UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA POLITÉCNICA

WILLIAM VITOR DE SOUZA

**Uma avaliação do impacto de custos da norma de desempenho nbr-15.575 em
empreendimentos habitacionais de interesse social**

SÃO PAULO

2020

Nome: SOUZA, William Vitor de

Título: Uma avaliação do impacto de custos da norma de desempenho NBR-15.575 em empreendimentos habitacionais de interesse social

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

WILLIAM VITOR DE SOUZA

**Uma avaliação do impacto de custos da norma de desempenho NBR-15.575 em
empreendimentos habitacionais de interesse social**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção do título
de Mestre em Ciências Área de Concentração:
Inovação na Construção Civil

Orientador: Professor Doutor Luiz Reynaldo de
Azevedo Cardoso

SÃO PAULO

2020

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.

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 15 de setembro de 2020

Assinatura do autor: _____

Assinatura do orientador: _____

Catálogo-na-publicação

Souza, William Vitor de

Uma avaliação do impacto de custos da norma de desempenho NBR 15.575 em empreendimentos habitacionais de interesse social / W. V. Souza - versão corr. -- São Paulo, 2020.
118 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Norma de Desempenho NBR 15.575 2.Construção Civil 3.Habitação de Interesse Social 4.Custos de obra I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

AGRADECIMENTOS

À Escola Politécnica da Universidade de São Paulo que me possibilitou ter acesso ao curso de mestrado.

Aos professores que trabalharam conosco durante as aulas na Escola Politécnica.

Ao Professor Doutor Luiz Reynaldo de Azevedo Cardoso, que muito me ajudou a montar e concluir a dissertação de mestrado.

À Patrícia, que sempre me incentivou nas horas difíceis e me deu a sua luz para seguir no caminho.

Aos meus filhos João e Izabela, que tiveram paciência e amor para me esperar.

Ao meu pai Nabor e minha mãe Odete, que me ensinaram tudo e me possibilitaram chegar onde estou hoje.

Aos meus colegas de trabalho que sempre fizeram o melhor para aprendermos a trabalhar com a Norma de Desempenho.

À Englux, por todo o apoio e respeito que sempre demonstrou por mim.

E a Deus, por tudo.

*Adquire a verdade, a sabedoria, a disciplina e a inteligência
e não as venda por preço algum!
Prov. 23:23*

RESUMO

A Norma de Desempenho NBR 15.575/2013 trouxe mudanças importantes na maneira de se projetar e construir edifícios residenciais no Brasil. A cadeia produtiva da construção civil está adequando-se aos requisitos e critérios de desempenho que a norma define. Pode-se observar nestes quase sete anos de utilização da Norma que ela já alterou a maneira de se construir edifícios residenciais no Brasil, pois não só definiu orientações quanto ao desempenho dos sistemas construtivos e da edificação habitacional, como também trouxe luz a algumas normas brasileiras que estavam vigentes há muito tempo e que não vinham sendo atendidas. O objetivo da dissertação de Mestrado é analisar o impacto de custo da aplicação da Norma de Desempenho no contexto de uma obra residencial de Habitação de Interesse Social (HIS). Esta dissertação faz uma análise da aplicação da Norma de Desempenho em uma obra residencial de apartamentos destinados a Habitação de Interesse Social e a sua relação com o incremento de custo que a implementação da norma trouxe ao resultado final da obra. Foi realizado um estudo de caso de uma obra de um edifício residencial na cidade de São Paulo. Este empreendimento está enquadrado no Programa Minha Casa Minha Vida na Faixa II (famílias com renda de até quatro mil reais por mês) e já foi entregue aos clientes compradores. A partir da análise conclui-se que de fato houve um incremento de custo ao valor final da obra, que pode ser considerado significativo para o resultado financeiro do empreendimento estudado. Também conclui-se que há ganhos para os compradores das unidades residenciais, que receberam um apartamento que incorpora diversos critérios de desempenho construtivos que até então não vinham sendo utilizados e que trazem uma melhora importante na qualidade do edifício.

Palavras chave: Norma de Desempenho. Construção Civil (custos). Habitação Social (Edifícios).

ABSTRACT

Performance Standard NBR 15.575/2013 brought important changes in the way of designing and constructing residential buildings in Brazil. The civil construction production chain is adapting to the performance requirements and criteria that the standard defines. It can be seen in these almost seven years of use of the Standard that it has already changed the way of building residential buildings in Brazil, as it not only defined guidelines for the performance of construction systems and housing construction, but also brought some Brazilian standards to light, that had been in place for a long time and had not been met. The objective of the Master's dissertation is to analyze the cost impact of applying the Performance Standard in the context of a residential project of Social Interest Housing (HIS). This dissertation analyzes the application of the Performance Standard in a residential apartment building for Social Interest Housing and its relationship with the cost increase that the implementation of the standard brought to the final result of the construction. A case study was carried out on a construction on a residential building in the city of São Paulo. This undertaking is part of the Minha Casa Minha Vida in Band II Program (families with an income of up to four thousand Reais per month) and has already been delivered to buyer customers. From the analysis it is concluded that in fact there was an increase in cost to the final value of the construction, which can be considered significant for the financial result of the studied enterprise. It is also concluded that there are gains for the buyers of the residential units, who received an apartment that incorporates several constructive performance criteria that until then had not been used and that bring an important improvement in the quality of the building.

Keywords: Performance Standard. Civil Construction (costs). Social Housing (Buildings).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Variação do PIB do Brasil x PIB da Construção Civil	15
Figura 2 — Metodologia da Dissertação de Mestrado.....	20
Figura 3 – Resumo Esquemático da estruturação da Norma de Desempenho	27
Figura 4 — Vista das fachadas das Torres	38
Figura 5 — Vista da Implantação das Torres.....	39
Figura 6 — Plantas do apartamento - Tipologias 01 e 02	40
Figura 7 — Classe de Ruído do empreendimento.....	52
Figura 8 — Detalhe sistema de cobertura. Poliestireno instalado sob contrapiso da calha impermeabilizada e contrapiso sob o telhado.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Aplicação Total de Recursos do FGTS para a Contratação de Unidades Habitacionais MCMV	37
Tabela 2 — Orçamento Sintético Obra Estudo de Caso - Base Janeiro/2017.....	45
Tabela 3 — Orçamento Sintético de Custos – Grupo Projetos	49
Tabela 4 — Atendimento Requisitos de Desempenho Acústico.....	53
Tabela 5 — Simulações de sistemas de paredes contíguas de dormitórios entre unidades residenciais	56
Tabela 6 — Estudos de Sistemas de Piso	62
Tabela 7 — Atendimento requisitos de Desempenho Térmico e Lumínico	63
Tabela 8 — Atendimento Requisitos Desempenho para Esquadrias Metálicas de Janelas	69
Tabela 9 — Atendimento Requisitos Desempenho para o projeto de Telhados	71
Tabela 10 — Orçamento Sintético de Custos – Controle Tecnológico.....	73
Tabela 11 — Orçamento Sintético de Custos – Sub Grupo Execução.....	79
Tabela 12 — Alteração especificação de janelas de dormitórios e sala	81
Tabela 13 — Custo alteração especificação das portas	82
Tabela 14 — Custo alteração piso cerâmico	83
Tabela 15 — Custo equipe de obra.....	85
Tabela 16 — Custo equipe de obra.....	86
Tabela 17 — Custo alteração revestimento de paredes interno.....	87
Tabela 18 — Custo alteração especificação de impermeabilização	88
Tabela 19 — Custo Implantação Fitas Intumescentes.....	89
Tabela 20 — Custo alteração sistema de contrapiso	90
Tabela 21 — Orçamento Sintético de Custos – Grupo Obra	92
Tabela 22 — Orçamento Sintético de Custos – Grupo Projetos + Grupo Obra.....	92
Tabela 23 — Orçamento Sintético de Custos – Grupo Projetos + Grupo Obra.....	93
Tabela 24 — Gastos com os Requisitos de Desempenho Térmico e Lumínico.....	95
Tabela 25 — Gastos com os Requisitos de Estanqueidade	95
Tabela 26 — Implantação da Norma de Desempenho	96
Tabela 27 — Gastos com Requisitos de Segurança contra Incêndio	96
Tabela 28 — Gastos com Requisitos de Segurança Estrutural.....	97
Tabela 29 — Gastos com Requisitos de Segurança e uso na Operação.....	98

Tabela 30 — Gastos com Requisitos de Desempenho Acústico.....	99
Tabela 31 — Resumo geral de custos por requisitos de desempenho.....	100
Tabela 32 — Análise de Custos pelos subsistemas do orçamento	101
Tabela 33 — Impacto percentual de custos por subsistema no orçamento de obra	103
Tabela 34 — Impacto de custo nos subsistemas.....	105
Tabela 35 — Impacto de custos nos subsistemas por relevância de valores.....	106
Tabela 36 — Análise do impacto da Norma de Desempenho nos Custos Diretos e Indiretos	107
Tabela 37 — Impacto nos Custos Diretos e Indiretos em relação ao orçamento original.....	108
Tabela 38 — Custo corporativo – Departamentos de Engenharia	109

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CONTEXTO.....	14
1.2	OBJETIVOS	17
1.3	JUSTIFICATIVAS	17
1.4	METODOLOGIA.....	19
1.5	ESTRUTURA DO TEXTO	20
2	A NORMA DE DESEMPENHO E IMPACTOS.....	23
2.1	HISTÓRICO DA NORMA	23
2.2	APRESENTAÇÃO DA NORMA DE DESEMPENHO.....	25
2.3	IMPACTO NA CADEIA PRODUTIVA	27
2.4	IMPACTO DA NORMA DE DESEMPENHO NAS OBRAS	29
3	APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	35
3.1	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA ESTUDADA	35
3.2	O EMPREENDIMENTO	36
3.3	ORÇAMENTO DA OBRA	41
3.3.1	Conceito de Custo de Obra	41
3.3.2	Método geral e da empresa	43
3.3.3	Orçamento da Obra.....	44
4	IMPACTOS DE CUSTO DA NORMA	48
4.1	QUANTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS DE CUSTO.....	48
4.1.1	Grupo Projetos.....	48
4.1.1.1	Consultoria Perfil de Desempenho da Edificação	50
4.1.1.2	Consultoria Classificação de Ruído do Empreendimento	51
4.1.1.3	Consultoria Desempenho Acústico.....	53
4.1.1.4	Consultoria desempenho Térmico e Lumínico.....	63
4.1.1.5	Consultoria Validação de Projeto Estrutural	67
4.1.1.6	Consultoria Projetos de Esquadrias Metálicas de Janelas	68
4.1.1.7	Consultoria Manuais do Proprietário e de Áreas Comuns.....	69
4.1.1.8	Consultoria Esquadrias Metálicas – Guarda-Corpo	70
4.1.1.9	Projeto de Telhados	70
4.1.2	Grupo Obras	72

4.1.2.1	Controle Tecnológico	73
4.1.2.1.1	Ensaio de Controle de Recalque de Fundações	73
4.1.2.1.2	Ensaio de Aderência – Emboço interno e externo e chapisco industrializado	74
4.1.2.1.3	Ensaio de Aderência – Revestimentos Cerâmicos.....	74
4.1.2.1.4	Caracterização Cerâmica – Absorção, Expansão por umidade, PEI e Coeficiente de Atrito.....	75
4.1.2.1.5	Ensaio de Esquadrias de Alumínio - Câmara de Vento e Manuseio	75
4.1.2.1.6	Ensaio de Desempenho Acústico de Esquadrias	76
4.1.2.1.7	Esquadrias de Alumínio para ensaio em Câmara de Vento, Manuseio e ensaio de Desempenho Acústico	77
4.1.2.1.8	Ensaio Pressão em Escada Pressurizada.....	77
4.1.2.1.9	Ensaio sistêmicos de acústica.....	78
4.1.2.1.10	Ensaio de ações transmitidas por portas	78
4.1.2.2	Execução.....	79
4.1.2.2.1	Alteração nas janelas de sala e dormitórios.....	79
4.1.2.2.2	Alterações nas portas de madeira dos apartamentos.....	81
4.1.2.2.3	Alteração especificações de piso cerâmico.....	82
4.1.2.2.4	Alteração especificação da cor de fachada	84
4.1.2.2.5	Incremento de Equipe em Obra	84
4.1.2.2.6	Implantação de sistema de software para registro de evidências de acompanhamento de obra	85
4.1.2.2.7	Troca de revestimento entre apartamentos com dormitórios contíguos	86
4.1.2.2.8	Adequação dos sistemas de impermeabilização em função da vida útil dos sistemas.....	87
4.1.2.2.9	Compartimentação vertical de tubulações de hidráulica passantes em lajes.....	88
4.1.2.2.10	Contrapiso acústico dos dormitórios	89
4.1.2.2.11	Proteção Térmica Laje de Cobertura	90
4.1.3	Resumo grupo projetos e grupo obras.....	91
4.2	ANÁLISE DOS RESULTADOS	94
4.2.1	Análise dos custos em relação aos requisitos de Desempenho.....	94
4.2.2	Análise dos custos em relação aos Subsistemas do Orçamento de obra.....	100
4.2.3	Análise dos custos em relação ao custo direto e custo indireto da Obra	107
4.3	CUSTO CORPORATIVO DO ESCRITÓRIO PARA A OBRA ESTUDADA.....	109

5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	111
	REFERÊNCIAS	114

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO

A publicação da Norma de Desempenho NBR 15.575/2013, daqui para frente denominada Norma de Desempenho, trouxe mudanças importantes na maneira de se projetar e construir edifícios residenciais no Brasil. Projetistas, construtoras, fornecedores, agentes financeiros, órgãos governamentais e demais agentes da cadeia produtiva da construção civil que trabalham com empreendimentos residenciais tiveram que se adequar aos requisitos e critérios de desempenho definidos pela Norma de Desempenho. Os agentes da cadeia produtiva foram impactados de maneira diferenciada de acordo com as suas atividades e responsabilidades.

Os compradores de imóveis residenciais construídos em conformidade com a Norma de Desempenho terão ganhos substanciais, pois estarão adquirindo imóveis com características de desempenho dos sistemas projetados, o que até então não ocorria de maneira sistemática na construção civil brasileira. Considerando que a grande maioria dos cidadãos brasileiros durante toda a sua vida terá a oportunidade de comprar apenas um imóvel, é mais do que desejável que esta compra seja feita de modo a atender às necessidades mínimas desta pessoa ou desta família. A sociedade brasileira como um todo também ganha com a aplicação de padrões de desempenho para construções residenciais, pois em princípio, terá cidadãos vivendo em melhores condições de vida em suas residências.

Os agentes financeiros que atuam no financiamento de imóveis residenciais, incorporadoras e construtoras bem como a sociedade de maneira geral foram beneficiados, pois os parâmetros de desempenho, garantias e responsabilidades determinados pela Norma trazem uma maior clareza às relações de consumo entre estas partes. Tome-se como exemplo o requisito de desempenho acústico entre unidades residenciais, preconizado pela norma. Há um desempenho esperado para o sistema de vedações verticais e horizontais com relação à parte acústica. Uma determinada pessoa que tenha adquirido um apartamento através de um financiamento bancário de uma incorporadora e que por sua vez contratou uma construtora para a execução das obras deste apartamento, configura uma relação de consumo, direta ou indireta, entre quatro agentes da cadeia produtiva da construção civil. Caso o comprador tenha dúvidas quanto ao desempenho acústico de sua unidade e queira, amigavelmente ou judicialmente, interpelar o banco, a incorporadora e a construtora, os parâmetros a serem

avaliados estão muito bem definidos pela Norma de Desempenho, o que facilitará o entendimento para a solução da dúvida.

A norma foi publicada em um momento de grande otimismo e muito vigor na indústria da construção civil. No ano de 2007 teve início um ciclo virtuoso da construção civil no Brasil, com várias empresas construtoras e incorporadoras abrindo o seu capital na Bolsa de Valores de São Paulo, tendo este ciclo durado praticamente até o início de 2014. Como se pode observar na Figura 01, o PIB do Brasil teve um período de crescimento expressivo entre 2004 e 2013 e a construção civil experimentou um crescimento acima do PIB brasileiro entre os anos de 2007 e 2013, mas já com sinais de desaceleração no ano em que a Norma de Desempenho entrou em vigor, se comparado à variação do PIB do Brasil.

Figura 1 — Variação do PIB do Brasil x PIB da Construção Civil

Fonte: IBGE – Contas Nacionais Trimestrais – CBIC (2020)

Nestes anos do ciclo virtuoso, a indústria da construção se fortaleceu e ganhou ainda mais proeminência na economia nacional, com abertura para novas tecnologias e maior mecanização das suas obras. Porém, apesar de todas essas boas notícias, muitos erros foram cometidos. A qualidade final das obras caiu quase que de maneira generalizada, em decorrência de inúmeras causas. O maior problema enfrentado pelo setor foi o aumento

exponencial na quantidade de obras, fato que prejudicou muito as construtoras, fornecedores e projetistas, que não estavam preparados para atender à demanda causada por este aumento de volume. É importante ressaltar que o autor atua no segmento de construções residenciais há cerca de 28 anos, trabalhando sempre em construtoras de edifícios residenciais de diversos padrões de acabamento. Durante os anos em que o mercado teve este grande salto na quantidade de empreendimentos em construção, o autor trabalhava em uma construtora e incorporadora de médio porte, como gerente geral de obras e participou de todo o processo de abertura de capital desta empresa na Bolsa de Valores de São Paulo. Para ilustrar o que se passou neste período, a construtora em que o autor atuava passou de uma média de oito obras por ano na região metropolitana de São Paulo para cerca de sessenta e cinco obras anuais, distribuídas por todo o estado de São Paulo e algumas obras em outros estados do Brasil. Pode-se afirmar que a empresa multiplicou o seu tamanho cerca de oito vezes, em um período de um ano.

Todos os departamentos da empresa foram afetados e apesar da grande experiência dos gestores, a contratação de consultorias para auxiliar na estruturação da empresa e a contratação de novos colaboradores no mercado, não há como ter um crescimento desta magnitude de maneira sustentável. Este mesmo tipo de crescimento ocorreu com várias outras construtoras e incorporadoras que abriram o seu capital na Bolsa de Valores. Na outra ponta, os projetistas, fornecedores de materiais/insumos e empreiteiros de mão de obra também tiveram um aumento exponencial na quantidade de obras que atendiam. Este aumento vertiginoso na quantidade de empreendimentos sendo realizados no Brasil trouxe problemas com a falta de material e insumos, a falta de mão de obra qualificada, o aumento de preços muito acima dos praticados usualmente na construção civil e consequentemente a queda na qualidade das obras e atrasos nas entregas. Os atrasos recorrentes nas entregas de obra afetaram de maneira muito negativa o setor da construção civil. Conforme Conjur (2011), entre os anos de 2009 e 2011 o número de ações contra construtoras por atrasos de obra aumentou em 400%. O cenário não poderia ser mais ambíguo. Por um lado, grande aumento da oferta de empregos, forte crescimento do setor e diminuição no déficit habitacional brasileiro. Por outro lado, uma série de problemas sistêmicos em todo o setor da construção civil com perda de qualidade no produto final entregue ao consumidor. É neste cenário que a Norma de Desempenho foi publicada.

Entre o ano de 2013, em que a norma foi publicada e o ano de 2019 o setor da construção civil vivenciou uma grande crise, tendo o seu ápice no ano de 2016 quando o setor

experimentou uma queda de cerca de 10% no valor do seu PIB. A partir do segundo semestre de 2018 as perspectivas do segmento imobiliário passaram a ter alguma melhora e estas perspectivas se consolidaram durante o ano de 2019. De acordo com SECOVI (2019), o número de lançamentos de imóveis residenciais no acumulado de doze meses (entre outubro de 2018 e outubro de 2019) aumentou 44,70% em relação ao acumulado entre os meses de outubro de 2017 e outubro de 2018.

No período decorrido entre a publicação da norma e o ano de 2019, apesar da forte crise no setor, a aplicação da Norma de Desempenho foi sendo cada vez mais difundida e o momento atual é de busca por novas opções de materiais de características específicas para compor um sistema com desempenho previamente definido, projetistas se adaptando às prescrições da norma e as construtoras buscando o integral cumprimento em suas obras. Esta nova atitude está trazendo ao setor da construção civil o retorno de sua credibilidade e ao cliente comprador um ganho significativo de qualidade. Mas as construtoras, projetistas e fornecedores ainda trilharão um longo caminho para adequação completa de seus procedimentos, interesses, custos e produtos à Norma de Desempenho.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral da dissertação de mestrado é analisar o impacto de custo da aplicação da Norma de Desempenho no contexto de uma obra residencial de Habitação de Interesse Social (HIS).

