2,56	
Concreto com pigmento amarelo 3053/19	2,1		5,1		2,43		2,48		2,56	
	1,9	2,0	4,8	4,9	2,48	2,45	2,53	2,50	2,60	2,57
	2,0		4,9		2,43		2,48		2,56	
Concreto com pigmento verde 3054/19	2,0		5,0		2,46		2,51		2,58	
	2,0	2,1	5,0	5,1	2,47	2,45	2,52	2,50	2,60	2,58
	2,2		5,2		2,42		2,47		2,55	
Concreto com pigmento azul 3055/19	2,0		4,9		2,44		2,49		2,57	
	2,1	2,0	5,1	5,0	2,44	2,44	2,49	2,49	2,57	2,57
	2,0		4,9		2,44		2,49		2,57	

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste relatório de ensaio, impresso com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Materiais de Construção Civil/CT-Obras/IPT

Tabela 3 – Resultados do ensaio de absorção de água por capilaridade, com 28 dias de idade

Identificação da amostra	Absorção de água por capilaridade (g/cm ²)										Altura da ascensão capilar máxima (cm)	
	3h		6h		24h		48h		72h			
	Ind.	Média	Ind.	Média	Ind.	Média	Ind.	Média	Ind.	Média		
Referência sem uso de pigmento 3052/19	0,19		0,22		0,26		0,31		0,31		14	
	0,19	0,19	0,21	0,22	0,28	0,27	0,30	0,31	0,31	0,32	14	13
	0,20		0,23		0,28		0,31		0,33		11	
Concreto com pigmento amarelo 3053/19	0,21		0,24		0,29		0,33		0,34		11	
	0,18	0,20	0,22	0,22	0,27	0,27	0,32	0,32	0,32	0,32	13	11
	0,20		0,21		0,26		0,30		0,30		9	
Concreto com pigmento verde 3054/19	0,22		0,23		0,31		0,33		0,35		11	
	0,20	0,20	0,21	0,22	0,28	0,29	0,30	0,31	0,31	0,32	11	12
	0,19		0,23		0,28		0,31		0,31		14	
Concreto com pigmento azul 3055/19	0,18		0,21		0,28		0,31		0,33		11	
	0,20	0,18	0,24	0,21	0,29	0,27	0,31	0,29	0,31	0,30	11	11
	0,16		0,18		0,23		0,26		0,27		11	

EQUIPE TÉCNICA

Técnico Eduardo Leão Rocha – IPT
Técnico Edwin Miranda – IPT
Técnico Fábio Luiz Carossi – FIPT
Tecnóloga Karoline Mariana Gonçalves Freitas – FIPT

São Paulo, 08 de maio de 2019.

ASSINATURAS

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste relatório de ensaio, impresso com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

ANEXO D

A seguir são apresentados os dados do ensaio de lixiviação acelerada realizado no Laboratório LMCC do IPT. O ensaio engloba a análise mineralógica por difratometria de raios-X (DRX).

Laboratório de Materiais de Construção Civil/CT-OBRAS/IPT

RELATÓRIO DE ENSAIO N.º**Cliente:** Laboratório de Materiais de Construção Civil - LMCC**Natureza do trabalho:** Análises mineralógicas por difratometria de raios-X.**Referência:** Pedido LMCC 3565/19.**1 MATERIAL**

Três (03) amostras de sal (eflorescência) entregue ao Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) do IPT e registradas no dia 17.12.2019. Na Tabela 1 estão descritas informações complementares referentes à identificação do material.

Tabela 1: Dados de identificação do material

Identificação		Análise	Interessado
Cliente	Laboratório	DRX	
Eflorescência - 4	LMCC 3565/19	X	LMCC
Eflorescência - 5	LMCC 3566/19		
Eflorescência - 7	LMCC 3567/19		

2 MÉTODOS UTILIZADOS

2.1 Análises mineralógicas por difratometria de raios-X (DRX): Procedimento CT-OBRAS-LMCC-Q-PE 092 "Análise mineralógica por difratometria de raios-X (*qualitativa*)". Equipamento utilizado: Panalytical modelo Empyrean, operando na radiação $K\alpha$ do cobre (com comprimento de onda de 1,54056Å), 40kV - 40mA, varredura de 5° a 50° e tempo de corrida de 2° 2 θ /min. Modulo: Bragg-Brentano HD, fenda divergente de 1/4°, máscara de 10mm, fenda soller 0.02 RAD, e fenda anti-divergente de 1/2°, controlado por um sistema Panalytical, acoplado a um microcomputador. Foi empregado o método do pó, aonde todo o material submetido à DRX encontrava-se finamente dividido e seco em granulometria abaixo de ABNT 200# (0,075 μ m).