Os objetivos específicos da dissertação de mestrado serão:

1. Estudo da Norma de Desempenho;
2. Identificação dos itens impactados pela aplicação da Norma de Desempenho;
3. Identificação dos custos para adequação da obra à aplicação da Norma de Desempenho;

1.3 JUSTIFICATIVAS

O presente estudo se justifica, pois hoje, já decorridos cerca de sete anos da publicação da Norma de Desempenho, ainda não existem trabalhos acadêmicos para análise do impacto

de custo da norma em obras residenciais de maneira ampla. Várias publicações já foram feitas versando sobre a Norma de Desempenho, porém geralmente focadas em áreas específicas, como projetos, desempenho acústico, desempenho térmico, simulações computacionais para atendimento da norma e outros. Na pesquisa bibliográfica foi identificado que ainda não existe material técnico que aborde o tema de custos relacionados à implantação da Norma de Desempenho analisando a totalidade de um empreendimento.

Por exemplo, Lafetá, Fiche e Horta (2017) analisam a implantação das diretrizes de acústica da Norma de Desempenho em construtoras de Belo Horizonte/MG. Afirmam que houve um incremento de custo para o desempenho acústico dos sistemas de vedações verticais e horizontais e faz outras análises, porém o estudo fica restrito ao requisito de desempenho acústico. Okamoto (2015) faz um estudo sobre a Norma de Desempenho onde detalha o impacto da norma sobre o processo de projetos de edificações residenciais, sem, todavia entrar no mérito de custos da norma. Coelho e Rohden (2018) fazem uma análise de custo em um artigo sobre a implantação do requisito de desempenho acústico nos sistemas de vedações verticais. O estudo chegou à conclusão de que para o atendimento do nível mínimo de desempenho acústico, não houve alterações significativa, mas para se alcançar o nível Intermediário houve um incremento de custo de 10,90% e para se alcançar o nível Superior houve um incremento de custo de 21,80%. Estes valores podem ser aplicados somente ao custo para atendimento dos requisitos de desempenho acústico de vedações verticais. Souza, Terni e Tutikian (2017) fazem uma análise qualitativa da Norma de Desempenho sobre os desafios para alcançar o nível de desempenho superior em edificações residenciais multi-pavimentos e não entra na questão específica de custos. Otero e Sposto (2014) fazem um estudo da implantação da Norma de Desempenho com os preceitos de um programa de gestão da qualidade, sem, contudo entrar no mérito do custo. Bento et al. (2016) e Possan e Demoliner (2013) fazem uma análise semelhante da Norma de Desempenho com relação à questão de durabilidade e vida útil das edificações, também sem análise de custos. Os estudos de Sorgato, Melo e Lamberts (2013) e Freitas e Lorenzo (2016) analisam a Norma de Desempenho no que diz respeito aos critérios de desempenho térmico adotados pela Norma. Costella et al. (2017) fazem um estudo sobre a aplicação da Norma de Desempenho em cinco empreendimentos na região de Chapecó/SC, porém sem uma análise de impactos de custo. Caldas, Moreira e Sposto (2015) desenvolveram um estudo sobre os requisitos de acessibilidade da Norma de Desempenho para pessoas com mobilidade reduzida em áreas comuns da cidade de Brasília, sem apresentar custos relativos à norma. Garlet et al. (2017)

desenvolveram um estudo em que tratam do custo para a aplicação dos requisitos térmico e acústicos em paredes estruturais. Como resultado, o artigo afirma que especificamente para a região do estudo, em Santa Maria – RS, não houve alterações significativas para atendimento da norma nos requisitos de desempenho térmico e acústico em paredes estruturais. Autodoc (2019) indica em sua publicação, porém sem entrar em demonstrações científicas dos valores declarados, mas somente baseando-se na experiência que tem tido no acompanhamento de obras, que a elevação de custos em função da Norma de Desempenho está em torno de 5% a 7%.

Notadamente existem diversos artigos e trabalhos publicados a respeito da Norma de Desempenho, porém não foi identificado nenhum estudo que analisasse o custo para a implantação da norma de maneira abrangente, sendo esta a principal justificativa para o desenvolvimento do presente trabalho. Há que se considerar também que o autor trabalha há 28 anos no mercado da construção civil, especificamente na construção de edifícios residenciais, seja no segmento de médio e alto padrão, seja no segmento de habitação de interesse social. O autor trabalha na construtora objeto do estudo de caso e participou de todas as etapas de implantação da Norma de Desempenho na empresa. Assim, pôde atuar nas decisões para a organização dos departamentos de engenharia para atendimento da norma bem como nas decisões de implantação em cada obra realizada pela construtora. Por estar ativamente envolvido nestas etapas, foi possível disponibilizar as informações das dificuldades e sucessos envolvidos no processo de implantação da norma, avaliar a realidade da implantação da Norma de Desempenho e os dados específicos do empreendimento em estudo.

1.4 METODOLOGIA

Foi realizado um estudo de caso de uma obra residencial de HIS na cidade de São Paulo, que levantou o custo da obra sem o uso da Norma de Desempenho em comparação com o custo da obra considerando o atendimento integral da Norma de Desempenho. A metodologia adotada para o desenvolvimento da dissertação de mestrado pode ser melhor demonstrada na Figura 2.

Figura 2 — Metodologia da Dissertação de Mestrado

Fonte: Autor

A obra objeto do estudo de caso já está finalizada e todos os procedimentos normativos para implantação da norma foram cumpridos. Extensa documentação foi produzida para comprovar o pleno atendimento da norma tanto na etapa de projetos quanto na etapa de execução da obra. O empreendimento foi financiado pela Caixa Econômica Federal através do Programa Minha Casa Minha Vida, Faixa II.

A revisão bibliográfica compreendeu a pesquisa de artigos publicados, dissertações, teses e outras fontes bibliográficas, que pudessem embasar cientificamente a presente dissertação. A partir desta fase foi realizado o levantamento e a análise dos dados, que compreendem a verificação da aplicabilidade dos requisitos normativos para os dados que foram levantados. Em seguida, com a validação dos dados, que compreende a descrição e justificativa das alterações nos processos de projeto, gestão e obra, foram identificados eventuais itens normativos que já deveriam ser atendidos independentemente da Norma de Desempenho e estes serão considerados como incrementos de custo quando a análise identificou que foi a Norma de Desempenho que trouxe luz à aplicabilidade destas outras normas. Os dados foram validados através da conferência do custo efetivamente incorrido na obra para executar determinado sistema para atendimento aos requisitos da Norma. Foi verificado também se este custo incorrido tinha relação exclusiva com a necessidade imposta pela Norma. Na montagem do orçamento foram atribuídos os custos reais de cada item normativo validado e estes custos representam o incremento de custo ao orçamento original.

1.5 ESTRUTURA DO TEXTO

O texto deste trabalho foi dividido em cinco grandes capítulos, a saber:

1. Introdução

2. A Norma de Desempenho e impactos
3. Apresentação do Estudo de Caso
4. Impactos de custo da Norma
5. Conclusões e recomendações

Na Introdução é feita uma contextualização do mercado da construção civil durante o período de implantação da Norma de Desempenho. Em seguida são apresentados os objetivos do trabalho, as justificativas para o tema do desenvolvimento do trabalho, a metodologia aplicada e uma apresentação da estrutura do texto da dissertação.

No segundo capítulo, A Norma de Desempenho e impactos, são apresentadas as definições da Norma de Desempenho para as obras residenciais no Brasil e um histórico da utilização dos requisitos de desempenho em edificações residenciais no Brasil e no mundo. São apresentadas ainda as diretrizes gerais para a implantação da Norma de Desempenho em uma obra residencial na cidade de São Paulo, conforme definido pela construtora que construiu o empreendimento alvo do estudo de caso.

No terceiro capítulo é feita a apresentação do estudo de caso, onde primeiramente é apresentada a empresa construtora alvo do estudo e as características do empreendimento estudado. São também apresentadas as providências tomadas pela construtora para a implantação da Norma de Desempenho em uma obra específica e seus respectivos custos na fase do orçamento original e na fase de orçamento com as considerações da Norma de Desempenho. Em seguida é apresentada uma breve revisão bibliográfica sobre o levantamento de custos na construção civil e também o orçamento da obra estudada, indicando qual a metodologia utilizada pela empresa para a montagem de orçamentos de obra.

No quarto capítulo são apresentados os custos, os resultados e as análises dos impactos. A construtora, para este caso específico, elaborou um orçamento original, sem as considerações da Norma de Desempenho. Foi elaborado um outro orçamento considerando somente os itens que foram alterados pela Norma de Desempenho e que refletiram em acréscimo de custo. Em seguida foi realizada uma comparação entre os valores de orçamentos sem as considerações da Norma de Desempenho e os valores com as considerações da Norma de Desempenho. Foram considerados também neste estudo dois tipos de incrementos de custo. O primeiro incremento de custo diz respeito aos valores que podem ser imputados diretamente à Norma de Desempenho, como por exemplo, a questão do estudo de acústica entre unidades habitacionais. O segundo incremento de custo diz respeito a valores que decorreram da Norma de Desempenho, mas que já estavam previstos em normas brasileiras

existentes antes da publicação da Norma de Desempenho e que passaram a ser utilizados na obra em função da determinação da Norma de Desempenho.

Finalmente, no quinto capítulo são apresentadas as conclusões e considerações finais sobre a análise feita, com recomendações para prosseguimento de estudos sobre o tema.

2 A NORMA DE DESEMPENHO E IMPACTOS

2.1 HISTÓRICO DA NORMA

Em todos os países desenvolvidos do mundo a questão do desempenho das edificações é questão obrigatória e já faz parte do cotidiano das empresas do setor da construção civil.

O conceito de desempenho na construção civil pode ser definido conforme Gibson (1982), segundo o qual a abordagem de desempenho é, primeiramente e acima de tudo, a prática de se pensar em termos de fins e não de meios. A preocupação é com os requisitos que a construção deve atender e não com a prescrição de como essa deve ser construída. Borges (2008) também afirma que o conceito de desempenho das edificações está associado ao comportamento das mesmas quando em utilização.

De acordo com Duarte (2007), uma das primeiras propostas de desempenho em edificações no mundo ocorreu na década de 1960, com o professor Gérard Blachère, diretor-presidente do CSTD (Scientifique et Technique du Batiment, França). Ele escreveu o *Savoir bâtir* (saber construir) que foi um livro com orientações para incluir a questão do desempenho nas construções. A partir desta iniciativa, foi construído um laboratório na França que tinha a função de ensaiar todos os materiais e sistemas construtivos existentes no país à época. Todos os materiais e sistemas eram ensaiados e depois analisados pelos técnicos envolvidos no processo, com o intuito de formar uma orientação para as construções baseadas em desempenho.

Conforme Borges (2008), a questão do desempenho começou a ser estudada de forma mais criteriosa nos Estados Unidos da América também nos anos de 1960. Ainda segundo Borges (2008), os Estados Unidos da América através do U.S. Department of Housing and Urban Development, patrocinaram um grande programa chamado de "Operation Breakthrough", que tinha por objetivo desenvolver critérios para projetos e para a avaliação de sistemas inovadores voltados à construção de casas. Seu resultado levou à publicação, em 1977, de um documento contendo a definição de critérios de desempenho que trouxeram medidas de desempenho para as construções entregues aos seus usuários finais.

No Brasil o conceito de desempenho começou a ser estudado também nos anos de 1960, de acordo com Duarte (2007), mas por iniciativas pontuais de professores de algumas faculdades do Brasil com a FAU (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP), EPUSP (Escola Politécnica - USP) e do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas). Conforme

Gonçalves et al. (2003), nos anos de 1970 a Construção Civil teve um impulso muito grande no Brasil e houve a necessidade de aumentar o número de construções no país. Vários sistemas inovadores foram testados e utilizados e nem sempre estes sistemas foram bem sucedidos, ocorrendo vários problemas de qualidade em unidades habitacionais entregues. Nos anos 1980 houve um grande avanço na sistemática de avaliação de critérios de Desempenho. Ainda conforme Gonçalves et al. (2003) na tentativa de equacionar a falta de normas técnicas brasileiras para regular novas soluções tecnológicas que permitissem a construção de unidades residenciais em larga escala, o extinto BNH (Banco Nacional de Habitação) investiu em pesquisas com o intuito de elaborar critérios para a utilização de sistemas inovadores. Neste momento, vários estudos foram realizados com vistas à validação de sistemas construtivos no que diz respeito ao desempenho destes sistemas e o IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) foi o órgão contratado pelo BNH para o desenvolvimento dos primeiros requisitos e critérios de avaliação de desempenho no Brasil, no início dos anos 1980. Estes critérios de desempenho foram revisados no ano de 1995 pelo próprio IPT, com o apoio da FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), que desta vez foi contratado pela CEF (Caixa Econômica Federal), sucessora do BNH. Outros estudos relacionados ao desempenho de construções foram realizados no ano de 2000.

Conforme Borges (2008), os estudos financiados pela CEF através do FINEP (Financiadora de Projetos Especiais) no ano de 2000, que visavam estabelecer critérios de avaliação de sistemas construtivos inovadores a serem utilizados pela CEF na gestão dos investimentos financeiros na habitação de interesse social, deram origem à Norma de Desempenho para edificações de até cinco pavimentos. Essa norma foi nomeada como NBR 15.575 e colocada em consulta pública no ano de 2007, com a intenção de ser publicada no ano de 2008. Todavia, a publicação desta norma foi adiada e sofreu diversas alterações após a participação de vários setores da construção civil. A Norma de Desempenho foi elaborada no Comitê Brasileiro de Construção Civil e pela Comissão de Estudo de Desempenho de Edificações. O projeto foi a consulta nacional entre julho de 2012 e setembro de 2012. Em fevereiro de 2013 a Norma de Desempenho, como a conhecemos hoje, foi publicada e passou a valer para todos os empreendimentos habitacionais a nível nacional a partir de julho do mesmo ano.

2.2 APRESENTAÇÃO DA NORMA DE DESEMPENHO

O atendimento às normas técnicas está previsto na legislação brasileira. A norma técnica não é Lei, mas deve ser atendida por força de Lei. De acordo com o Código de Defesa do Consumidor, CDC (1990), Lei nº 8.078/1990 em seu Artigo 39, parágrafo VIII:

É vedado ao fornecedor de produtos ou serviços, dentre outras práticas abusivas:

VIII - colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro);

A Norma de Desempenho, considerando-a de cumprimento obrigatório, tem a capacidade de movimentar toda a cadeia produtiva da construção civil. As adequações estão ocorrendo nas construtoras, incorporadoras, nos fornecedores de materiais e serviços, nos projetistas, nos órgãos públicos e agentes financeiros e afetarão diretamente os consumidores finais das unidades residenciais.

De acordo com NBR 15.575 Parte 1 (2013), a Norma de Desempenho está dividida em seis partes, a saber:

- Parte 1: Requisitos Gerais;
- Parte 2: Requisitos para os Sistemas Estruturais;
- Parte 3: Requisitos para os Sistemas de Pisos;
- Parte 4: Requisitos para os Sistemas de Vedação Interna e Externa;
- Parte 5: Requisitos para os Sistemas de Coberturas;
- Parte 6: Requisitos para os Sistemas Hidrossanitários.

A Norma de Desempenho determina também os requisitos de desempenho dos usuários, ou seja, ela não é uma norma prescritiva, não busca o seu atendimento simplesmente pela determinação de como os sistemas serão projetados e construídos, mas sim qual o comportamento em uso destes sistemas.

Conforme parte 1 da Norma de Desempenho, no item 4 - Requisitos do Usuário são definidos os requisitos em função de três grupos:

- Segurança

- Segurança estrutural;
- Segurança contra fogo;
- Segurança no uso e operação;
- Habitabilidade
 - Estanqueidade;
 - Desempenho térmico;
 - Desempenho acústico;
 - Desempenho lumínico;
 - Saúde, higiene e qualidade do ar;
 - Funcionalidade e acessibilidade;
 - Conforto tátil e antropodinâmico;
- Sustentabilidade
 - Durabilidade;
 - Manutenibilidade;
 - Impacto ambiental.

Estes requisitos permeiam as diversas partes da norma, como por exemplo, o requisito de segurança estrutural, que é tratado nas seis partes da Norma de desempenho.

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção, CBIC (2013), que representa mais de dezessete associações de construção civil e cerca de cinquenta sindicatos da construção civil em todo o Brasil, lançou em 2013 um guia orientativo para atendimento à Norma de Desempenho NBR 15.575/2013, com o intuito de ajudar os profissionais da construção civil a implantar e utilizar a Norma de Desempenho em suas áreas de atuação. Da mesma forma, a ASBEA (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura) também emitiu um manual, com orientações específicas para arquitetos, que são profissionais que tem grande importância para o processo de atendimento da Norma de Desempenho. Vários outros manuais e guias orientativos foram produzidos ao longo destes últimos anos com vistas a auxiliar os profissionais da construção civil a entender e utilizar a Norma de Desempenho de forma correta. Conforme Asbea (2015, p. 5) o resumo esquemático da Norma de Desempenho pode ser verificado na Figura 03 abaixo.

Figura 3 – Resumo Esquemático da estruturação da Norma de Desempenho

Fonte: ASBEA (2015)

Ainda conforme NBR 15.575 Parte 1 (2013), as normas de desempenho traduzem as necessidades dos usuários em requisitos e critérios, sendo complementares às demais normas vigentes no Brasil, sem substituí-las. Talvez este seja o grande diferencial desta norma em relação à grande maioria das normas vigentes no Brasil com relação à construção civil. Não há uma prescrição clara do que fazer, mas sim a determinação da necessidade de atendimento a um nível de desempenho esperado, que pode ser alcançado de várias maneiras, desde que sejam atendidas as demais normas técnicas pertinentes.

2.3 IMPACTO NA CADEIA PRODUTIVA

O impacto da Norma de Desempenho nos vários setores da construção pode ser estimado de maneira resumida nos aspectos apresentados a seguir.

- a. Em escritórios de projeto: para algumas especialidades, como a de estruturas, os projetistas em sua grande maioria já cumprem as normas específicas relativas ao cálculo estrutural, o que praticamente garante o cumprimento da Norma de Desempenho na sua totalidade. Para outras especialidades, e pode-se considerar o projeto de Arquitetura como a principal, as normas brasileiras também são seguidas, porém a grande mudança que a Norma de Desempenho traz aos arquitetos é a

especificação por desempenho dos sistemas. Até a publicação da norma, tomando como exemplo o hall de entrada de um edifício residencial, a especificação de um revestimento cerâmico resumia-se na grande maioria dos casos, a cor, tamanho e textura. Seguindo a orientação da norma de desempenho, o arquiteto precisará especificar as características deste revestimento cerâmico, como coeficiente de atrito, dureza superficial, resistência ao manchamento, absorção de água e outros. A partir desta especificação e em conjunto com os demais componentes do sistema (por exemplo, contrapiso, laje de concreto, argamassa de assentamento, rejunte) será possível definir o desempenho esperado para este sistema. A construtora, de posse destas especificações, buscará no mercado um revestimento cerâmico que possua as características especificadas e só então definirá o tamanho, cor e textura que atenda à questão estética e ao projeto de modulação de arquitetura, conforme os modelos disponíveis e que se adequem às características técnicas desejadas. O mesmo irá ocorrer com a maioria dos materiais de acabamento do empreendimento, como portas, fechaduras, dobradiças, louças e metais, entre outros.

- b. Para as construtoras: uma grande parte da Norma de Desempenho precisará ser atendida ainda na fase de projetos. As construtoras tem a tarefa de organizar e qualificar os seus departamentos de projeto. Estes precisarão ser conduzidos de maneira que possuam as competências necessárias para coordenar e orientar os projetistas contratados em um determinado empreendimento para garantir o cumprimento da norma bem como de procedimentos e práticas da construtora. Precisarão também organizar os registros que comprovem o atendimento dos requisitos de desempenho. Da mesma forma, será necessária uma forte qualificação dos profissionais dos departamentos de suprimentos, orçamento e qualidade para entendimento dos requisitos normativos, para que possam não só atuar em suas áreas, mas também dar suporte às obras. Caberá ao departamento de qualidade, na maioria das construtoras, a tarefa de disseminar o conhecimento sobre a norma nos demais departamentos e também nas obras. O departamento de qualidade terá ainda uma função muito importante no auxílio ao departamento de suprimentos e aos engenheiros residentes na especificação de materiais e na qualificação de laboratórios de ensaios para verificação de conformidade dos produtos que serão adquiridos para uso nas obras. Nos canteiros de obra, não só os engenheiros residentes como todas as equipes

de campo (mestres, encarregados, almoxarifes) deverão ser treinadas para cumprimento integral dos projetos e o acompanhamento da execução dos serviços dentro das especificações da Norma de Desempenho.

- c. Para os fornecedores de materiais e insumos: existem setores na construção civil onde a aplicação das normas é intrínseca à sua produção e por si só garantem o cumprimento dos requisitos de desempenho da norma, como por exemplo, os produtores de cimento e aço. Porém em outros setores faz-se necessário muito esforço para adequação ao que a norma preconiza. No setor de esquadrias de alumínio, por exemplo, não há uma padronização das dimensões das janelas usadas nas obras e a especificação do desempenho destas esquadrias dependerá de diversos fatores que variam em função da região climática do empreendimento, da altura do edifício, do nível de ruído do entorno do empreendimento, do tamanho dos cômodos, da insolação e ventilação necessárias em cada ambiente e algumas outras variáveis. Some-se a isso o fato de que existem diversas linhas de perfis de alumínio e de acessórios disponíveis no mercado e que podem ser utilizadas. Os laboratórios de controle tecnológico para ensaios de esquadrias de alumínio hoje estão bem mais estruturados do que no ano da publicação da norma e já existem vários laboratórios acreditados para a emissão de laudos de ensaios, porém ainda há a necessidade de que mais laboratórios sejam qualificados para atender à demanda existente.

2.4 IMPACTO DA NORMA DE DESEMPENHO NAS OBRAS

A implantação da Norma de Desempenho em um empreendimento residencial requer a adoção de diversas medidas ainda na fase de definição do produto do empreendimento. Assim é necessário que toda a equipe de desenvolvimento de produto da incorporadora esteja ciente das determinações da norma. Ato contínuo, a contratação do escritório de arquitetura que irá desenvolver o projeto legal e posteriormente o projeto executivo também é fundamental, pois as definições de arquitetura são determinantes para o atendimento da norma.

Cabe à incorporadora definir o nível de desempenho a ser atingido pelo empreendimento, conforme determinação da norma. São três os níveis possíveis: Mínimo, Intermediário e Superior. Na fase de desenvolvimento do projeto legal e da concepção do produto é que deverão ser tomadas diversas decisões pela incorporadora ou construtora para

cumprimento da Norma de Desempenho. Por exemplo, serão necessários, entre outros cuidados:

- a. Realizar um estudo para determinar a classe de ruído em que se encontra o empreendimento – este estudo irá caracterizar o empreendimento para determinação do desempenho acústico para especificação, por exemplo, do sistema de vedação vertical de fachada a ser adotado para a obra. Este estudo traz ainda segurança à incorporadora, pois caracteriza o entorno do empreendimento no momento de aprovação do projeto nos órgãos legais. Caso alguma característica do entorno do empreendimento seja alterada ao longo do tempo trazendo com isto uma mudança na classificação da classe de ruído do empreendimento, por exemplo, a construção de uma via de grande tráfego ao redor do empreendimento, a incorporadora terá a garantia de que atendeu os limites da norma à época de aprovação dos projetos.

- b. Na concepção do produto:

- Determinar dimensões dos cômodos e acessos ou passagens para atendimento dos requisitos de funcionalidade e acessibilidade. Pode ser tomada como exemplo a verificação da disponibilidade de espaço nos cômodos da edificação para colocação e utilização dos móveis e equipamentos padrão do Anexo F da NBR 15.575 parte 1.
- Determinar tipologia e tamanho das janelas, para atendimento dos requisitos de desempenho térmico, acústico, lumínico, funcionalidade e segurança na operação. Como exemplo, uma janela com duas folhas de vidro possui uma área de iluminação muito superior a uma janela com duas folhas de veneziana e uma folha de vidro bem como o desempenho térmico pode ser afetado pela janela com duas folhas de vidro;
- Em função da localização do empreendimento deve-se identificar a zona bioclimática e considerar o mapa das isopleias brasileiras e em função da altura do prédio; caso seja uma obra de apartamentos, especificar o desempenho acústico e lumínico esperado para as janelas do edifício, que fazem parte do sistema de vedações verticais;
- Escolher as cores da fachada, que serão decisivas para o atendimento ao requisito do desempenho térmico do edifício;

- Determinar a implantação do edifício no terreno que influenciará as questões de posicionamento das janelas e o desempenho térmico e lumínico da edificação.

O atendimento à Norma de Desempenho, até o ano de 2017, não precisava de comprovação a não ser que houvesse algum tipo de questionamento por parte de clientes, pois os agentes governamentais não exigiam a comprovação compulsória do atendimento da norma. De acordo com PBQPH (2018) o Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SIAC) integra o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e visa contribuir para a evolução da qualidade, produtividade e sustentabilidade no setor da construção civil.

A partir de 2017 o regimento do SIAC foi alterado, através da publicação da Portaria nº 13, em seis de janeiro de 2017. Esta portaria determina que as empresas certificadas no PBQPH tragam evidências de adequação dos seus projetos à Norma de Desempenho (ABNT NBR 15575:2013) durante as auditorias realizadas nestas empresas. Em 2018, houve nova alteração do regimento do SIAC e a partir de então as construtoras e incorporadoras que queiram se enquadrar no Padrão A do programa setorial do PBQPH, deverão também elaborar o Perfil de Desempenho da Edificação (PDE). Conforme Lima (2018) nas auditorias internas e externas do PBQPH, todas as evidências de atendimento da norma são verificadas. A união dos requisitos de usuários e os níveis de desempenho a serem atingidos, compõem a formação do PDE. O PDE é composto primordialmente por dois grandes grupos. O primeiro é o grupo de Projetos, onde estão considerados todos os projetos das diversas especialidades a serem utilizadas no empreendimento. No grupo de Projetos também foram considerados os consultores contratados para auxiliar no desenvolvimento dos projetos ou até mesmo diretamente no grupo Obras. O segundo grupo é composto pela Obra. Dentro do grupo Obra podem ser considerados mais dois subgrupos, quais sejam, o grupo de ensaios tecnológico e execução, com as seguintes subdivisões:

- a. Controle Tecnológico – neste subgrupo estão enquadrados todos os ensaios de controle tecnológico a serem desenvolvidos ou controlados durante a execução da obra. Desta maneira os ensaios podem ser divididos ainda conforme suas características:

- Ensaaios que serão apresentados pelos fornecedores de materiais, para atendimento das normas técnicas e/ou características técnicas dos produtos em atendimento à Norma de Desempenho. Para estes ensaios a construtora pode optar por aceitar os ensaios apresentados (considerando a qualidade dos laudos, os laboratórios responsáveis pelos laudos e também a idoneidade da empresa) ou ainda fazer os seus próprios ensaios para ratificar, ou não, aqueles apresentados pelos fornecedores. Podem ser enquadrados aqui, como exemplo, os ensaios característicos de revestimentos cerâmicos (resistência ao manchamento, resistência mecânica, dureza, PEI, coeficiente de atrito), ensaios de resistência ao fogo para as fitas intumescentes e ensaios de resistência ao fogo para portas corta fogo.

- Ensaaios que serão realizados nos materiais entregues na obra pelos fornecedores de materiais, para verificação do atendimento das Normas Técnicas para cada sistema. Estes materiais não podem ser ensaiados previamente à sua entrega na obra. Podem ser enquadrados neste grupo, como exemplo, os ensaios de concreto (resistência a compressão, slump test, módulo de elasticidade), os ensaios de blocos de concreto quando forem considerados estruturais (resistência a compressão, prisma oco, prisma cheio) e os ensaios de pressão de vento, manuseio e acústica em esquadrias de alumínio.

- Ensaaios que serão realizados para comprovação de atendimento de desempenho de sistemas prontos na obra. Podem ser enquadrados neste segmento, como exemplo, os ensaios de desempenho acústico para sistemas de piso (ensaio de impacto, de propagação de som aéreo), os ensaios de desempenho acústico para os sistemas de vedação vertical, ensaios de comprovação da pressão de trabalho em escadas de emergência com sistemas de pressurização, entre outros.

- Ensaaios que serão realizados para comprovação de atendimento a normas técnicas e Norma de Desempenho de serviços prestados no canteiro, isto é, depois que os serviços foram prestados em obras, avalia-se o desempenho destes sistemas em campo. Neste grupo estão, por exemplo, ensaios de prova de carga em estacas tipo hélice contínua, ensaios de monitoramento de recalque de fundações e ensaios de estanqueidade em sistemas sanitários.

- b. Execução - Neste subgrupo estão enquadrados todos os procedimentos da construtora para a execução dos diversos serviços dentro da obra bem como o monitoramento da execução e a comprovação da sua verificação. Estes procedimentos devem estar descritos nos programas de qualidade da empresa e visam garantir o atendimento dos requisitos da Norma de Desempenho na execução dos diversos serviços na obra. Neste item há um importante requisito voltado ao treinamento das equipes para controle da qualidade de produção e também na definição dos funcionários da administração da obra que farão as conferências dos serviços conforme forem executados. O objetivo deste subgrupo é garantir que o desempenho dos sistemas construtivos seja atendido pela correta execução dos serviços em obra, sempre em conformidade com as normas técnicas e os procedimentos de qualidade da construtora. Estão considerados neste grupo também todos os custos envolvidos na alteração de procedimentos de execução de obra que foram necessários para que os sistemas atendessem a determinados requisitos de desempenho especificados pela Norma de Desempenho. Estão listados neste item também todos os procedimentos a serem realizados pela construtora para que os serviços, materiais e equipamentos adquiridos para a obra atendam aos requisitos de desempenho ou às normas técnicas aplicáveis a cada sistema da obra. Cabe à área de suprimentos a qualificação dos fornecedores que irão atender à obra, a avaliação dos fornecedores durante o período da obra e ainda a formalização dos contratos com os fornecedores. A área de suprimentos deve também realizar as compras conforme especificações técnicas indicadas nos projetos executivos.

Uma etapa importante que permeia todo o processo de implantação da Norma de Desempenho em uma obra residencial é a caracterização das evidências de atendimento a cada item da norma. As evidências são constituídas por:

1. Projeto Legal;
2. Definição do nível de desempenho a ser atendido pelo empreendimento por parte do Incorporador;
3. Projetos executivos, com as indicações de atendimento dos critérios de desempenho da norma em projetos ou em memoriais;
4. Relatórios de conformidade de ensaios de materiais e componentes aplicados em obra;

5. Relatórios de conformidade de ensaios de desempenho de sistemas utilizados em obra;
6. Relatórios de conformidade de serviços realizados em obra;
7. Documentação de compra de materiais – qualificação, formalidade e legalidade de fornecedores;
8. Documentação de entrega de unidades e áreas comuns aos clientes e ao corpo diretivo do condomínio.

3 APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA ESTUDADA

A empresa alvo do estudo de caso, a partir daqui denominada Construtora, é uma construtora e incorporadora da cidade de São Paulo com cerca de quarenta e cinco anos de atuação no mercado imobiliário brasileiro. Durante os primeiros vinte e cinco anos de existência a construtora atuou principalmente com obras públicas residenciais e comerciais e nos últimos vinte anos passou a atuar também na área de incorporação imobiliária, especificamente com unidades residenciais de padrão econômico com destinação a Habitação de Interesse Social (HIS) e Habitação para Mercado Popular (HMP). Desde a sua fundação, a construtora construiu mais de 2,4 milhões de metros quadrados, com a entrega de mais de 290 empreendimentos.

Para efeito deste estudo de caso, todas as considerações apresentadas têm como base as seguintes premissas da empresa estudada:

1. a construtora executa as suas próprias obras;
2. a incorporadora atua no segmento econômico e executa obras enquadradas no programa Minha Casa Minha Vida;
3. os estudos sempre são baseados em empreendimentos residenciais econômicos, com prédios de apartamentos;
4. a operação da construtora tem características próprias de sua cultura, sendo que as atividades e processos, podem diferir em comparação a outras empresas do setor da construção civil.

Para o estudo de caso em questão, a incorporadora definiu o Nível de Desempenho do empreendimento como Nível Mínimo. O autor atua há cerca de oito anos como diretor técnico da empresa, sendo responsável pelas equipes de apoio às obras, pelo desenvolvimento das obras e assistência técnica.

3.2 O EMPREENDIMENTO

O presente estudo vai analisar uma obra residencial enquadrada no Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) do Governo Federal, enquadrado na faixa II. Conforme o relatório da CGU (2017, p. 07):

O Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), instituído pela Lei nº 11.977/09, tem como principal objetivo a redução do déficit habitacional ao criar mecanismos de incentivo à produção e aquisição de novas unidades habitacionais ou requalificação de imóveis urbanos e produção ou reforma de habitações rurais para famílias com renda mensal de até R\$ 4.650,00 ou dez salários mínimos.

O valor de R\$ 4.650,00 refere-se ao valor histórico quando da criação do programa em 2009. Conforme Caixa (2019), o beneficiário do programa precisa se enquadrar em uma das faixas, conforme a sua renda. Os juros do financiamento, o prazo para pagamento e o tipo de imóvel variam em função da renda do beneficiário. Ainda conforme Caixa (2019), o PMCMV abrange quatro faixas cujos valores estão divididos da seguinte forma:

1. Faixa 1 - renda até \$ 1.800,00
2. Faixa 1,5 - renda até R\$ 2.600,00
3. Faixa 2 - renda até R\$ 4.000,00
4. Faixa 3 - renda até R\$ 7.000,00

Conforme CGU (2017) o PMCMV financiou de 2009 até 2014, através de recursos advindos do FGTS (Fundo de Garantia por Tempo de Serviço) um total de 2.882.402 unidades habitacionais. Os recursos totais investidos pelo FGTS no PMCMV, faixas 2 e 3, superam os R\$ 280 bilhões neste período.

Conforme pode-se observar na Tabela 1, em seis anos do programa, foram financiadas cerca de dois milhões e novecentas mil unidades residenciais, enquadradas no programa Minha Casa Minha Vida. De acordo com a Caixa Econômica Federal, além das faixas de renda para financiamento, há ainda um valor teto do imóvel a ser financiado.

Tabela 1 — Aplicação Total de Recursos do FGTS para a Contratação de Unidades Habitacionais MCMV

PMCMV (FGTS)	Orçamento Aplicado	Unidades Financiadas
2009	R\$ 17,1 bilhões	385.752
2010	R\$ 30,8 bilhões	519.188
2011	R\$ 36,9 bilhões	493.234
2012	R\$ 41,7 bilhões	510.304
2013	R\$ 48 bilhões	494.191
2014	R\$ 51 bilhões	479.733
TOTAIS	R\$ 225,5 bilhões	2.882.402

Fonte: CGU (2017) – página 08

Conforme Resolução nº 904 (2018) do Conselho Curador do Fundo de Garantia, o valor do teto do imóvel enquadrado na faixa de renda 2 do Programa Minha Casa Minha Vida para a cidade de São Paulo é de R\$ 240 mil.

O impacto de custo em obras residenciais destinadas a famílias de baixa renda tende a ser maior do que o impacto em obras residenciais de padrão médio a alto, pois o valor por metro quadrado de venda dessas obras é sensivelmente maior do que o de obras de padrão econômico. Conforme Secovi (2018), os valores de venda do metro quadrado de área útil para os imóveis enquadrados no MCMV Faixa 2, possuem atualmente um limite de aproximadamente R\$ 5.500,00 conforme a data e a cidade de lançamento do empreendimento. Pelo Anuário do Mercado Imobiliário do Secovi (2017, p. 48),

o preço de venda foi preponderante nos lançamentos de 2017, principalmente na primeira faixa, que vai até R\$ 240 mil, por estar enquadrada no programa Minha Casa, Minha Vida. Das 28.657 unidades lançadas na cidade de São Paulo em 2017, aquelas com valores menores que R\$ 240 mil representaram 50,0% do total.

O preço médio de venda do metro quadrado em São Paulo para o ano de 2018, segundo Milanez (2018), está em R\$ 9.078,00. Assim, comparando-se o valor do metro quadrado de venda das unidades enquadradas na Faixa 2 do PMCMV que está em torno de R\$ 5.500,00 e o valor do metro quadrado de venda médio na cidade de São Paulo, que está em

torno de R\$ 9.078,00 pode-se inferir que o impacto da Norma de Desempenho será maior em unidades destinadas ao padrão econômico.

O presente trabalho trata da análise de caso de um empreendimento Residencial financiado pela Caixa Econômica Federal através do Programa Minha Casa Minha Vida, Faixa II.

Este empreendimento possui duas torres, Torre 1 e Torre 2. A torre 1 possui treze andares com doze apartamentos de dois dormitórios em cada pavimento e um décimo quarto pavimento com quatro apartamentos, totalizando 160 unidades. No térreo desta torre estão instaladas as áreas de vivência do condomínio, com salão de festas, lavanderia coletiva, academia e sala de administração. A Torre 2 possui nove pavimentos tipo com dez apartamentos por andar e outros quatro pavimentos tipo com quatro apartamentos por andar. O térreo desta torre possui ainda nove apartamentos e um hall social, totalizando 115 unidades. Ao todo são 275 apartamentos no empreendimento.

Existem duas tipologias de apartamentos, sendo que as unidades tipo de meio de torre, tipologia 01, possuem 33,70 metros quadrados e perfazem 183 apartamentos. As unidades de ponta, tipologia 02, possuem 36,70 metros quadrados e perfazem 92 apartamentos. Na figura 6 podem ser verificados os detalhes das duas tipologias.

Figura 4 — Vista das fachadas das Torres

Fonte: Construtora

Ambos os terrenos possuem áreas técnicas de centro de medição e sala técnica. A área construída total do empreendimento é de 14.401,52 metros quadrados. O terreno possui área de 2.405,70 metros quadrados. O empreendimento não possui subsolos e também não possui vagas de garagem, exceto por uma única unidade destinada ao atendimento de pessoas portadoras de deficiência.

As torres foram projetadas em estrutura reticulada de concreto armado e fechamento em alvenaria sem função estrutural. Apesar da altura relativamente baixa, em torno de catorze pavimentos, optou-se por utilizar o sistema de estrutura convencional de concreto e fechamento em alvenaria de vedação devido ao espaço exíguo do terreno.

Figura 5 — Vista da Implantação das Torres

Fonte: Construtora

A opção mais econômica provavelmente seria a de alvenaria estrutural, porém a implantação das duas torres em um terreno de pequenas dimensões ocupou praticamente toda a área do terreno, restando pouco espaço para a logística de obra. Some-se a isso o fato de que, conforme CET (2018) a obra está localizada em região de Restrição Máxima de Veículos de Carga, ou seja, somente podem circular caminhões de concreto e transporte de terra até as 16:00h e os demais caminhões somente podem circular entre as 21:00h e as 05:00h, durante a semana. Como o sistema de alvenaria estrutural demanda uma logística muito intensa, com partidas de resistência de blocos bem definidas e com diversas etapas de grauteamento e concretagens, optou-se por utilizar o sistema de estrutura convencional. Também não era possível a utilização de grua, pois o terreno é muito recortado e a lança do equipamento teria o seu giro passando as divisas do terreno, o que não foi aceito pela construtora, em função do risco que traria para os vizinhos.

Figura 6 — Plantas do apartamento - Tipologias 01 e 02

O empreendimento teve o seu projeto aprovado junto à Prefeitura Municipal de São Paulo e a todos os órgãos públicos, conforme legislação vigente e iniciou em 01/09/2017. O orçamento original da obra, base Janeiro de 2017, foi de R\$ 27.676.112,92 (vinte e sete milhões, seiscentos e setenta e seis mil, cento e doze Reais e noventa e dois centavos). Para que todos os valores tenham coerência de custo ao longo do tempo, o valor do orçamento e dos custos com a aplicação da Norma de Desempenho terá a mesma data base, de janeiro de 2017. Na Tabela 02 é apresentado o orçamento sintético da obra dividido em nove grupos de serviços.

3.3 ORÇAMENTO DA OBRA

3.3.1 Conceito de Custo de Obra

Conforme Cardoso (2019), custos são todos os gastos realizados para produzir um bem e disponibilizá-lo no mercado. Aplicando-se este conceito à construção civil, são os gastos necessários para realizar a obra, considerando a produção da mesma. Ainda de acordo com Cardoso (2019), valor é quanto o consumidor percebe do produto e dá a ele a disposição para pagar por este produto. Este conceito é subjetivo, posto que depende da utilidade, gosto e tem relação com a disponibilidade, região e momento para adquiri-lo.