Nota: A identificação dos compostos foi executada por meio do software X'Pert HighScore Plus (versão 4.6a) da Panalytical e padrões difratométricos fornecidos pelo ICCD (International Center for Diffraction Data) com atualização até 2017. Utilizou-se a base de dados de minerais.

Laboratório de Materiais de Construção Civil/CT-OBRAS/IPT

3 RESULTADOS**3.1 Análises mineralógicas por difratometria de raios-X (qualitativa).**

A análise realizada nas três amostras de sal de eflorescência ficou comprovada que o material analisado é composto predominantemente de: **Acetato de Cálcio Hidratado**. Mais informação referente às análises encontra-se na Tabela 2, conforme Figuras 01 a 03 a seguir.

Tabela 2 - Resultado da análise por difração de raios-X (qualitativa).

Identificação	Ref. Code	Nome	Fórmula química
Eflorescência - 4 (LMCC 3565/19)	00-044-0681	Unnamed mineral [NR]	C4 H6 Ca O4! H2 O
	00-019-0199	Calcium Acetate	C4 H6 Ca O4! (H2 O)0.5
	00-039-0529	Hydrate Calcium Acetate	C4 H6 Ca O4! 2 H2 O
	00-013-0297	HydrateAmmonium	N H4 (Cr (N H3)2 (S C N)4) !
		Chromium Ammine	H2 O
		Thiocyanate Hydrate	
		Zinc Chlorate	Zn4 Cl O4 (O H)7
	01-074-1118	Syngenite	K2 Ca (S O4)2 (H2 O)
	00-045-1008	potassium dithioferrate	K Fe S2
	00-046-1045	Quartz	Si O2
Eflorescência - 5 (LMCC 3566/19)	00-044-0681	Calcium Acetate	C4 H6 Ca O4! (H2 O)0.5
	00-019-0199	Unnamed mineral [NR]	C4 H6 Ca O4! H2 O
	00-039-0529	Hydrate Calcium Acetate	C4 H6 Ca O4! 2 H2 O
	00-013-0297	HydrateAmmonium	N H4 (Cr (N H3)2 (S C N)4) !
		Chromium Ammine	H2 O
		Thiocyanate Hydrate	
		Zinc Chlorate	Zn4 Cl O4 (O H)7
	01-074-1118	Syngenite	K2 Ca (S O4)2 (H2 O)
	00-045-1008	potassium dithioferrate	K Fe S2
	00-046-1045	Quartz	Si O2
Eflorescência - 7 (LMCC 3567/19)	00-019-0199	Calcium Acetate	C4 H6 Ca O4! (H2 O)0.5
	00-039-0529	Hydrate Calcium Acetate	C4 H6 Ca O4! 2 H2 O
	00-044-0681	Calcium Acetate	C4 H6 Ca O4! (H2 O)0.5
	00-041-0715	Zinc Chlorate	Zn4 Cl O4 (O H)7
	00-013-0297	HydrateAmmonium	N H4 (Cr (N H3)2 (S C N)4) !
		Chromium Ammine	H2 O
		Thiocyanate Hydrate	
	01-074-1118	Syngenite	K2 Ca (S O4)2 (H2 O)
00-046-1045	Quartz	Si O2	
00-045-1008	potassium dithioferrate	K Fe S2	