De acordo com Mattos (2007) para o correto orçamento de uma obra, devem ser respeitadas as etapas de orçamentação. Todo orçamento deve ser baseado em um grupo de projetos executivos. Mattos (2007) divide o orçamento em doze etapas de orçamentação, conforme segue:

1. Leitura do Projeto e informações técnicas – neste fase todos os projetos disponíveis são estudados e as informações técnicas (quais ensaios tecnológicos deverão ser considerados na obra e qual o padrão dos acabamentos, por exemplo) que devem ser consideradas no empreendimento;
2. Leitura do Edital – quando aplicável a obras públicas ou concorrências particulares.
3. Visita Técnica – deve ser feita uma visita técnica ao local da obra, para verificar eventuais interferências que podem não estar explicitadas nos projetos, como por

exemplo uma restrição para descarga de material em virtude de uma rua de difícil acesso;

4. Identificação dos serviços - todos os serviços a serem realizados na obra devem ser identificados para evitar que o orçamento seja falho em função da falta de alguma consideração;
5. Levantamento de quantitativos – etapa onde todos os quantitativos de serviços e materiais constantes nos projetos e notas técnicas serão considerados;
6. Discriminação dos custos diretos – são os custos que ficam agregados à obra, também chamados custos variáveis. Estão relacionados a materiais (como concreto e aço), mão de obra (como pedreiros e carpinteiros envolvidos na produção) e equipamentos diretos utilizados na construção (como os elevadores definitivos e bombas hidráulicas);
7. Discriminação dos custos indiretos - são os custos necessários à execução da obra, porém não ficam incorporados à mesma. Neste grupo se enquadram os custos com a Mão de obra de administração do canteiro (como o engenheiro e o mestre de obras), equipamentos indiretos (como elevadores de obra e balancins);
8. Cotação de preços – esta fase consiste na coleta de preços de mercado para os diversos insumos da obra, tanto relacionados aos custos diretos quanto aos custos indiretos;
9. Definição de encargos sociais e trabalhistas – neste momento o construtor define os percentuais de encargos e sociais trabalhistas incidentes no custo da mão-de-obra;
10. Definição da lucratividade – fase em que o construtor determina a lucratividade que pretende ter com a obra;
11. Cálculo do BDI – o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) é um fator de majoração aplicado sobre os custos diretos e que representa o lucro e os custos indiretos, além dos impostos.
12. Desbalanceamento da Planilha – em algumas situações específicas há a necessidade de algumas considerações do orçamento sejam alteradas de forma a melhorar as condições de contrato no caso de uma concorrência de obra pública ou privada.

3.3.2 Método geral e da empresa

Para o caso em estudo, devem ser consideradas as premissas a seguir:

1. A construtora tem equipe própria de orçamentos e desenvolveu ao longo dos anos, composições de serviços para elaboração dos seus orçamentos de obra;
2. Não é feita concorrência externa com outras empresas construtoras para determinação do custo de obra;
3. O departamento de orçamentos da construtora tem planilhas de composição de serviços desenvolvidas internamente e que são utilizadas já há mais de vinte anos na formatação dos orçamentos da empresa e atualizadas regularmente;
4. O departamento de orçamentos faz visita ao terreno antes de iniciar a orçamentação da obra e mantém visitas regulares às obras para aferir se as quantidades levantadas na fase de orçamento estão se concretizando e se os valores dos insumos estão de acordo com os levantamentos;
5. Os orçamentos são fechados somente após a finalização de todos os projetos executivos da obra. A determinação da equipe indireta que fará parte da obra é feita pela gerência de obras e repassada ao departamento de orçamentação;
6. A determinação da especificação dos materiais de acabamento da obra é feita pela equipe técnica da construtora, que emite um memorial descritivo de acabamentos que deve ser seguido pela equipe de orçamentos, obras e suprimentos;
7. A cotação de preços de todos os insumos do orçamento é feita pelo departamento de orçamentos;
8. A fase de definição de BDI e lucratividade é definida pela diretoria da empresa e fará parte do fechamento final do empreendimento.

De acordo com o Acórdão 2.369/2011 do Tribunal de Contas da União (TCU), o Lucro ou Remuneração é um conceito econômico que pode ser descrito de diversas formas para apresentar uma remuneração alcançada em consequência do desenvolvimento de uma determinada atividade econômica. Neste mesmo acórdão, são apresentados alguns outros conceitos de lucro, por entidades representativas da indústria da construção civil. De acordo com Tisaka (2009) o Instituto de Engenharia define o lucro como a parcela destinada a remunerar o custo de oportunidade do capital aplicado, capacidade administrativa, gerencial e

tecnológica adquirida ao longo de anos de experiência no ramo, responsabilidade pela administração do contrato e condução da obra por estrutura organizacional da empresa e investimentos na formação profissional do seu pessoal e criar a capacidade de reinvestir no próprio negócio. De acordo com Mattos (2007), o lucro do ponto de vista contábil e de maneira muito simplificada é a diferença entre as receitas e as despesas e Lucratividade é um conceito que explicita a relação entre Lucro e Receita.

3.3.3 Orçamento da Obra

A seguir, na Tabela 02, é apresentado o orçamento original da obra, sem as considerações da Norma de Desempenho.

Tabela 2 — Orçamento Sintético Obra Estudo de Caso - Base Janeiro/2017

	CUSTO DE CONSTRUÇÃO	Unidade	Quantidade	Valor - R\$	Total (R\$)
1	FUNDAÇÕES				1.762.967,44
1.1	REDE DRENAGEM DEFINITIVA	vb	1,00	R\$ 44.047,80	R\$ 44.047,80
1.2	LOCAÇÃO DA OBRA	vb	1,00	R\$ 27.602,47	R\$ 27.602,47
1.3	TERRAPLENAGEM	m3	2.659,62	R\$ 45,32	R\$ 120.533,98
1.4	FUNDAÇÕES		2.659,62	R\$ 45,32	R\$ 1.570.783,20
1.4.1	Taludes	vb	1,00	R\$ 19.185,92	R\$ 19.185,92
1.4.2	Muros de Arrimo	m2	844,29	R\$ 135,26	R\$ 114.198,67
1.4.3	Canaletas	ml	546,10	R\$ 56,90	R\$ 31.073,09
1.4.4	Estaca Helice e Estacas Strauss	vb	1,00	R\$ 721.422,01	R\$ 721.422,01
1.4.5	Blocos de Fundação e Vigas Baldrame	m3	350,70	R\$ 1.689,30	R\$ 592.437,51
1.4.6	Provas de Carga	vb	4,00	R\$ 23.116,50	R\$ 92.466,00
2	SUPERESTRUTURA				R\$ 4.308.130,76
2.1	Concreto (MAT + MO)	m3	2.171,23	R\$ 985,00	R\$ 2.138.658,78
2.2	Aço (MAT + MO)	tn	259,89	R\$ 4.535,00	R\$ 1.178.601,86
2.3	Forma e Escoramento	vb	1,00	R\$ 646.219,62	R\$ 646.219,62
2.4	Diversos	vb	1,00	R\$ 344.650,50	R\$ 344.650,50
3	ALVENARIA				R\$ 1.564.419,71
3.1	Alvenaria - (MAT + MO)	m2	22735,01	R\$ 59,60	R\$ 1.355.006,41
3.2	Dry Wall	m2	1123,36	R\$ 89,60	R\$ 100.653,30
3.3	Complementos de Alvenaria	vb	1,00	R\$ 108.760,00	R\$ 108.760,00
4	ACABAMENTOS				R\$ 6.690.834,66
4.1	ESQUADRIAS DE MADEIRA				R\$ 459.375,88
4.1.1	Portas de madeira	unid	1.252,00	R\$ 288,81	R\$ 361.586,78
4.1.2	Ferragens	unid	1.252,00	R\$ 52,05	R\$ 65.161,10
4.1.3	Arremates	vb	1,00	R\$ 32.628,00	R\$ 32.628,00
4.2	ESQUADRIAS DE FERRO				R\$ 255.109,17
4.2.1	Gradis	vb	1,00	R\$ 107.076,72	R\$ 107.076,72
4.2.2	Corrimão	vb	1,00	R\$ 74.990,35	R\$ 74.990,35
4.2.3	Passarelas	vb	1,00	R\$ 73.042,10	R\$ 73.042,10
4.3	ESQUADRIAS DE ALUMINIO				R\$ 885.174,02
4.3.1	Esquadrias de aluminio	vb	1,00	R\$ 650.576,14	R\$ 650.576,14
4.3.2	Contramarcos	unid	917,00	55,01	R\$ 50.444,17
4.3.3	Instalação contramarcos e esquadrias	unid	917,00	106,09	R\$ 97.284,53
4.3.4	Vidros	vb	1,00	R\$ 86.869,18	R\$ 86.869,18
4.4	TELHADOS				R\$ 161.867,91
4.4.1	Telhados (MAT + MO)	vb	1,00	R\$ 115.576,16	R\$ 115.576,16
4.4.2	Rufos e calhas	vb	1,00	R\$ 46.291,75	R\$ 46.291,75

continua

CUSTO DE CONSTRUÇÃO		Unidade	Quantidade	Valor - R\$	Total (R\$)
4.5	IMPERMEABILIZAÇÃO / TRATAMENTOS				R\$ 269.361,62
4.5.1	Impermeabilização de áreas frias internas	m2	2.920,20	R\$ 30,50	R\$ 89.066,10
4.5.2	Impermeabilização de pequenas Lajes	m2	296,30	R\$ 105,20	R\$ 31.170,76
4.5.3	Impermeabilização de blocos e baldrame	m2	1.562,00	R\$ 23,90	R\$ 37.331,80
4.5.4	Impermeabilização calhas de cobertura	m2	513,23	R\$ 126,40	R\$ 64.872,27
4.5.5	Impermeabilização de piscina	m2	175,98	R\$ 59,40	R\$ 10.453,21
4.5.6	Impermeabilização Poços elevadores	m2	235,00	R\$ 34,25	R\$ 8.048,75
4.5.7	Impermeabilização de reservatórios inferior e superior	m2	525,30	R\$ 54,10	R\$ 28.418,73
4.6	REVESTIMENTOS DE PAREDES INTERNAS				R\$ 1.765.613,90
4.6.1	Gesso Liso (MAT + MO)	m2	28.251,00	R\$ 27,50	R\$ 776.902,50
4.6.2	Argamassa Industrializada (MAT + MO)	m2	13.520,00	R\$ 37,87	R\$ 512.002,40
4.6.3	Azulejo de parede (MAT + MO)	m2	7.860,00	60,65	R\$ 476.709,00
4.7	REVESTIMENTOS DE TETO				R\$ 358.102,78
4.7.1	Gesso Liso (MAT + MO)	m2	7.552,00	R\$ 27,50	R\$ 207.680,00
4.7.2	Forro de Gesso Acartonado (MAT + MO)	m2	986,00	R\$ 65,38	R\$ 64.464,68
4.7.3	Forro de Gesso em Placas (MAT + MO)	m2	2.235,00	R\$ 38,46	R\$ 85.958,10
4.8	REVESTIMENTOS DE PISOS (inclusive soleiras, baguetes etc)				R\$ 925.862,46
4.8.1	Contrapiso áreas quentes (MAT + MO)	m2	11.023,00	R\$ 40,32	R\$ 444.413,98
4.8.2	Contrapiso áreas frias (MAT + MO)	m2	4.250,00	R\$ 39,21	R\$ 166.655,24
4.8.3	Piso ceramico (MAT + MO)	m2	4.980,00	R\$ 63,21	R\$ 314.793,24
4.9	DIVISÓRIAS				R\$ 39.750,00
4.9.1	Divisórias Navais	vb	1,00	R\$ 26.700,00	R\$ 26.700,00
4.9.2	Divisórias cimentícias	vb	1,00	R\$ 13.050,00	R\$ 13.050,00
4.10	PINTURA INTERNA E EXTERNA				R\$ 1.116.811,73
4.10.1	Pintura pareses e teto interna (MAT + MO)	m2	48.253,00	R\$ 14,89	R\$ 718.601,01
4.10.2	Pintura portas internas (MAT+MO)	unid	3.820,30	R\$ 20,90	R\$ 79.856,40
4.10.3	Pinturas metalicas (MAT + MO)	vb	1,00	R\$ 29.875,80	R\$ 29.875,80
4.10.4	Caiacção áreas internas (MAT + MO)	m2	2.354,00	R\$ 9,59	R\$ 22.568,40
4.10.5	Pintura Tubulações Hidraulicas (MAT + MO)	vb	1,00	R\$ 18.652,40	R\$ 18.652,40
4.10.6	Pintura Fachada (MAT + MO)	m2	9.856,50	R\$ 22,51	R\$ 221.879,30
4.10.7	Pinturas Gradis (MAT + MO)	m2	526,90	R\$ 15,58	R\$ 8.210,50
4.10.8	Diversos	vb	1,00	R\$ 17.167,00	R\$ 17.167,92
4.11	LOUÇAS E METAIS				R\$ 279.190,67
4.11.1	Louças	vb	1,00	R\$ 113.802,77	R\$ 113.802,77
4.11.2	Metais	vb	1,00	R\$ 57.659,98	R\$ 57.659,98
4.11.3	Acessórios	vb	1,00	R\$ 107.727,92	R\$ 107.727,92
4.12	MÁRMORES E GRANITOS (Bancadas, Tampos e Aduelas)				R\$ 174.614,52
5	REVESTIMENTOS EXTERNOS (inclusive peitoris)				R\$ 1.004.738,31
5.1	Argamassa Industrializada de fachada (MAT + MO)	m2	9.309,70	R\$ 85,23	R\$ 793.432,35
5.2	Tratamento de frisos de fachada (MAT + MO)	vb	1,00	R\$ 30.139,15	R\$ 30.139,15
5.3	Peitoris (MAT + MO)	ml	1.250,30	R\$ 56,25	R\$ 70.324,68
5.4	Argamassa industrializada de Muros (MAT + MO)	m2	698,30	R\$ 72,41	R\$ 50.563,83
5.5	Arremates	vb	1,00	R\$ 60.278,30	R\$ 60.278,30

continuação

	CUSTO DE CONSTRUÇÃO	Unidade	Quantidade	Valor - R\$	Total (R\$)
6	INSTALAÇÕES				R\$ 4.276.673,13
6.1	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS				R\$ 2.396.910,90
6.1.1	Empreitada Instalações Elétricas	vb	1,00	R\$ 2.083.279,47	R\$ 2.083.279,47
6.1.2	Apoio de Mão de Obra para instalações Elétricas	vb	1,00	R\$ 109.784,52	R\$ 109.784,52
6.1.3	Iluminação Interna	vb	1,00	R\$ 54.380,00	R\$ 54.380,00
6.1.4	Iluminação Externa	vb	1,00	R\$ 27.516,28	R\$ 27.516,28
6.1.5	Sistemas de TV	vb	1,00	R\$ 58.869,56	R\$ 58.869,56
6.1.6	Interfonia	vb	1,00	R\$ 52.205,07	R\$ 52.205,07
6.1.7	Sistema Pára Raio	vb	1,00	R\$ 10.876,00	R\$ 10.876,00
6.2	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS				R\$ 1.879.762,23
6.2.1	Empreitada Instalações Hidráulicas (MAT + MO)	vb	1,00	R\$ 1.661.347,81	R\$ 1.661.347,81
6.2.3	Apoio de Mão de Obra para Instalações Hidráulicas	vb	1,00	R\$ 150.830,96	R\$ 150.830,96
6.2.5	Carenagens plásticas	vb	1,00	R\$ 13.083,39	R\$ 13.083,39
6.2.6	Equipamentos de Incendio - (MAT + MO)	vb	1,00	R\$ 47.854,40	R\$ 47.854,40
6.2.7	Fire Stop	vb	1,00	R\$ 6.645,67	R\$ 6.645,67
7	EQUIPAMENTOS MECÂNICOS				R\$ 1.110.132,89
7.1	Elevadores	unid	4,00	R\$ 203.653,10	R\$ 814.612,40
7.2	Manutenção Elevadores	mês	24,00	R\$ 2.297,46	R\$ 55.139,14
7.3	Pressurização Escada	vb	1,00	R\$ 57.099,00	R\$ 57.099,00
7.4	Exaustão	vb	1,00	R\$ 101.929,87	R\$ 101.929,87
7.5	Detecção Fumaça	vb	1,00	R\$ 74.283,08	R\$ 74.283,08
7.6	Ar Condicionado áreas comuns	vb	1,00	R\$ 7.069,40	R\$ 7.069,40
8	PAISAGISMO E LIMPEZA				R\$ 365.581,83
8.1	Limpeza final de obra	vb	1,00	123.466,42	R\$ 123.466,42
8.2	Comunicação visual de entrega	vb	1,00	46.892,10	R\$ 46.892,10
8.4	Churrasqueira / Forno Pizza	vb	1,00	8.178,75	R\$ 8.178,75
8.5	Quadra	vb	1,00	37.543,95	R\$ 37.543,95
8.6	Playground	vb	1,00	19.926,14	R\$ 19.926,14
8.7	Pisos Externos	m2	469,50	181,90	R\$ 85.404,12
8.8	Paisagismo	vb	1,00	44.170,35	R\$ 44.170,35
9	INDIRETOS				6.592.634,18
9.1	Equipe	mês	24,00	R\$ 143.164,29	R\$ 3.435.942,96
9.2	Ligações de energia, água e esgoto	vb	1,00	R\$ 104.702,02	R\$ 104.702,02
9.3	Vigilância terceirizada de obra	mês	24,00	R\$ 16.298,15	R\$ 391.155,60
9.4	Equipamentos locados	mês	24,00	R\$ 11.827,65	R\$ 283.863,60
9.5	Canteiro	vb	1,00	R\$ 360.557,53	R\$ 360.557,53
9.6	Consultorias Externas	vb	1,00	R\$ 282.210,45	R\$ 282.210,45
9.7	Equipamentos de Proteção	mês	24,00	R\$ 13.502,21	R\$ 324.053,04
9.8	Programa de Qualidade	mês	24,00	R\$ 5.442,08	R\$ 130.609,92
9.9	Remoção de Entulhos	mês	24,00	R\$ 15.349,30	R\$ 368.383,20
9.10	Seguros	vb	1,00	R\$ 76.892,38	R\$ 76.892,38
9.11	Projetos	vb	1,00	R\$ 823.790,00	R\$ 823.790,00
9.12	Diversos	vb	1,00	R\$ 10.473,48	R\$ 10.473,48
CUSTO DE CONSTRUÇÃO TOTAL		R\$ 27.676.112,92			

Fonte: Construtora

4 IMPACTOS DE CUSTO DA NORMA

A seguir serão apresentadas as diferenças de custo do orçamento original e do orçamento real em função da implantação da Norma de Desempenho no empreendimento, divididos pelos grupos definidos pelo PDE – Perfil de Desempenho da Edificação. Com todas essas mudanças e quebras de paradigmas na forma de projetar e construir, qual é o impacto de custo esperado em uma obra residencial para atendimento da Norma de Desempenho?

As mudanças ocorridas nas obras residenciais em decorrência da implantação da Norma de Desempenho trouxeram custos, sendo alguns de origem direta, ou seja, são custos que têm como origem definições explícitas de desempenho de determinados sistemas e que não estavam descritos em outras normas técnicas. Um exemplo de custo direto da Norma de Desempenho é a definição de características de desempenho acústico para o sistema de pisos. Estas características de desempenho não eram previstas em nenhuma outra norma e começaram a ser utilizadas a partir da publicação da Norma de Desempenho.

Por outro lado, a Norma de Desempenho trouxe luz a algumas exigências que se encontravam em outras normas técnicas brasileiras e que não vinham sendo utilizadas pelas construtoras de maneira sistemática. Um exemplo desta situação é a dupla checagem de projetos estruturais definidas pela NBR 6118 (Norma de Projeto de Estrutura de Concreto). A NBR 6118 preconiza que um projeto estrutural executado por um determinado projetista deve ter uma checagem por outro projetista estrutural. Esta avaliação de conformidade de projeto, embora já prevista em norma técnica anterior à Norma de Desempenho, vinha sendo executada pela construtora alvo do estudo somente em casos de projetos de grande porte e/ou grande complexidade. Assim, pode-se considerar que este procedimento, e o consequente aumento de custo, resultou da necessidade de demonstração de evidências da implantação da Norma de Desempenho, podendo ser utilizado como exemplo de um custo indireto da Norma.

4.1 QUANTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS DE CUSTO

4.1.1 Grupo Projetos

Neste item serão apresentados os custos incorridos no empreendimento com o Grupo Projetos em função da implantação da Norma de Desempenho e que não eram utilizados antes da implantação da norma. Considerando todos os custos envolvidos neste item, o incremento

de custo para o grupo Projetos é de R\$ 95.300,00 conforme apresentado na tabela 3. Para todos os itens deste grupo, as contratações são feitas por empreendimento, isto é, nenhum dos estudos poderá ser aproveitado em outra obra. O que se pode considerar é que há um ganho de aprendizado a cada obra entregue, mas considerando que cada empreendimento possui características próprias, estas contratações serão sempre necessárias.

Tabela 3 — Orçamento Sintético de Custos – Grupo Projetos

Grupo Projetos									
Grupo Projetos		Unidade Contratação	Quantidade	Custo Orçamento Revisado com Norma Desempenho		Custo Projeto Original sem Norma Desempenho		Diferença Total	
				Unitário	Total	Unitário	Total	R\$	%
1	Consultoria Plano de Desempenho da Obra	vb	1,00	R\$ 15.200,00	R\$ 15.200,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 15.200,00	*
2	Consultoria Classificação de Ruído do Entorno	vb	1,00	R\$ 8.500,00	R\$ 8.500,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 8.500,00	*
3	Consultoria Desempenho Acústico	vb	1,00	R\$ 14.500,00	R\$ 14.500,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 14.500,00	*
4	Consultoria Térmica e Luminica	vb	1,00	R\$ 7.800,00	R\$ 7.800,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 7.800,00	*
5	Consultoria Validação Projeto Estrutural	vb	1,00	R\$ 32.500,00	R\$ 32.500,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 32.500,00	*
6	Consultoria Projetos Janelas	vb	1,00	R\$ 4.500,00	R\$ 4.500,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 4.500,00	*
7	Consultoria Manual Proprietário e Áreas Comuns	vb	1,00	R\$ 10.500,00	R\$ 10.500,00	R\$ 8.200,00	R\$ 8.200,00	R\$ 2.300,00	28%
8	Consultoria Esquadrias Metálicas - Guarda Corpo	vb	1,00	R\$ 4.500,00	R\$ 4.500,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 4.500,00	*
9	Projeto de Telhados	vb	1,00	R\$ 5.500,00	R\$ 5.500,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 5.500,00	*
Total Grupo Projetos				R\$	103.500,00	R\$	8.200,00	R\$ 95.300,00	1162%

Fonte: Autor

A contratação das consultorias técnicas e dos projetos pela construtora segue as seguintes premissas, que são adotadas pelo departamento de projetos da construtora:

1. validação técnica e financeira dos fornecedores aptos a prestar serviços técnicos de projetos e consultorias técnicas;
2. avaliação dos projetistas e consultorias que já prestam serviços à construtora anteriormente. No caso de novos fornecedores, é realizada visita técnica ao escritório de projetos e tomada de referências junto ao mercado;
3. após as etapas acima descritas, montagem de lista dos fornecedores aptos a prestar os serviços a serem orçados;
4. as cartas convites são enviadas aos projetistas com prazo para retorno com as propostas;
5. de posse das propostas, o departamento de projetos monta um mapa de concorrência, com no mínimo três propostas, analisa as propostas e em

conjunto com a diretoria técnica faz a escolha do projetista escolhido para negociação final e contratação;

6. fechado o serviço com o projetista, é emitido um contrato de prestação de serviços assinado pelas partes, emitido um cronograma de entrega das etapas de serviço e o projetista é liberado para a execução do serviço contratado.

Para os projetos, a construtora trabalha com um parâmetro de custo por metro quadrado histórico de projetos e consultorias e o orçamento da obra é abastecido pelo departamento de projetos que define, com base neste histórico de fechamentos e pela tipologia da obra, o valor máximo de projetos e consultorias a ser utilizado pelo departamento de projetos. Este procedimento foi seguido para todos os projetos e consultorias contratados para a obra do estudo de caso.

4.1.1.1 Consultoria Perfil de Desempenho da Edificação

O departamento de projetos da construtora fez a contratação de uma consultoria externa para desenvolver o Perfil de Desempenho da Edificação (PDE), conforme definição da diretoria da empresa. A necessidade da contratação desta consultoria externa se deu pelo grande número de verificações a serem realizadas em projeto e que não conseguiriam ser realizadas pela equipe interna de projetos da construtora tendo em vista o número de obras em andamento na empresa. O PDE consiste em uma avaliação criteriosa de todos os requisitos da Norma de Desempenho e sua aplicação em cada etapa do empreendimento. A contratação deste serviço é essencial para a implantação da Norma de Desempenho, sendo de grande valia dentro do processo da construtora. Este serviço não era contratado antes da Norma de Desempenho e, portanto, será considerado integralmente no novo custo da obra. O custo total da contratação da consultoria para desenvolvimento do Perfil de Desempenho da Edificação foi de R\$ 15.200,00.

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho.

4.1.1.2 Consultoria Classificação de Ruído do Empreendimento

Foi contratada, ainda durante a execução dos projetos legais, uma empresa de consultoria externa para determinar a classe de ruído do local em que está localizado o empreendimento, conforme capítulo 4 da Norma de Desempenho. Este estudo faz a caracterização do empreendimento quanto à classe de ruído em que ele está inserido. A partir desta caracterização, será definida a exigência de conforto acústico para especificação do sistema de fachada a ser adotado para a obra. Como já explicitado neste texto, a responsabilidade da construtora é limitada às condições existentes à época da elaboração do projeto. Essa caracterização prévia traz segurança à incorporadora caso alguma característica do entorno do empreendimento seja alterada ao longo do tempo, trazendo, com isto, uma mudança da sua classe de ruído, como por exemplo, a construção de uma via de grande tráfego ao redor do empreendimento. Após a contratação de uma consultoria de desempenho acústico, pelos estudos realizados ficou definido que o empreendimento se situa em uma região de classe de ruído de Entorno I. Na figura 07 pode ser observado o resultado da classificação de ruído do empreendimento. Neste detalhe pode-se observar os valores máximos dos Níveis de Pressão Sonora Contínuos Equivalentes, $L_{Aeq,T}$, em dB das fachadas das torres A e B, fazendo-se um corte a 35 metros de altura. Estes valores são resultado da coleta dos índices de ruído em campo e simulação computacional dos valores para se definir a classe de ruído do empreendimento.

Figura 7 — Classe de Ruído do empreendimento

Fonte: Construtora

Esta classificação de ruído irá influenciar as definições de projeto das especialidades de vedações, estrutura, telhados e janelas. Este serviço não era contratado antes da Norma de Desempenho e, portanto, será considerado integralmente no novo custo da obra. A classificação de ruído indicou que o empreendimento se encontra em zona de ruído Classe I, ou seja, o sistema de fachadas deve garantir uma redução de ruído para a parte interna de 20 decibéis. A tabela 17 da parte 4 da Norma de Desempenho estabelece os valores mínimos de diferença padronizada de nível ponderada $D_{2m,nT,w}$ da vedação externa de dormitório conforme a Classe de ruído do empreendimento. A Classe I refere-se a habitações localizadas distantes de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas e o ruído interno deve ser ter uma diferença mínima (internamente deve ser menor) de 20 decibéis, para a parte externa da edificação. A Classe II refere-se a habitações que se encontram em uma condição intermediária entre as Classes I e III e o ruído interno deve ser ter uma diferença mínima de 25 decibéis, para a parte externa da edificação. A Classe III refere-se a habitações sujeitas a ruídos intensos de meios de transporte e outras naturezas, desde que estejam de acordo com a legislação local e o ruído interno deve ser ter uma diferença mínima de 30 decibéis, para a parte externa da edificação.

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho.

4.1.1.3 Consultoria Desempenho Acústico

Em atendimento à Norma de Desempenho, vários sistemas do edifício precisam atender a determinados desempenhos acústicos, sendo necessária a verificação prévia destes sistemas, para orientar os projetos executivos, as áreas de suprimentos, qualidade e execução de obras. O atendimento deste item refere-se ao Requisito 12 – Desempenho Acústico - da Norma de Desempenho. Nesta consultoria são verificados, através de simulação computacional, o atendimento aos requisitos conforme Tabela 4:

Tabela 4 — Atendimento Requisitos de Desempenho Acústico

Requisito 12 -- Desempenho Acustico		
Requisito	Parte da Norma	Item verificado
12.2.1	1	Isolação acústica de vedações externas
12.3.1	1	Isolação acústica entre ambientes
12.4.1	1	Ruído de Impactos
12.3.1	3	Níveis de Ruído Permitidos na Habitação
12.3.2	3	Isolamento de Ruído aéreo no sistema de piso entre unidades habitacionais
12.3.1	4	Níveis de Ruído Permitidos na Habitação
12.3.2	4	Níveis de Ruído Permitidos na Habitação
12.3.1	5	Isolamento Acústico da Cobertura devido a sons aéreos
12.4.1	5	Nível de ruído de impacto nas coberturas acessíveis de uso coletivo

Fonte: Autor

Nesta consultoria são avaliados, por exemplo, o sistema de piso entre unidades habitacionais e de acordo com as orientações da simulação acústica podem ser definidas a espessura mínima da laje, a espessura mínima do contrapiso e se há a necessidade de utilização de algum isolante acústico para atender o requisito de ruído de impacto e ruído aéreo no piso, conforme determinado pela incorporadora. O autor considera a contratação desta simulação computacional de fundamental importância para o desenvolvimento dos

projetos e também para auxiliar nas definições das considerações a serem adotadas em obra. Para cada um dos itens citados na tabela 04 há a necessidade de verificação através da simulação acústica e posteriormente, é feito ensaio sistêmico em campo, após a finalização das obras, para verificar se os resultados estão dentro do projetado. As definições tomadas a partir desta simulação tem uma importância muito grande dentro da obra, pois a sua verificação somente é possível após a finalização da obra. A utilização de protótipos para verificar o desempenho dos sistemas antes de sua efetiva construção não é factível, devido ao grande custo envolvido.

Para avaliação do desempenho acústico dos sistemas, existem os índices de laboratório (por exemplo, R_w e L_{nw}) e os índices de campo (por exemplo, $L'_{nT,w}$, $D_{nT,w}$ e $D_{2m,nT,w}$). Os índices de laboratório devem ser fornecidos pelos fabricantes de materiais e serão utilizados como elementos de entrada na simulação computacional para o cálculo de desempenho em campo dos sistemas. Os índices de campo servem para avaliar o desempenho acústico dos sistemas já construídos, em condições de entrega para os clientes finais, sendo esta a premissa que a Norma de Desempenho determina para as construções.

A Norma de Desempenho indica que devem ser avaliados dois tipos de ruídos nas edificações, ruídos aéreos e ruídos de piso.

1. Ruído aéreo

Ruído aéreo é o ruído oriundo de aparelhos sonoros, televisão, conversas entre as pessoas entre outros e que é propagado pelo ar. Para se estimar o isolamento acústico a ruído aéreo são utilizados o índice de laboratório R_w e os índices de campo $D_{nT,w}$ (que avalia as paredes internas e os sistemas de piso entre as unidades habitacionais) e $D_{2m,nT,w}$ (que avalia as fachadas). Estes índices tratam de diferença de níveis, então quanto maior o valor, maior o isolamento acústico e melhor o desempenho do sistema. A simulação acústica também avaliou os requisitos de desempenho acústico para ruído aéreo entre ambientes. Foram avaliadas nesta simulação:

a) Ruído aéreo em paredes contíguas de dormitórios de unidades habitacionais diferentes

Conforme tabela 18 item 12.3.2.2 Parte 4 da Norma de Desempenho, o nível mínimo de desempenho esperado para a diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes

$D_{nT,w}$ para paredes entre dormitórios de unidades habitacionais autônomas, considerando o sistema, é de 45 dB. A premissa inicial de projeto para paredes contíguas de unidades autônomas era de um sistema composto por:

- alvenaria em bloco de concreto de vedação com largura de 19 cm assentados com argamassa industrializada de cimento e areia com preenchimento de argamassa nos encontros verticais e horizontais de blocos;
- argamassa industrializada de cimento e areia para revestimento das paredes com espessura de 1,50 cm no primeiro e ultimo andar e revestimento em gesso liso com espessura de 1,00 cm para os demais andares;
- fixação da alvenaria com argamassa industrializada com espessura média de 2,50 cm.

O sistema da premissa de projetos atingiu na simulação computacional o valor de $D_{nT,w}$ de 45 dB, ficando no limite do valor mínimo esperado. A consultoria acústica indicou uma margem de erro nas simulações de 2 dB para mais ou para menos, em relação ao valor informado. A construtora optou por estudar outra configuração para o sistema de vedações verticais internas entre unidades autônomas com a presença dos dormitórios, para evitar futuros problemas com o desempenho acústico nos dormitórios, região considerada mais sensível em todo o empreendimento pela construtora. A partir desta informação, foram feitas varias simulações com opções diversas de sistema, conforme tabela 05.

Tabela 5 — Simulações de sistemas de paredes contíguas de dormitórios entre unidades residenciais

Item	Sistema	$D_{nT,w}$
1	Parede bloco concreto Classe C espessura 19 cm + Argamassa industrializada de revestimento com espessura de 2,50 cm	49 dB
2	Parede bloco concreto Classe C espessura 19 cm + Argamassa industrializada de revestimento com espessura de 1,50 cm + preenchimento dos blocos com graute de cimento e areia	51 dB
3	Parede bloco concreto Classe B (estrutural) espessura 19 cm + Argamassa industrializada de revestimento com espessura de 1,50 cm	48 dB
4	Parede em dry wall com espessura total de 12,50cm + revestimento interno de lã de rocha ou lã de vidro	50 dB
5	Parede bloco concreto Classe C espessura 19 cm + Gesso liso de revestimento com espessura de 7 mm	45 dB

Fonte: Construtora

Para os sistemas simulados foram feitos estudos de custo para execução e também foi considerado o sistema que trazia maior segurança para a execução. O sistema que apresentou uma boa segurança com relação aos índices de pressão sonora e também com relação ao custo é o sistema 01, que considera a utilização de parede com bloco concreto de vedação com espessura 19 cm mais argamassa industrializada de revestimento nos dois lados da parede com espessura de 2,50 cm em todos os andares. Os ensaios de campo pós-execução da obra atestaram o desempenho de sistemas de parede contíguas entre dormitórios com o $D_{nT,w}$ igual a 48 dB, com a diferença de 1dB para o valor apontado na simulação acústica.

- b) Ruído aéreo em paredes contíguas de dormitórios com áreas comuns de transito eventual

Aqui existem quatro situações para estudo, paredes contíguas de dormitórios com a escada, com o poço de elevadores, com a sala técnica do andar e com o hall de circulação dos elevadores. Conforme tabela 18 item 12.3.2.2 Parte 4 da Norma de Desempenho, o nível mínimo de desempenho esperado para a diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes $D_{nT,w}$ para paredes entre dormitórios de unidades habitacionais e áreas comuns de transito eventual, considerando o sistema, é de 40 dB. A premissa inicial de projeto para paredes de dormitórios com áreas comuns era de um sistema composto por:

- alvenaria em bloco de concreto de vedação com largura de 14cm assentados com argamassa industrializada de cimento e areia com preenchimento de argamassa nos encontros verticais e horizontais de blocos;
- argamassa industrializada de cimento e areia para revestimento das paredes com espessura de 1,50 cm no primeiro e ultimo andar e revestimento em gesso liso com espessura de 1,00 cm para os demais andares;
- fixação da alvenaria com argamassa industrializada com espessura média de 2,50 cm.

Para todas as simulações, o valor mínimo de 40 dB para $D_{nT,w}$ foi alcançado com a premissa original.

c) Ruído aéreo para paredes entre unidades habitacionais onde não existam dormitórios

Conforme tabela 18 item 12.3.2.2 Parte 4 da Norma de Desempenho, o nível mínimo de desempenho esperado para a diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes $D_{nT,w}$ para paredes entre paredes entre unidades habitacionais (sem a presença de dormitórios) e áreas comuns, considerando o sistema, é de 40 dB. A premissa inicial de projeto para paredes de dormitórios com áreas comuns era de um sistema composto por:

- alvenaria em bloco de concreto de vedação com largura de 14 cm assentados com argamassa industrializada de cimento e areia com preenchimento de argamassa nos encontros verticais e horizontais de blocos;
- argamassa industrializada de cimento e areia para revestimento das paredes com espessura de 1,50 cm no primeiro e ultimo andar e revestimento em gesso liso com espessura de 1,00 cm para os demais andares;

- fixação da alvenaria com argamassa industrializada com espessura média de 2,50 cm.

Para todas as simulações, o valor mínimo de 40 dB para $D_{nT,w}$ foi alcançado com a premissa original.

- d) Ruído aéreo para paredes cegas de salas e cozinhas entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual

Conforme tabela 18 item 12.3.2.2 Parte 4 da Norma de Desempenho, o nível mínimo de desempenho esperado para a diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes $D_{nT,w}$ para paredes entre unidades habitacionais (sem dormitórios) e áreas comuns, considerando o sistema, é de 30 dB. A premissa inicial de projeto para paredes de dormitórios com áreas comuns era de um sistema composto por:

- alvenaria em bloco de concreto de vedação com largura de 14 cm assentados com argamassa industrializada de cimento e areia com preenchimento de argamassa nos encontros verticais e horizontais de blocos;
- argamassa industrializada de cimento e areia para revestimento das paredes com espessura de 1,50 cm no primeiro e último andar e revestimento em gesso liso com espessura de 1,00 cm para os demais andares;
- fixação da alvenaria com argamassa industrializada com espessura média de 2,50 cm.

Para todas as simulações, o valor mínimo de 30 dB para $D_{nT,w}$ foi alcançado com a premissa original.

- e) Ruído aéreo para sistemas de fachada

Conforme tabela 17 item 12.3.1.2 Parte 4 da Norma de Desempenho, o nível mínimo de desempenho esperado para a diferença padronizada de nível ponderada $D_{2m,nT,w}$ para paredes de vedação externa dos dormitórios deve ser maior ou igual a 20 dB, considerando que a obra está inserida em zona de ruído Classe I. A premissa inicial de projeto para o sistema de fachadas na região dos dormitórios pode ser descrito da seguinte maneira:

- alvenaria em bloco de concreto de vedação com largura de 14 cm assentados com argamassa industrializada de cimento e areia com preenchimento de argamassa nos encontros verticais e horizontais de blocos;
- Argamassa industrializada de cimento e areia para revestimento interno das paredes com espessura de 1,50 cm no primeiro e ultimo andar e revestimento em gesso liso com espessura de 1,00 cm para os demais andares;
- fixação da alvenaria com argamassa industrializada com espessura média de 2,50cm;
- chapisco industrializado de cimento e areia mais argamassa industrializada de cimento e areia para revestimento externo das paredes com espessura média de 3,50 cm;
- pintura com Textura acrílica na espessura média de 3 mm;
- janelas de alumínio nas dimensões de 1,2 m por 1,20 m com uma folha de vidro com espessura de 4 mm e duas folhas de veneziana de alumínio.

A simulação indicou que este sistema seria suficiente para atender à Norma de Desempenho no nível mínimo de desempenho desde que a janelas atendessem a um valor mínimo de redução de pressão sonora de 20 dB de desempenho. Para tanto houve a necessidade de contratação de estudos específicos para estas janelas que serão tratados em outro item da presente dissertação. Ao fim do estudo, houve a necessidade de alteração das janelas de dormitório dos apartamentos para um janela com duas folhas de vidro, com R_w mínimo de 20 dB.

f) Ruído aéreo para o sistema de cobertura sobre unidades habitacionais

Conforme tabela 17 item 12.3.1.2 Parte 4 da Norma de Desempenho, o nível mínimo de desempenho esperado para a diferença padronizada de nível ponderada $D_{2m,nT,w}$ para sistemas de cobertura deve ser maior ou igual a 20 dB, considerando que a obra está inserida em zona de ruído Classe I. A premissa inicial de projeto para o sistema de cobertura pode ser descrito da seguinte maneira:

- laje em concreto armado com espessura de 12cm;
- argamassa industrializada de cimento e areia para contrapiso sob o telhado com espessura de 4 cm;
- estrutura do telhado em madeira com telhas de fibrocimento de 10 mm.

A simulação indicou que este sistema seria suficiente para atender à Norma de Desempenho no requisito com nível mínimo de isolamento sonora, desde que as janelas atendessem a um valor mínimo de redução de pressão sonora R_w de 20 dB.

- g) Ruído aéreo para sistemas de piso entre unidades habitacionais com a presença de pelo menos um dormitório

Conforme tabela 7 item 12.3.2.2 Parte 3 da Norma de Desempenho, o nível mínimo de desempenho esperado para a diferença padronizada de nível ponderada $D_{2m,n}T_{w}$ para sistemas de piso entre unidades habitacionais com a presença de pelo menos um dormitório deve ser maior ou igual a 45 dB. A premissa inicial de projeto para o sistema de cobertura pode ser descrito da seguinte maneira:

- Laje em concreto armado com espessura de 11cm;
- Argamassa industrializada de cimento e areia para contrapiso com espessura de 4 cm.

A simulação indicou que este sistema seria suficiente para atender à Norma de Desempenho no quesito mínimo de desempenho.

- h) Ruído aéreo para sistemas de piso separando unidades habitacionais de áreas comuns de trânsito eventual

Conforme tabela 7 item 12.3.2.2 Parte 3 da Norma de Desempenho, o nível mínimo de desempenho esperado para a diferença padronizada de nível ponderada $D_{2m,n}T_{w}$ para sistemas de piso entre unidades habitacionais com a presença de pelo menos um dormitório deve ser maior ou igual a 40 dB. A premissa inicial de projeto para o sistema de cobertura pode ser descrito da seguinte maneira:

- laje em concreto armado com espessura de 11 cm;
- argamassa industrializada de cimento e areia para contrapiso com espessura de 4 cm.