Laboratório de Materiais de Construção Civil/CT-OBRAS/IPT

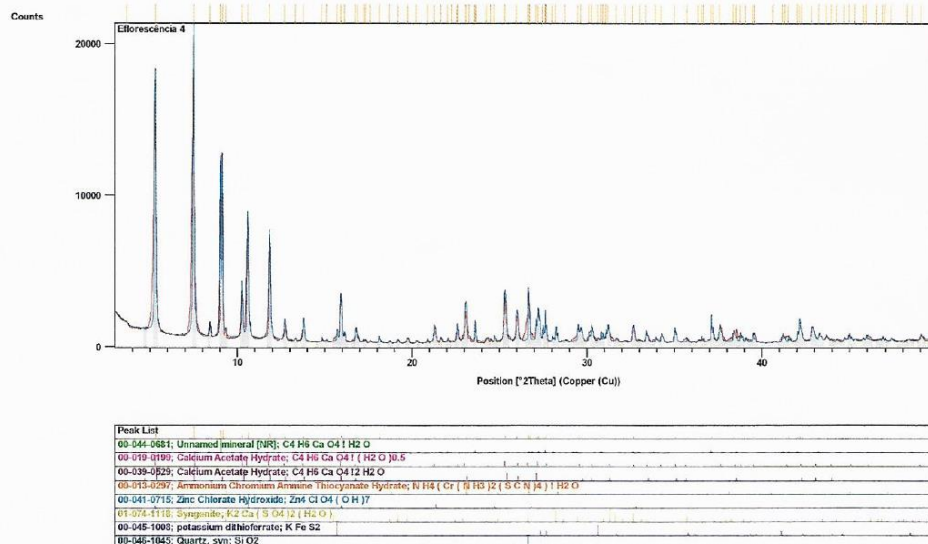


Figura 01 – Difratoograma de raios-X do material: (Eflorescência - 4) – LMCC 3565/19.

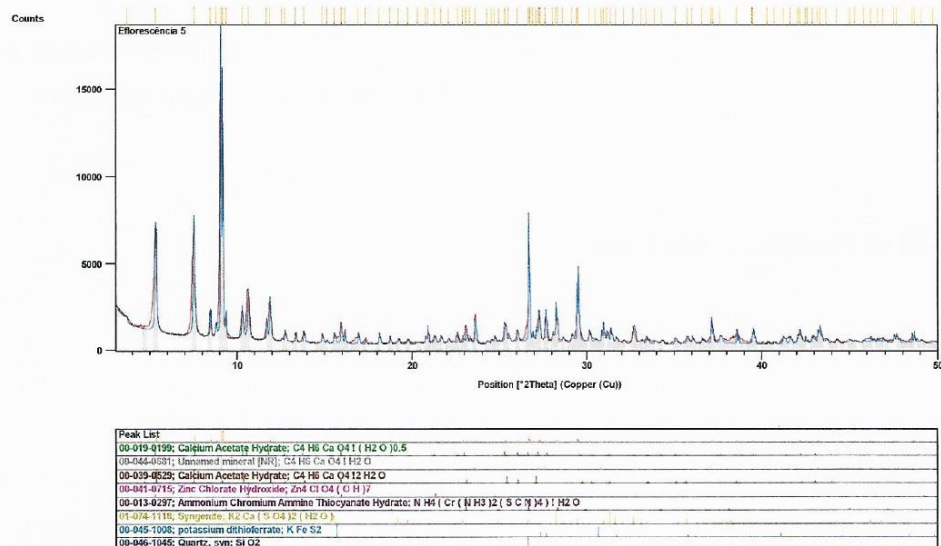


Figura 02 – Difratoograma de raios-X do material: (Eflorescência - 5) – LMCC 3566/19.

Laboratório de Materiais de Construção Civil/CT-OBRAS/IPT

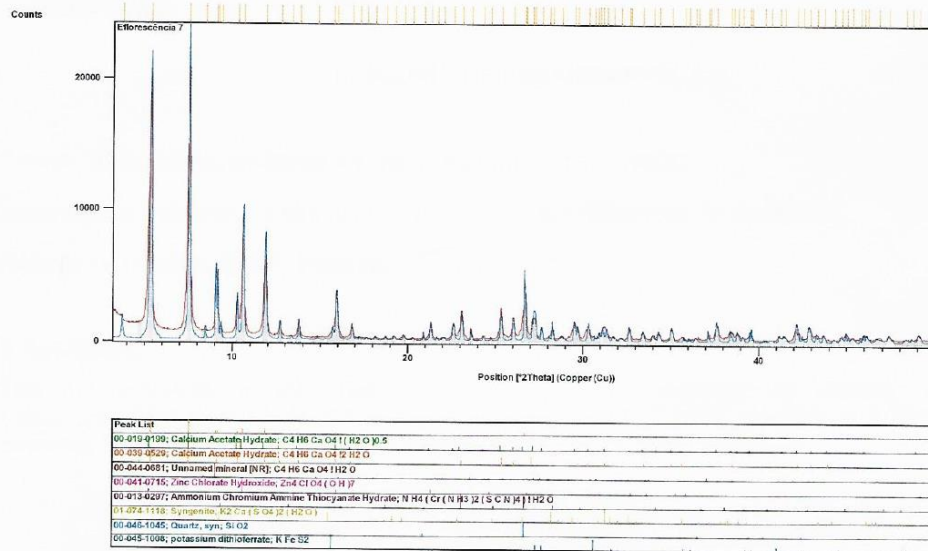


Figura 02 – Difratoograma de raios-X do material: (Efluorescência - 7) – LMCC 3567/19.

4. EQUIPE TÉCNICA

Técnico Químico - Jilson Cardoso – IPT

São Paulo, 09 de janeiro de 2020.