A simulação indicou que este sistema seria suficiente para atender à Norma de Desempenho no quesito mínimo de desempenho.

2. Ruído de impacto

Ruído de impacto é o ruído proveniente de agentes diversos nos sistemas de piso, como uma pessoa andando de salto, um objeto caindo no chão, entre outros. Para estimar o isolamento acústico a ruído de impacto são utilizados os índices de laboratório $L_{n,w}$ e Δ_{Lw} e o índice de campo $L'_{nT,w}$.

O nível de ruído de impacto em sistemas de piso entre as unidades habitacionais deve ser avaliado nos dormitórios das unidades habitacionais. A simulação computacional indicou que na condição original de projeto o nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado $L'_{nT,w}$ ficou em 80 dB, enquanto que a Norma de Desempenho prescreve, para o nível mínimo de atendimento, a pressão sonora de impacto padrão entre 66 dB e 80 dB. O sistema de piso considerado ainda na fase de projetos foi:

- laje de concreto armado com espessura de 11 cm;
- argamassa industrializada de cimento e areia para contrapiso com espessura de 4 cm.

Para esta consideração, o resultado de 80 dB foi aceitável, mas qual seria o comportamento deste sistema em campo, após a sua construção? A consultoria contratada para a simulação computacional de desempenho acústico indicou uma margem de erro de ± 2 dB. Poderiam ainda ocorrer outros problemas em obra, como pequenas variações na espessura do contrapiso, que poderiam afetar os resultados, variações estas que podem ser consideradas aceitáveis em razão da técnica construtiva adotada. A construtora optou por estudar alternativas para o sistema de piso, que podem ser melhor explicitadas na tabela 06.

Tabela 6 — Estudos de Sistemas de Piso

Item	Sistema	$L'_{nT,w}$
1	Laje em Concreto Armado espessura 11 cm + Contrapiso de argamassa espessura 4 cm	80 dB
2	Laje em Concreto Armado espessura 12 cm + Contrapiso de argamassa espessura 4 cm	81 dB
3	Laje em Concreto Armado espessura 11 cm + Contrapiso de argamassa espessura 4 cm + Manta acústica base poliéster espessura 4 mm	76 dB
4	Laje em Concreto Armado espessura 11 cm + Contrapiso de argamassa espessura 4 cm + Manta acústica base polipropileno espessura 4 mm	77 dB

Fonte: Construtora

Para os sistemas simulados foram feitos estudos de custo para execução e também foi considerado o sistema que trazia maior segurança para a execução. O sistema que apresentou a maior segurança com relação aos índices de pressão sonora e também com relação ao custo é o sistema 03, que considera a laje em concreto armado com espessura de 11 cm mais o contrapiso de argamassa com espessura 4 cm mais uma manta acústica base poliéster com espessura de 4mm a ser utilizada nos dois dormitórios dos apartamentos. A definição desta manta acústica dispendeu um grande tempo da equipe de suprimentos em parceria com as equipes de projetos e de qualidade da empresa. Foram feitas reuniões com diversos fornecedores que apresentaram ensaios com as características técnicas de seus materiais. Após o exame de diversos fornecedores os ensaios com as características técnicas dos materiais foram repassados à empresa de consultoria de simulação acústica que fez a simulação dos sistemas. Após as simulações optou-se por um determinado fornecedor para a definição do sistema a ser utilizado. É importante considerar que uma vez que os sistemas utilizados em obra já estejam executados em campo, o seu refazimento em função de um não atendimento ao requisito de desempenho acústico traz um custo muito grande, que não poderia ser

suportado pelo empreendimento. A decisão de qual sistema utilizar é de extrema importância. Os ensaios de campo pós execução da obra confirmaram o desempenho de sistemas de piso conforme simulação acústica, com a diferença de apenas 1 dB para menos. O sistema de piso utilizado apresentou nível de pressão sonora igual a 77 dB, estando, portanto dentro do limite estipulado pela norma, tendo alcançado o nível Mínimo de desempenho. Não existiam áreas comuns de uso coletivo (academia de ginástica, lavanderias coletivas, banheiros e vestiários coletivos) sobre as unidades habitacionais, não sendo necessário avaliar os ambientes com relação ao nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado para estes sistemas.

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho.

4.1.1.4 Consultoria desempenho Térmico e Lumínico

Em atendimento à Norma de Desempenho, é necessária a verificação prévia de diversos sistemas do empreendimento, para orientar os projetos executivos, as áreas de suprimentos, qualidade e execução de obras. Nesta consultoria é verificado, através de simulação computacional, o atendimento aos requisitos conforme Tabela 7.

Tabela 7 — Atendimento requisitos de Desempenho Térmico e Lumínico

Requisitos 11 - Desempenho Térmico e Requisito 13 - Iluminação Natural		
Requisito	Parte da Norma	Item verificado
11.3.1	1	Requisitos de Desempenho no Verão
11.4.1	1	Requisitos de Desempenho no Inverno
11.2.1	4	Adequação de Paredes Externas
11.2.2	4	Adequação de Paredes Externas
11.3.1	4	Aberturas para Ventilação
11.2.1	5	Isolação Térmica da Cobertura
13.2.1	1	Iluminação Natural
13.2.3	1	Iluminação Natural

Fonte: Autor

Conforme orientação da Norma de Desempenho, o desempenho térmico foi avaliado de acordo com a NBR 15220:2005 – Desempenho Térmico de Edificações. A NBR 15220 utiliza os métodos de cálculos da transmitância térmica (U) e da capacidade térmica (CT). A consultoria contratada considerou os principais materiais aplicados na fachada e as características de espessura, condutividade térmica, calor específico e densidade de massa aparente. A Norma de Desempenho indica parâmetros mínimos de atendimento em referência à metodologia de cálculo da NBR 15220 e a consultoria optou por realizar os cálculos de cada composição de vedação, analisando os elementos opacos, conforme NBR 15220. A Norma de Desempenho indica ainda que devem ser avaliados somente os ambientes de permanência prolongada, para o requisito de desempenho térmico, ou seja, os quartos e a sala. O método de cálculo utilizado analisou as diversas composições de fachada e quais as suas propriedades térmicas específicas. Cada seção de fachada é analisada em função de sua transmitância térmica (U), capacidade térmica (CT) e absorvência à radiação solar (α). O U de cada seção é calculado e comparado com o valor máximo definido pela Norma de Desempenho, que por sua vez é influenciado pela cor de revestimento externo daquela seção. Os cálculos indicaram que somente poderiam ser utilizadas cores com absorvência solar (α) inferior a 0,6. A partir deste ponto foi realizado um trabalho junto aos fornecedores de tinta texturizada para fachada, no sentido de se adequar as cores escolhidas pela arquitetura para as fachadas a tonalidades com absorvência inferior a 0,60. As cores escolhidas originalmente para a fachada foram:

1. Branco	- absorvência 0%
2. Cinza Claro	- absorvência 44%
3. Amarelo	- absorvência 70%
4. Cinza Escuro	- absorvência 53%

A tonalidade amarela não atendia ao especificado nos cálculos de desempenho térmico e houve a necessidade de desenvolvimento junto ao fornecedor de uma tinta especial, que se aproximasse da tonalidade requerida pela estética da fachada e as determinações da norma. Por fim, o fornecedor desenvolveu uma cor com absorvência de 59% que atendeu a questão estética e a questão normativa de desempenho térmico, mas que apresentou um custo bem superior à cor anteriormente escolhida.

Foi necessário também estudar o desempenho térmico das coberturas. A avaliação deste desempenho é feita analisando os sistemas de vedação horizontal dos apartamentos em contato com o meio externo em função da transmitância térmica (U), capacidade térmica (CT)

e absorvência solar (α). Para atendimento do requisito de desempenho térmico é necessário que o valor da transmitância térmica seja menor que o estabelecido pela norma de desempenho, ou seja, α deve ser menor do que 0,6. Os cálculos iniciais indicaram que nem o sistema da calha de captação de água e nem o sistema do telhado atendiam aos requisitos normativos.

O projeto original indicava cobertura com telhas em fibrocimento com estrutura em madeira e na porção inferior do telhado, contrapiso desempenado com caimento para um ralo de segurança sob os telhados sobre a laje de concreto com espessura de 12cm. O telhado desagua em uma calha central, com sistema de captação da água de chuva composto por tubulação em PVC, posicionada nos shafts dos apartamentos, que desagua em sistema de drenagem no térreo dos edifícios. Esta calha central originalmente era composta por laje impermeabilizada com manta 4mm aderida no maçarico sobre argamassa de regularização de cimento e areia, sobre laje de concreto de 12cm.

Para o sistema do telhado, a consultoria indicou a utilização de uma camada de poliestireno de média densidade com espessura de 2,5 cm sob o contrapiso que está embaixo do telhado, como detalhado na figura 08. Este novo sistema, com a utilização do poliestireno, atendeu o critério de desempenho térmico para esta parte da cobertura. Para a calha de captação de água, foi necessária a utilização também de um poliestireno de média densidade de 2,5 cm de espessura, sob o contrapiso de regularização da impermeabilização. Este novo sistema, com o incremento do poliestireno, atendeu aos requisitos de desempenho térmico da cobertura, na área da calha de captação de água de chuva.

Figura 8 — Detalhe sistema de cobertura. Poliestireno instalado sob contrapiso da calha impermeabilizada e contrapiso sob o telhado.

Fonte: Construtora

Para o desempenho lumínico foi contratada também uma consultoria para estudo das condições de iluminação natural no interior das unidades habitacionais do empreendimento. Para este requisito são especificados valores mínimos obrigatórios a serem atendidos durante o dia nos ambientes de dormitório, copa, cozinha, área de serviço e sala de estar. O critério de avaliação para estes ambientes é a luminância, em lux, no centro destes ambientes. Para atendimento do nível mínimo da Norma de Desempenho, todos os ambientes devem possuir valor igual ou superior a 60 lux, sendo a exceção as unidades no térreo, que devem ter uma luminância mínima de 48 lux. A tabela 04 item 13.2.1 da parte 1 da NBR 15.575 indica o nível de luminância mínimo exigido para cada ambiente. Para banheiros, corredores ou escadas internas à unidade, corredores e escadas de uso comum em prédios e garagens/estacionamentos, a norma não exige luminância mínima.

Na simulação foram atendidos os critérios normativos:

- consideração de obstruções e sombreamentos resultantes de edificações vizinhas ou do terreno, taludes, muros e outros anteparos, conforme as condições no momento da simulação;
- simulação do edifício nos horários estabelecidos pela norma: 23 de abril as 09:30h e 23 de outubro as 15:30h;

- céu intermediário sem radiação solar direta, com nebulosidade média considerando índice de nuvens de 50% e a latitude e longitude do empreendimento;
- não foram consideradas contribuições de iluminação artificial e eventuais obstruções opacas móveis com cortinas, janelas, roupas em varais, entre outras;
- as simulações foram consideradas no plano horizontal, no centro de cada ambiente em altura de 75 cm acima do nível do piso;
- árvores próximas aos ambientes estudados foram consideradas com o porte adulto máximo a ser alcançado, mesmo em caso de mudas do paisagismo do próprio empreendimento.

A simulação levou em consideração ainda as unidades críticas das torres A e B, ou seja, no 1º e 14º pavimento de cada ambiente da torre A e as unidades térreas da torre B.

Os ambientes de sala dos apartamentos não atenderam, em todas as unidades, o critério de luminância mínima de 60 lux. A configuração original das janelas de sala era de uma esquadria com duas folhas de vidro, nas dimensões de 1,50 metros de largura por 1,20 metros de altura, que é uma dimensão usual de mercado. Para atendimento do requisito de desempenho lumínico nas salas, as janelas deste ambiente precisaram ser alteradas para 1,70 metros de largura por 1,20 metros de altura. Para o ambiente de dormitórios, não houve necessidade de alteração nas janelas quanto ao desempenho lumínico.

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho.

4.1.1.5 Consultoria Validação de Projeto Estrutural

Em atendimento à Norma de Desempenho e à NBR 6118/14 – Projetos de Estruturas de Concreto é necessária uma verificação externa nos projetos estruturais, com a finalidade de verificação das considerações de cálculo e validação do projeto. Conforme o item 5.3.1 da NBR 6118, a avaliação da conformidade do projeto deve ser realizada por profissional habilitado, independente e diferente do projetista contratado. Deve ser ainda requerida e contratada pelo contratante e registrada em documento específico, que acompanhará a documentação do projeto. Embora esta fosse uma recomendação da NBR 6118 desde 2014, a construtora alvo do estudo contratava esta verificação somente em obras de grandes dimensões ou complexidade. Assim, com a necessidade imposta pela Norma de Desempenho para a evidência de cumprimento dos requisitos normativos, a contratação da Avaliação de

Conformidade do Projeto Estrutural por um profissional independente foi necessária, mesmo se tratando de um projeto de baixa complexidade.

Este custo pode ser considerado como indireto da Norma de Desempenho, pois já existia norma brasileira pré-existente que orientava esta contratação.

4.1.1.6 Consultoria Projetos de Esquadrias Metálicas de Janelas

Nesta consultoria é verificado o atendimento das janelas de alumínio da edificação quanto aos requisitos de desempenho conforme Tabela 8. Esta consultoria determina padrões mínimos para a contratação, produção e montagem das janelas em obra e se mostrou necessária face a todas as exigências da Norma de Desempenho para este insumo. Os ensaios das janelas de alumínio e suas especificações são prescritos pela NBR 10.821/17 – Esquadrias para edificações e existem antes da publicação da Norma de Desempenho. As janelas possuem exigências em relação ao desempenho acústico e lumínico de sistema de fachada (vedações verticais), com relação a infiltrações de água de chuva e segurança contra ações de vento e no manuseio. Por ser parte fundamental no sistema de fachadas faz-se necessário o acompanhamento de uma empresa especializada em janelas de alumínio para o acompanhamento das definições das características das janelas para atendimento de todos os requisitos de desempenho em que estão envolvidas. Esta consultoria inicia ainda na fase de concepção do produto, no dimensionamento dos tamanhos e tipologia das janelas. Durante a fase de contratação da empresa que fabricará as janelas a consultoria avalia os sistemas que são propostos pelas serralherias bem como todo o processo de contratação e validação dos projetos para execução. Durante a fase de ensaios de acústica, pressão de vento e manuseio, a consultoria também atua de maneira decisiva, sugerindo melhorias para atingimento dos resultados normativos. Na fase de instalação das janelas em obra ainda acompanha todos os serviços envolvidos nesta etapa.

Tabela 8 — Atendimento Requisitos Desempenho para Esquadrias Metálicas de Janelas

Consultoria em Janelas de alumínio		
Requisito	Parte da Norma	Item verificado
10.1.1	4	Infiltração de água nos sistemas de vedações verticais externas
11.3.1	1	Requisitos de Desempenho no Verão
11.4.1	1	Requisitos de Desempenho no Inverno
12.2.1	1	Isolação acústica de vedações externas
13.2.1	1	Iluminação Natural
13.2.3	1	Iluminação Natural
17.2.1	1	Conforto Tátil e Adaptação Ergonomica
17.3.1	1	Adequação Antropodinamica dos dispositivos de Manobra

Fonte: Autor

Este custo pode ser considerado como indireto da Norma de Desempenho, pois já existia norma brasileira pré-existente que orientava esta contratação.

4.1.1.7 Consultoria Manuais do Proprietário e de Áreas Comuns

O departamento de projetos da construtora fez a contratação de uma consultoria externa para desenvolver os Manuais de Proprietário e de Áreas Comuns do empreendimento. Embora este procedimento tenha sido adotado pela Construtora já há alguns anos, houve um incremento de custo para ampliação do escopo de trabalho desta consultoria, com vistas ao pleno atendimento dos manuais em relação à Norma de Desempenho. Assim o custo apresentado para este item leva em consideração somente o incremento de custo cobrado pela consultoria.

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho, pois foi um acréscimo de custo em um procedimento já existente em função de adequações pela Norma de Desempenho.

4.1.1.8 Consultoria Esquadrias Metálicas – Guarda-Corpo

O departamento de projetos da construtora fez a contratação de uma consultoria externa para desenvolver os detalhes executivos de guarda-corpos metálicos (ferro) localizados no térreo do empreendimento. Nesta consultoria é verificado o atendimento dos guarda-corpos da edificação quanto aos requisitos de Desempenho 7.7.1 da parte 4 da Norma - Cargas de Ocupação Incidentes em guarda-corpos e parapeitos de janelas.

A NBR 14.718:2008 – Guarda-Corpos para Edificações é a norma brasileira que especifica as condições mínimas de resistência e segurança para exigíveis para guarda-corpos de edificações para uso privado ou coletivo. A NBR 14.718 foi revisada e possui uma nova versão a partir do ano de 2019.

A consultoria não indicou ser necessária nenhuma adequação nos guarda-corpos de áreas comuns já utilizados pela construtora.

Este custo pode ser considerado como indireto da Norma de Desempenho, pois já existia norma brasileira pré-existente que orientava esta contratação.

4.1.1.9 Projeto de Telhados

O departamento de projetos da construtora fez a contratação de um projetista especialista para desenvolver o projeto de telhados para o empreendimento. O telhado utilizado pela construtora é feito com estrutura de madeira e cobertura em telhas de fibrocimento, com espessura de 10mm. Para o projeto contratado, além do atendimento às diversas normas brasileiras que devem ser utilizadas no projeto e execução de telhados, como a NBR 5643:2012 Telha de fibrocimento – verificação resistência a cargas uniformemente distribuídas e a NBR 7190:1997 Projeto de estruturas de madeira, é verificado o atendimento dos telhados da edificação quanto aos requisitos de Desempenho conforme Tabela 9. O telhado faz parte do sistema de coberturas da edificação e tem vários itens normativos a serem atendidos. O que se pôde verificar é que embora sejam muitos itens, um bom projeto de telhados consegue cumprir o atendimento aos requisitos normativos sem incrementos de custo à execução dos mesmos.

Tabela 9 — Atendimento Requisitos Desempenho para o projeto de Telhados

Projeto Telhados		
Requisito	Parte da Norma	Item verificado
7.1.1	5	Resistencia e deformabilidade
7.1.2	5	Resistencia e deformabilidade
7.2.1	5	Solicitação de Montagem ou manutenção
7.3.1	5	Solicitações dinamicas em sistemas de coberturas
7.3.2	5	Solicitações dinamicas em sistemas de coberturas
7.5.1	5	Ações de granizo e outras cargas acidentais e telhados
8.2.2	5	Reação ao fogo dos materiais de revestimento e acabamento
8.3.1	5	Resistencia ao fogo do sistema de cobertura
9.1.1	5	Integridade do sistema de cobertura
9.2.3	5	Manutenção e operação
9.2.4	5	Manutenção e operação
10.3.1	5	Estanqueidade das aberturas de ventilação
11.2.1	5	Isolação térmica da cobertura
12.3.1	4	Níveis de ruído permitidos na habitação
12.3.1	5	Isolamento acustico da cobertura devido a sons aéreos
12.4.1	5	Nível de ruído de impacto de cobertura acessíveis a usuários
14.1.1	5	Vida útil do projeto
14.2.2	5	Estabilidade da cor das telhas e outros componentes
14.3.0	5	Manual do uso, operação e manutenção das coberturas
16.3.1	6	Funcionamento das instalações pluviais

Fonte: Autor

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho, pois houve a necessidade de verificação de atendimento de diversos itens da norma e que não eram verificados anteriormente.

4.1.2 Grupo Obras

Neste item serão apresentados os incrementos de custo com o Grupo Obras, que é composto por dois outros itens, quais sejam, controle tecnológico e execução.

A contratação de serviços e insumos para a obra pela construtora segue as seguintes premissas, que são adotadas pelo departamento de obras e suprimentos da construtora:

1. Validação técnica e financeira dos fornecedores aptos a prestar serviços técnicos de engenharia ou fornecimento de insumos;
2. Avaliação dos fornecedores que já prestam serviços à construtora anteriormente. No caso de novos fornecedores, é realizada visita técnica ao fornecedor e tomada de referências junto ao mercado;
3. Montagem de cartas convite com o escopo dos serviços a serem prestados;
4. Após as etapas acima descritas, montagem de lista dos fornecedores aptos a prestar os serviços ou fornecimentos de insumos a serem orçados e são enviadas as cartas convite;
5. De posse das propostas, o departamento de suprimentos monta um mapa de concorrência, com no mínimo três propostas, analisa as propostas e em conjunto com a diretoria técnica faz a escolha do fornecedor escolhido para negociação final e contratação. O valor de parâmetro adotado para a contratação é o valor indicado no orçamento executivo da obra, conforme explicado anteriormente em 3.3.2;
6. Fechado o serviço ou fornecimento de insumos com o fornecedor, é emitido um contrato de prestação de serviços ou fornecimento de insumos, assinado pelas partes

4.1.2.1 Controle Tecnológico

Neste item serão apresentados os custos incorridos no empreendimento com o controle tecnológico em função da implantação da Norma de Desempenho e que não eram utilizados antes da implantação da Norma. A exemplo do que ocorreu com o grupo Projetos, para todos os itens deste grupo, as contratações são feitas por empreendimento, isto é, nenhum dos estudos poderá ser aproveitado em outra obra. Considerando todos os custos envolvidos neste item, o incremento de custo para o grupo controle tecnológico é de R\$ 117.170,00 na data base, conforme apresentado na tabela 10:

Tabela 10 — Orçamento Sintético de Custos – Controle Tecnológico

Sub Grupo Controle Tecnológico									
Ensaios		Unidade Contratação	Quantidade	Custo Orçamento Revisado com Norma Desempenho		Custo Projeto Original sem Norma Desempenho		Diferença Total	
				Unitário	Total	Unitario	Total	R\$	%
1	Ensaio de Controle de Recalque de Fundações	vb	1,00	R\$ 17.200,00	R\$ 17.200,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 17.200,00	*
2	Ensaios de aderencia - Emboço fachada e emboço interno e chapisco industrializado	vb	1,00	R\$ 10.700,00	R\$ 10.700,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 10.700,00	*
3	Ensaios de aderencia - Revestimento Ceramico	vb	1,00	R\$ 5.150,00	R\$ 5.150,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 5.150,00	*
4	Caracterização Cerâmica - Absorção e Expansão por umidade , PEI e coeficiente de atrito	vb	1,00	R\$ 17.510,00	R\$ 17.510,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 17.510,00	*
5	Ensaio de Esquadrias de Alumínio - Câmara de Vento e Manuseio	vb	1,00	R\$ 13.500,00	R\$ 13.500,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 13.500,00	*
6	Ensaio de Desempenho Acústico Caixilhos	vb	1,00	R\$ 13.950,00	R\$ 13.950,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 13.950,00	*
7	Esquadrias de Alumínio para ensaio em Camara de Vento e Manuseio	vb	1,00	R\$ 5.210,00	R\$ 5.210,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 5.210,00	*
8	Esquadrias de Alumínio para ensaio de desempenho Acustico	vb	1,00	R\$ 2.350,00	R\$ 2.350,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 2.350,00	*
9	Ensaio Pressão em Escada Pressurizada	vb	1,00	R\$ 8.500,00	R\$ 8.500,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 8.500,00	*
10	Ensaios sistemicos de acustica	vb	1,00	R\$ 15.600,00	R\$ 15.600,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 15.600,00	*
11	Ensaios desempenho de portas	vb	1,00	R\$ 7.500,00	R\$ 7.500,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 7.500,00	*
Total Sub Grupo Controle Tecnológico				R\$	117.170,00	R\$	-	R\$ 117.170,00	*

Fonte: Autor

4.1.2.1.1 Ensaio de Controle de Recalque de Fundações

O departamento de obras da construtora fez a contratação de um ensaio para controlar o recalque das fundações em atendimento ao requisito de segurança estrutura da Norma de Desempenho. A obra foi executada com o sistema de Estaca Hélice Contínua, para as fundações do corpo do prédio. Conforme orientação do projeto de fundações, os ensaios de recalque foram realizados desde a concretagem do primeiro lance de pilares até o carregamento da estrutura com os acabamentos internos e massa da fachada das torres. Este ensaio é realizado em atendimento ao item 9.1 (c) da NBR 6122 – Projeto e Execução de

Fundações. Embora esta fosse uma recomendação da NBR 6122 desde 1996, a especificação deste ensaio não era usual para a construtora alvo do estudo em projetos residenciais de baixa complexidade. Com a necessidade imposta pela Norma de Desempenho para a evidência de cumprimento dos requisitos normativos, a contratação do ensaio de controle de recalque de fundações passou a ser adotada de maneira sistemática nas obras da construtora. Os ensaios de controle de recalque das fundações tiveram um custo de R\$ 17.200,00.

Este custo pode ser considerado como indireto da Norma de Desempenho, pois já existia norma brasileira pré-existente que orientava esta contratação.

4.1.2.1.2 Ensaio de Aderência – Emboço interno e externo e chapisco industrializado

O departamento de obras da construtora fez a contratação de ensaios de aderência de emboços de fachada, emboço de áreas internas e chapisco industrializado, para ter a evidência de conformidade destes sistemas para os requisitos de durabilidade e manutenibilidade da Norma de Desempenho. Esses ensaios já constam NBR 13.528/19 – Revestimento de Paredes de Argamassas Inorgânicas – determinação da resistência de aderência à tração mesmo antes da publicação da Norma de Desempenho, porém não vinham sendo executados pela construtora, pois eram aceitos os ensaios da empresa fabricante, fornecedora das argamassas. Com a necessidade de comprovação de evidência do resultado dos ensaios de aderência das argamassas industrializadas de emboço interno e externo, para comprovação do desempenho do sistema de vedações verticais internas e externas, a construtora optou por realizar os ensaios no canteiro de obra, que tiveram um custo de R\$ 10.700,00.

Este custo pode ser considerado como indireto da Norma de Desempenho, pois já existia norma brasileira pré-existente que orientava esta contratação.

4.1.2.1.3 Ensaio de Aderência – Revestimentos Cerâmicos

O departamento de obras da construtora fez a contratação de ensaios de aderência de revestimentos cerâmicos, para ter a evidência de conformidade deste sistema para os requisitos de durabilidade e manutenibilidade da Norma de Desempenho. Esses ensaios já constam da NBR 14.081:2012 – Argamassa Colante Industrializada para assentamento de placas cerâmicas mesmo antes da publicação da Norma de Desempenho, porém não vinham sendo executados pela construtora, pois eram aceitos os ensaios da empresa fabricante,

fornecedora das argamassas. Há que se considerar também que o resultado dos ensaios de aderência depende também das condições de assentamento, da correta aplicação dos materiais em obra, da condição do substrato, entre outros. Com a necessidade de comprovação de evidencia do resultado dos ensaios de aderência os revestimentos cerâmicos de piso e parede internos, para comprovação do desempenho do sistema de vedações verticais internas e sistemas de pisos, a construtora optou por realizar os ensaios no canteiro de obra, que tiveram um custo de R\$ 5.150,00.

Este custo pode ser considerado como indireto da Norma de Desempenho, pois já existia norma brasileira pré-existente que orientava esta contratação.

4.1.2.1.4 Caracterização Cerâmica – Absorção, Expansão por umidade, PEI e Coeficiente de Atrito

O departamento de obras da construtora fez a contratação de ensaios de absorção de água, expansão por umidade, PEI e coeficiente de atrito dos revestimentos cerâmicos, para ter a evidencia de conformidade deste sistema para os dos requisitos de segurança e uso na operação (Parte 3) e os requisitos de durabilidade e manutenibilidade (Partes 3 e 4) da Norma de Desempenho. Esses ensaios já constam NBR 13.818:1997 – Placas Cerâmicas para Revestimento – Especificação e Métodos de Ensaio para assentamento de placas cerâmicas para revestimento mesmo antes da publicação da Norma de Desempenho, porém não vinham sendo executados pela construtora, pois eram aceitos os ensaios da empresa fabricante de revestimentos cerâmicos. Com a necessidade de comprovação de evidencia do resultado dos ensaios das características dos revestimentos cerâmicos de piso e parede internos, para comprovação do desempenho do sistema de vedações verticais internas e sistemas de pisos, a construtora optou por realizar estes ensaios que tiveram um custo de R\$ 17.510,00.

Este custo pode ser considerado como indireto da Norma de Desempenho, pois já existia norma brasileira pré-existente que orientava esta contratação.

4.1.2.1.5 Ensaio de Esquadrias de Alumínio - Câmara de Vento e Manuseio

O departamento de obras da construtora fez a contratação de ensaios de câmara de vento e manuseio para as esquadrias de alumínio dos dormitórios, da sala e da área de serviço, para ter a evidencia de conformidade destes insumos para os requisitos de desempenho

estrutural, durabilidade e manutenibilidade da Norma de Desempenho. Conforme indicado em 4.1.6, a consultoria de projetos de esquadrias metálicas (janelas) acompanhou todo o processo de especificação, projeto, compra e instalação das janelas do empreendimento. Os ensaios das janelas de alumínio e suas especificações são prescritos pela NBR 10.821:2017 – Esquadrias para edificações e existem antes da publicação da Norma de Desempenho e tiveram um custo de R\$ 13.500,00. Estes ensaios, todavia, não eram realizados pela construtora que passou a realiza-los para evidencia de atendimento aos requisitos normativos da Norma de Desempenho.

Este custo pode ser considerado como indireto da Norma de Desempenho, pois já existia norma brasileira pré-existente que orientava esta contratação.

4.1.2.1.6 Ensaio de Desempenho Acústico de Esquadrias

O departamento de obras da construtora fez a contratação de ensaios de desempenho acústico para as esquadrias de alumínio dos dormitórios para ter a evidencia de conformidade destes insumos para os requisitos de desempenho acústico da Norma de Desempenho. Conforme 4.1.1.3, de acordo com a tabela 17 item 12.3.1.2 Parte 4 da Norma de Desempenho, o nível mínimo de desempenho esperado para a diferença padronizada de nível ponderada $D_{2m,nT,w}$ para paredes de vedação externa dos dormitórios deve ser maior ou igual a 20 dB, considerando que a obra está inserida em zona de ruído classe I. O sistema de fachadas, composto pela estrutura de concreto, alvenaria de vedação em blocos de concreto, gesso liso interno (ou argamassa industrializada, de acordo com o andar), chapisco de fachada, argamassa industrializada de fachada, pintura externa de fachada, pintura interna e a janela de alumínio, deve ser capaz de diminuir em 20 dB o nível de ruído interno em relação à parte externa. A construtora, em conjunto com a consultoria de esquadrias de alumínio contratada, definiu que a janela de alumínio deveria atender a uma diminuição de ruído R_w igual a 20 dB, quando tratada de maneira isolada. O ensaio de acústica da janela contratada alcançou 22 decibéis. O ensaio de acústica para atendimento da redução de 20 dB foi um longo processo, tendo sido realizado por seis vezes. A consultoria de esquadrias e o serralheiro participaram de todos os ensaios e melhorias foram sendo incorporadas à janela até que ela atendesse o valor determinado pela construtora. Os ensaios de desempenho acústico tiveram um custo total de R\$13.950,00.

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho.

4.1.2.1.7 Esquadrias de Alumínio para ensaio em Câmara de Vento, Manuseio e ensaio de Desempenho Acústico

Este item trata do custo para a produção das janelas a serem ensaiadas nos itens 4.2.1.5 e 4.2.1.6 retro. Os ensaios de câmara de vento e manuseio são ensaios destrutivos e, portanto a esquadria não poderá ser reaproveitada. Os ensaios acústicos, embora não sejam destrutivos, podem causar danos às esquadrias durante o transporte e utilização – a construtora optou por não reutilizar as janelas deste ensaio em obra. O departamento de obras da construtora utilizou estas janelas para a realização dos ensaios de câmara de vento e manuseio para as esquadrias dos dormitórios, da sala e da área de serviço, para ter a evidência de conformidade destes insumos para os requisitos de desempenho estrutural, durabilidade e manutenibilidade.

As esquadrias destinadas aos ensaios de câmara de vento e manuseio tiveram um custo de R\$ 5.210,00 e podem ser consideradas como custos indiretos da Norma de Desempenho, pois já existia norma brasileira pré-existente que orientava esta contratação.

O ensaio de acústica foi realizado somente na esquadria do dormitório, conforme indica a Norma de Desempenho. As esquadrias destinadas aos ensaios de acústica tiveram um custo de R\$ 2.350,00 e podem ser consideradas como custo direto da Norma de Desempenho.

4.1.2.1.8 Ensaio Pressão em Escada Pressurizada

O departamento de obras da construtora fez a contratação de ensaio de pressão nas escadas pressurizadas do empreendimento para evidência de conformidade deste sistema para o requisito de Segurança contra Incêndio da Norma de Desempenho. Esse ensaio foi realizado para ter-se a evidência de que o sistema de pressurização de escada atendia ao determinado pela NBR 14.880:2014 Saídas e emergência em edifícios – escadas de segurança – controle de fumaça por pressurização, que é a norma que trata do tema de pressurização de escadas para sistemas de emergência e segurança contra fogo em edifícios. O custo deste ensaio foi de R\$ 8.500,00.

O sistema de pressurização originalmente contratado e executado em obra atendeu aos requisitos da NBR 14.880.

Este custo pode ser considerado como indireto da Norma de Desempenho, pois já existia norma brasileira pré-existente que orientava esta contratação.

4.1.2.1.9 Ensaios sistêmicos de acústica

Os ensaios sistêmicos de acústica são realizados em obra com vistas à comprovação de conformidade dos sistemas realizados em obra em função das determinações de projeto e também da simulação acústica de que trata o item 4.1.1.3. Foram realizados os ensaios de impacto de piso em áreas internas, ruído aéreo de piso, ruído aéreo paredes de fachada, ruído aéreo paredes internas, ruído aéreo em sistemas de cobertura e impacto de piso em cobertura. Para todos os ensaios, a determinação da incorporadora foi o atendimento no nível Mínimo. O local dos ensaios foi indicado pela consultoria de desempenho acústico. O departamento de obras da construtora fez a contratação destes ensaios para evidencia de conformidade destes sistemas para o requisito de desempenho acústico da Norma de Desempenho. Todos estes ensaios foram realizados no momento de finalização da obra, de maneira que os sistemas ensaiados estivessem na condição de entrega ao comprador e tiveram um custo de R\$ 15.600,00. Os ensaios comprovaram que o empreendimento atende aos requisitos de desempenho acústico da Norma de Desempenho.

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho.

4.1.2.1.10 Ensaio de ações transmitidas por portas

O departamento de obras da construtora fez a contratação de ensaio de desempenho para o sistema de vedações verticais internas com a presença de portas para atendimento dos itens 7.5.1 (parte 4) de segurança estrutural da Norma de Desempenho. Já existia a norma NBR 15.930/2011 - Portas de madeira para edificações, que indica as especificações de portas e os ensaios, porém a NBR 15.593/2011 trata das características das portas e a Norma de Desempenho trata de ensaios das portas em uso. Esse ensaio foi realizado para ter-se a evidencia de que o sistema de vedações verticais internas permite o acoplamento das portas e apresenta um desempenho que permita o fechamento brusco das portas (conforme ensaio) e também resista à ação de impacto de corpo mole (conforme ensaio). Estes ensaios tiveram um custo de R\$ 7.500,00.

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho, pois não existia norma brasileira pré-existente que orientava esta contratação.

4.1.2.2 Execução

Neste item serão apresentados os custos incorridos no empreendimento com o atendimento da Norma de Desempenho na parte de execução da obra e que não eram utilizados antes da implantação da norma. São considerados também todos os custos incorridos no empreendimento com o atendimento da Norma de Desempenho na parte de aquisições de materiais, serviços e equipamentos para a execução da obra e que não eram utilizados antes da implantação da norma. Considerando todos os custos envolvidos neste item, o incremento de custo para o item Execução é de R\$ 705.678,02 na data base, conforme apresentado na tabela 11:

Tabela 11 — Orçamento Sintético de Custos – Sub Grupo Execução

Serviços	Unidade Contratação	Quantidade	Custo Orçamento Revisado com Norma Desempenho		Custo Projeto Original sem Norma Desempenho		Diferença Total	
			Unitário	Total	Unitario	Total	R\$	%
1 Alteração nas janelas de Sala e Quarto	vb	1,00	R\$ 552.750,00	R\$ 552.750,00	R\$ 460.625,00	R\$ 460.625,00	R\$ 92.125,00	20%
2 Alterações nas portas de madeira dos apartamentos	vb	1,00	R\$ 436.584,01	R\$ 436.584,01	R\$ 388.166,60	R\$ 388.166,60	R\$ 48.417,41	12%
3 Alteração especificações de piso ceramico	vb	1,00	R\$ 83.935,81	R\$ 83.935,81	R\$ 45.266,05	R\$ 45.266,05	R\$ 38.669,76	85%
4 Alteração especificação da cor de fachada	vb	1,00	R\$ 12.485,03	R\$ 12.485,03	R\$ 2.907,64	R\$ 2.907,64	R\$ 9.577,40	329%
5 Incremento de Equipe em obra	vb	1,00	R\$ 67.456,98	R\$ 67.456,98	R\$ -	R\$ -	R\$ 67.456,98	*
6 Implantação de sistema de software para registro de evidencias de acompanhamento de obra	vb	1,00	R\$ 17.200,00	R\$ 17.200,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 17.200,00	*
7 Troca de revestimento entre apartamentos com quartos contíguos	vb	1,00	R\$ 209.585,49	R\$ 209.585,49	R\$ 93.970,81	R\$ 93.970,81	R\$ 115.614,68	123%
8 Adequação dos sistemas de impermeabilização em função da vida útil dos sistemas	vb	1,00	R\$ 334.298,72	R\$ 334.298,72	R\$ 269.361,34	R\$ 269.361,34	R\$ 64.937,01	24%
9 Compartimentação vertical de tubulações de hidráulica passantes em lajes	vb	1,00	R\$ 103.575,48	R\$ 103.575,48	R\$ -	R\$ -	R\$ 103.575,48	*
10 Contrapiso acustico dormitórios	vb	1,00	R\$ 256.835,84	R\$ 256.835,84	R\$ 120.461,34	R\$ 120.461,34	R\$ 136.374,50	113%
11 Proteção Térmica Laje de Cobertura	vb	1,00	R\$ 11.729,80	R\$ 11.729,80	R\$ -	R\$ -	R\$ 11.729,80	*
Total Sub Grupo Execução			R\$	2.086.437,16	R\$	1.380.758,77	R\$ 705.678,02	51%

Fonte: Autor

4.1.2.2.1 Alteração nas janelas de sala e dormitórios

Foi identificada a necessidade, quando do desenvolvimento dos projetos legais e executivos, de uma alteração nas dimensões e características das janelas de sala e dormitórios do empreendimento para atendimento dos requisitos de desempenho lumínico e acústico destas janelas. Os ensaios de simulação lumínica determinaram que nas janelas de sala, a dimensão destas janelas, que usualmente a construtora projetava com o tamanho de 1,50 m de

largura por 1,20 m de altura precisaria ser alterada para 1,70 m de largura por 1,20 m de altura. As janelas da sala mantiveram a configuração de duas folhas de vidro e para estas esquadrias não há a necessidade de comprovação de desempenho acústico, conforme o item 12.3.1 da Norma de Desempenho. Os ensaios de simulação lumínica determinaram também que nas janelas de quarto, a configuração que usualmente a construtora utilizava com duas folhas do tipo veneziana com ventilação e uma folha de vidro, atendia ao requisito de desempenho lumínico.

Para as janelas de dormitórios, ainda houve a necessidade de adequação para atendimento ao requisito de desempenho acústico. Conforme tabela 17 item 12.3.1.2 Parte 4 da Norma de Desempenho, o nível mínimo de desempenho esperado para a diferença padronizada de nível ponderada $D_{2m,n}T_{w}$ para o sistema de fachadas dos dormitórios deve ser maior ou igual a 20 dB, considerando que a obra está inserida em zona de ruído Classe I. Assim, para atendimento deste requisito de desempenho acústico, uma nova tipologia de janela teve que ser desenvolvido pela construtora em conjunto com o serralheiro e a consultoria de acústica. Optou-se por utilizar uma janela com duas folhas de vidro com o mesmo tamanho original, de 1,20 m por 1,20 m (que naturalmente atendia a questão lumínica) e com um desempenho acústico projeto para redução de pressão sonora em 20 dB. Os vidros desta janela, que usualmente poderiam ser do tipo incolor 4 mm, tiveram que ser alterados para vidros laminados de 6 mm, para atendimento do requisito acústico.

A consideração usual da construtora para as janelas sem as considerações da Norma de Desempenho somava R\$ 460.625,00. Com as alterações descritas acima, o custo das janelas considerando o atendimento aos requisitos da Norma de Desempenho chegou a R\$ 552.750,00. A diferença destes valores, R\$ 92.125,00 pode ser tomada como incremento de custo em função da utilização da Norma de Desempenho para este item. Na tabela 12 podem ser verificadas as diferenças de custo deste item.

Tabela 12 — Alteração especificação de janelas de dormitórios e sala

Local	Janelas originais	Unid.	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total	Janelas com as considerações da Norma de Desempenho	Custo Unitário	Custo Total
Quartos	Janela 3 folhas (duas venezianas e uma vidro) - 1,20m x 1,20m	un.	550,00	R\$ 605,00	R\$ 332.750,00	Janela duas folhas de vidro, 1,20m x 1,20m com Rw =20dB no mínimo	R\$ 675,00	R\$ 371.250,00
Salas	Janela com duas folhas em vidro com 1,20m x 1,50m	un.	275,00	R\$ 465,00	R\$ 127.875,00	Janela duas folhas de vidro 1,20m x 1,70m	R\$ 660,00	R\$ 181.500,00
Totais	R\$ 460.625,00					R\$ 552.750,00		
Diferença de custo total						R\$ 92.125,00		

Fonte: Autor

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho.

4.1.2.2.2 Alterações nas portas de madeira dos apartamentos

Durante o desenvolvimento dos projetos executivos identificou-se a necessidade de alteração das especificações das portas de madeira do empreendimento para atendimento dos itens 7.5.1 (parte 4) de Segurança Estrutural e o item 17.2.1 (parte 1) de conforto tátil e antropodinâmico da Norma de Desempenho. Usualmente a compra de portas de madeira era feita pelo tamanho da porta e de acordo com a composição de sua estrutura. Por exemplo, se a estrutura da porta era composta por sarrafos de madeira ou por uma composição de papelão na forma de colmeia. Já existia a norma NBR 15.930/2011 que indicava as especificações de portas e os ensaios. Em conversa com o fornecedor das portas para a construtora, a informação dada para o aumento de preço das portas diz respeito aos maiores cuidados na fabricação das portas, que precisaram atender aos requisitos da Norma de Desempenho principalmente no que diz respeito às condições de uso (tráfego leve, médio, pesado) e para o atendimento das características de resistência à umidade, que alteraram a maneira de produção destas portas. O próprio fornecedor das portas informou que apesar de a norma NBR 15.930/2011 já estar vigente desde 2011, os requisitos de fabricação das portas só começaram a ser atendidos após a publicação da Norma de Desempenho e a exigência das construtoras para comprovação de atendimento dos requisitos normativos.

O custo total das portas com a consideração usual da Construtora e sem as considerações da Norma de Desempenho somava R\$ 388.166,64. Com as alterações descritas acima, o custo das portas considerando o atendimento aos requisitos da Norma de Desempenho chegou a R\$ 436.584,44 conforme pode-se verificar na tabela 13. A diferença destes valores, R\$ 48.417,41 pode ser tomada como incremento de custo em função da utilização da Norma de Desempenho para este item, porém de maneira indireta, considerando que já existia norma anterior que previa a estas considerações de desempenho para as portas.

Tabela 13 — Custo alteração especificação das portas

Local	Tipologia de portas orçamento inicial	Unid.	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total	Tipologia de portas com Norma Desempenho	Custo Unitário	Custo Total
Entrada - folha da porta com 82cm	Porta sarrafeada	un.	280,00	R\$ 397,68	R\$ 111.351,11	PEM - Porta externa de madeira, tráfego de uso regular, padrão dimensional médio	R\$ 448,34	R\$ 125.534,33
Internas áreas secas - folha da porta com 72 cm	Porta miolo tipo colméia	un.	559,00	R\$ 315,64	R\$ 176.444,43	PIM - Porta interna de madeira, tráfego de uso moderado, padrão dimensional leve	R\$ 345,10	R\$ 192.909,20
Internas áreas molhadas - folha da porta com 62 cm	Porta miolo tipo colméia	un.	306,00	R\$ 328,01	R\$ 100.371,06	PIM RU - Porta interna de madeira resistente a umidade, tráfego de uso moderado, padrão dimensional leve	R\$ 386,08	R\$ 118.140,48
Totais	R\$				388.166,60	R\$	436.584,01	
Diferença de custo total						R\$	48.417,41	

Fonte: Construtora

Este custo pode ser considerado como indireto da Norma de Desempenho.

4.1.2.2.3 Alteração especificações de piso cerâmico

Durante o desenvolvimento dos projetos executivos identificou-se a necessidade de alteração das especificações dos revestimentos de pisos cerâmicos do empreendimento para atendimento dos requisitos de segurança e uso na operação (Parte 3) e os requisitos de durabilidade e manutenibilidade (Partes 3 e 4) da Norma de Desempenho. O custo dos revestimentos cerâmicos de piso com a consideração usual da construtora, sem considerar as recomendações da Norma de Desempenho, somava R\$ 45.266,05. Com as alterações descritas acima, o custo dos revestimentos cerâmicos de piso considerando o atendimento aos requisitos da Norma de Desempenho chegou a R\$ 83.935,81. A diferença destes valores,

R\$38.669,76 pode ser tomada como incremento de custo em função da utilização da Norma de Desempenho para este item, conforme tabela 14.

A NBR 13.818/1997 – Placas cerâmicas para revestimento, em seu anexo N determina como realizar o ensaio para o coeficiente de atrito dinâmico e recomenda na Tabela N.1 que o coeficiente de atrito pode ser inferior a 0,4 em instalações normais e igual ou superior a 0,4 em locais de uso onde se requer resistência ao escorregamento.

A Norma de Desempenho, no item 9.1.1 da Parte 3, faz referência à NBR 13.818 e complementa a especificação indicando quais ambientes precisam apresentar resistência ao escorregamento, quais sejam, áreas molhadas, rampas, escadas em áreas de uso comum e terraços.

Este estudo considera que apesar da recomendação do coeficiente de atrito mínimo da NBR 13.818, somente a Norma de Desempenho declarou quais os locais que necessitariam desta resistência ao escorregamento e portanto considera que foi a Norma de Desempenho que trouxe a obrigatoriedade de utilização do coeficiente de atrito nestas áreas.

Tabela 14 — Custo alteração piso cerâmico

Local	Ceramica original	Unid.	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total	Ceramica com requisitos da Norma de Desempenho	Custo Unitário	Custo Total
Piso apartamentos	Ceramica tipo 1 - fornecedor A	m2	1.238,00	R\$ 14,21	R\$ 17.590,88	Ceramica tipo 1 - fornecedor B	R\$ 19,98	R\$ 24.736,76
Piso áreas comuns	Ceramica tipo 3 - fornecedor A	m2	2.062,00	R\$ 13,42	R\$ 27.675,17	Ceramica tipo 3 - fornecedor B	R\$ 28,71	R\$ 59.199,05
Totais	R\$ 45.266,05					R\$ 83.935,81		
Diferença de custo total						R\$ 38.669,76		

Fonte: Construtora

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho.

4.1.2.2.4 Alteração especificação da cor de fachada

Conforme 4.1.1.6, a consultoria de desempenho Térmico e Lumínico identificou a necessidade de alteração das especificações das cores de fachada do empreendimento para atendimento do item 11.2 (Parte 4) – desempenho térmico da Norma de Desempenho. Houve a necessidade de alteração de uma cor específica para atendimento da Norma e com variação de custo significativo para esta cor. O custo da pintura de fachada para esta cor específica, com a consideração usual da construtora e sem as recomendações da Norma de Desempenho somava R\$ 2.907,64. Com as alterações descritas acima, o custo desta pintura considerando o atendimento aos requisitos da Norma de Desempenho chegou a R\$ 12.485,03. A diferença destes valores, R\$ 9.577,40 pode ser tomada como incremento de custo em função da utilização da Norma de Desempenho para este item.

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho.

4.1.2.2.5 Incremento de Equipe em Obra

O departamento de obras da construtora identificou a necessidade, durante a execução da obra, da contratação de um funcionário, com o cargo de auxiliar de almoxarifado, bem como a contratação de um estagiário, para o acompanhamento dos procedimentos relativos à Norma de Desempenho dentro do canteiro de obras. O auxiliar de almoxarifado ficou encarregado do recebimento de materiais comuns, com menor complexidade de contratação, como areia, cimento, argamassas industrializadas e outros. Esta função foi necessária por um período de 15 meses na obra. Com este procedimento, liberou mais tempo ao almoxarife da obra para receber e organizar as evidências dos materiais que tinham especificações mais rígidas de contratação como, por exemplo, esquadrias de alumínio, revestimentos cerâmicos, fitas intumescentes, metais, porta e outras. Já o estagiário ficou incumbido das conferências de serviço de menor responsabilidade na obra, como por exemplo, os serviços de contrapiso, argamassa interna, gesso liso de paredes e outros. Embora os serviços de contrapiso e de argamassa interna sejam relevantes para o desempenho destes sistemas, o método construtivo, que utiliza taliscas para referenciar as espessuras, é de fácil conferência. Esta função foi necessária na obra durante a etapa de acabamento, com o tempo total de 13 meses. Com isso liberou o engenheiro responsável para a conferência de serviços com maior responsabilidade como forma, armação, concretagem, sistemas elétricos e hidráulicos, bem como para o

acompanhamento dos ensaios e controles tecnológicos. Essas funções não foram previstas no orçamento original da obra e foram adicionadas no decorrer da execução, para suprir a demanda de acompanhamento das obrigações da Norma de Desempenho no canteiro. O custo apropriado para esta necessidade foi de R\$ 67.456,98 e não estava previsto no orçamento original conforme tabela 15.

Tabela 15— Custo equipe de obra

Incremento de equipe de obra					
Função		Unidade Contratação	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
1	Estagiário	mês	13	R\$ 1.445,00	R\$ 18.785,00
2	Auxiliar de almoxarifado	mês	15	R\$ 3.244,80	R\$ 48.671,98
Total					R\$ 67.456,98

Fonte: Construtora

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho.

4.1.2.2.6 Implantação de sistema de software para registro de evidências de acompanhamento de obra

A construtora, antes do início deste empreendimento, identificou a necessidade de aprimorar o monitoramento da execução de serviços em obra para ter as evidências de atendimento da Norma de Desempenho de forma clara e organizada. Para tanto a empresa contratou um software customizado, adaptado às necessidades da construtora de modo a facilitar e garantir a gestão dos registros de controle de serviços em obra. O software é utilizado na obra com o uso de tablets, por funcionários encarregados destes serviços no canteiro. A gestão destes serviços pode ser feita pelo engenheiro residente remotamente, bem como pela equipe de qualidade da construtora. A construtora considera que estes custos, embora tragam um ganho expressivo à gestão de dados, devem ser imputados neste primeiro momento em razão da necessidade de atendimento de evidências para a Norma de Desempenho. O custo apropriado para esta necessidade foi de R\$ 17.200,00 e diz respeito à compra dos tablets e à mensalidade do software de gestão, conforme tabela 16.

Tabela 16 — Custo equipe de obra

Implantação sistema de software					
Insumo		Unidade Contratação	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
1	Tablet	Un.	6	R\$ 1.400,00	R\$ 8.400,00
2	Mensalidades da licença de software	mês	22	R\$ 400,00	R\$ 8.800,00
Total					R\$ 17.200,00

Fonte: Construtora

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho.

4.1.2.2.7 Troca de revestimento entre apartamentos com dormitórios contíguos

Conforme demonstrado no item 4.1.1.3, a simulação computacional de desempenho acústico da edificação identificou a necessidade de uma intervenção de projeto nas paredes entre apartamentos de dormitórios contíguos. Nestes ambientes, os requisitos de desempenho acústico não estavam sendo atendidos, com a configuração usual da construtora. Nestes ambientes normalmente a parede seria feita com blocos de concreto com largura de 19 cm e o revestimento da alvenaria seria em gesso liso de espessura média de 1,0 cm ou argamassa industrializada com espessura de 1,50 cm para o 1º andar e ultimo andar. A simulação acústica testou algumas alternativas e fez sugestões para atendimento do item. O sistema que apresentou a maior segurança com relação aos índices de pressão sonora e também com relação ao custo é o sistema 01 da tabela 5, que considera a utilização de parede com bloco concreto classe C espessura 19 cm mais argamassa industrializada de revestimento com espessura de 2,50 cm. A construtora optou então por alterar o revestimento da parede de gesso liso para argamassa industrializada com espessura mínima de 2,50 cm em ambos os lados. O custo destas alterações em relação ao originalmente projetado resultou em um incremento de custo de R\$115.614,68 para o orçamento da obra, conforme demonstrado na tabela 17.

Tabela 17 — Custo alteração revestimento de paredes interno

Local	Sistema Original	Unid.	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total	Sistema de parede com considerações da Norma de Desempenho	Custo Unitário	Custo Total
Parede entre unidades contíguas com dormitórios	Gesso liso espessura 7mm ou argamassa industrializada sobre parede de blocos tipo C com 19cm de espessura	m2	3.588,74	R\$ 16,53	R\$ 59.317,38	Argamassa industrializada espessura 2,50cm sobre parede de blocos tipo C com 19cm de espessura	R\$ 46,45	R\$ 166.684,93
	Pintura + massa corrida base PVA sobre gesso liso ou argamassa industrializada	m2	3.588,74	R\$ 9,66	R\$ 34.653,43	Pintura + massa corrida base PVA sobre argamassa industrializada	R\$ 11,95	R\$ 42.900,56
Totais	R\$ 93.970,81					R\$ 209.585,49		
Diferença de custo total						R\$ 115.614,68		

Fonte: Construtora

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho.

4.1.2.2.8 Adequação dos sistemas de impermeabilização em função da vida útil dos sistemas

A questão da impermeabilização foi uma das mais discutidas pelas equipes da construtora. Em atendimento ao item 14.2.3 Parte 1 da norma de Desempenho que trata da vida útil das edificações, a vida útil esperada para os sistemas de impermeabilização de áreas internas no nível mínimo é de 20 anos. É importante ressaltar que uma eventual manutenção no sistema de impermeabilização implica na quebra do revestimento de piso (contrapiso e cerâmica). Foram consultados, durante a época de desenvolvimento dos projetos, todos os grandes fabricantes de sistemas de impermeabilização e nenhum deles conseguia assegurar a vida útil de 20 anos para os sistemas usualmente utilizados nas áreas internas. Como exemplo, todos os projetos da construtora nos últimos sete anos utilizaram o sistema de argamassa polimérica como impermeabilização para as áreas de banheiro e cozinha. Foram feitas diversas reuniões com os fornecedores de materiais e também com o IBI (Instituto Brasileiro de Impermeabilização), no intuito de se tentar definir que materiais e métodos poderiam ser utilizados para o atendimento deste item. Por fim, todo o sistema de impermeabilização da construtora foi alterado. O custo destas alterações em relação ao originalmente projetado resultou em um incremento de custo de R\$ 64.937,39 para o orçamento da obra. Na Tabela 18 abaixo, podem ser comparados os sistemas de impermeabilização utilizados pela construtora

pré Norma de Desempenho e pós Norma de Desempenho. A construtora considerava que todos os sistemas pré Norma de Desempenho deveriam ter uma vida útil de 05 anos.

Tabela 18 — Custo alteração especificação de impermeabilização

Local	Tipo de Impermeabilização orçamento original	Unid.	Metragem (m2)	Custo Unitário	Custo Total	Tipo de Impermeabilização com Norma Desempenho	Custo Unitário	Custo Total
Impermeabilização de áreas frias internas	Argamassa polimérica semi flexível	m2	2.920,20	R\$ 33,50	R\$ 97.826,70	Argamassa polimérica flexível	R\$ 37,28	R\$ 108.853,36
Impermeabilização de pequenas Lajes	Manta asfática 4mm tipo III, aderida a maçarico	m2	296,30	R\$ 126,40	R\$ 37.452,32	Manta asfática 4mm tipo IV + Manta asfática 3mm tipo III aderida a maçarico	R\$ 133,30	R\$ 39.496,79
Impermeabilização de blocos e baldrame	Cimento polimérico	m2	1.562,00	R\$ 23,90	R\$ 37.331,80	Argamassa polimérica flexível	R\$ 37,28	R\$ 58.225,10
Impermeabilização calhas de cobertura	Manta asfática 4mm tipo III, aderida a maçarico	m2	513,23	R\$ 126,40	R\$ 64.872,27	Manta asfática 4mm tipo IV + Manta asfática 3mm tipo III aderida a maçarico	R\$ 133,30	R\$ 68.413,56
Impermeabilização de piscina	Argamassa polimérica semi-flexível	m2	199,36	R\$ 33,50	R\$ 6.678,56	Argamassa polimérica flexível com estruturante	R\$ 77,28	R\$ 15.406,54
Impermeabilização Poços elevadores	Cimento polimérico	m2	235,00	R\$ 23,90	R\$ 5.616,50	Argamassa polimérica flexível	R\$ 37,28	R\$ 8.760,80
Impermeabilização de reservatórios inferior e superior	Argamassa polimérica flexível	m2	525,30	R\$ 37,28	R\$ 19.583,18	Resina acrílica termoplástica estruturada com tela de poliéster	R\$ 66,90	R\$ 35.142,57
Totais	R\$				269.361,34	R\$		334.298,72
Diferença de custo total						R\$		64.937,39

Fonte: Construtora

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho.

4.1.2.2.9 Compartimentação vertical de tubulações de hidráulica passantes em lajes

Em atendimento aos itens 8.3 (Partes 3, 5 e 6) e 8.4 (Parte 4) da Norma de Desempenho que trata da segurança contra o fogo das edificações foi necessária a adoção de fitas intumescentes em todas as tubulações hidráulicas com mais de 40 mm e que atravessam a laje, para garantir a compartimentação vertical entre as unidades residenciais. Poderia ter sido adotado, em substituição a este procedimento, o enclausuramento de shafts hidráulicos nos apartamentos, com tempo de resistência ao fogo (TRF) igual ao do restante do projeto, porém a construtora optou por utilizar fitas intumescentes nas tubulações com diâmetro acima de 40 mm. Nos ralos de piso (de banheiro e área de serviço) e nas passagens das bacias sanitárias foram utilizados anéis metálicos para garantir a atuação das fitas intumescentes. Estas fitas, quando submetidas a temperaturas superiores a 80°C, se expandem e formam uma

barreira que impede que a fumaça e chamas passem pelo espaço que ocupam. Estas fitas são posicionadas ao redor das tubulações e dos ralos e garantem a compartimentação vertical dos ambientes em que estão inseridas. Esse procedimento não era exigido antes da publicação da Norma de Desempenho e trouxe um incremento de custo de R\$103.575,48 ao orçamento da obra, conforme Tabela 19.

Tabela 19 — Custo Implantação Fitas Intumescentes

Implantação Fita Intumescente - compartimentação vertical					
Insumo		Unidade Contratação	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
1	Fita Intumescente sem colar	Un.	2130	R\$ 23,10	R\$ 49.203,00
2	Fita Intumescente com colar	Un.	795	R\$ 42,94	R\$ 34.137,48
3	Mão de Obra Instalação	Un.	2130	R\$ 9,50	R\$ 20.235,00
Total					R\$ 103.575,48

Fonte: Construtora

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho.

4.1.2.2.10 Contrapiso acústico dos dormitórios

Conforme demonstrado no item 4.1.1.3, a simulação computacional de desempenho acústico da edificação identificou a necessidade de uma intervenção de projeto nos pisos dos dormitórios. O nível de ruído de impacto em sistemas de piso entre as unidades habitacionais deve ser avaliado nos dormitórios das unidades habitacionais. A simulação computacional indicou que na condição original de projeto o nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado $L'_{nT,w}$ ficou em 80 dB, enquanto que a Norma de Desempenho prescreve, para o nível mínimo de atendimento, a pressão sonora de impacto padrão entre 66 dB e 80 dB. O sistema de piso considerado ainda na fase de projetos foi a laje de concreto armado com espessura de 11 cm e um contrapiso de argamassa industrializada com espessura média de 4cm sobre a laje.

Nos dormitórios, os requisitos de desempenho acústico estavam sendo atendidos porém no limite da norma, com a configuração usual da construtora conforme resultado da

simulação acústica. A consultoria de simulação acústica testou algumas alternativas e fez sugestões para atendimento do item. A construtora optou por manter a espessura da laje e do contrapiso e utilizar uma manta acústica entre os dois. Conforme demonstrado em 4.1.1.3, o sistema que apresentou a maior segurança com relação aos índices de pressão sonora e também com relação ao custo é o sistema 03, que considera a laje em Concreto Armado com espessura de 11 cm mais o contrapiso de argamassa com espessura 4 cm mais uma manta acústica base poliéster com espessura 4 mm. O custo destas alterações em relação ao originalmente projetado resultou em um incremento de custo de R\$136.374,52 para o orçamento da obra, conforme tabela 20 a seguir.

Tabela 20 — Custo alteração sistema de contrapiso

Local	Sistema de piso original	Unid.	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total	Sistema de piso com a Norma de Desempenho	Custo Unitário	Custo Total
Quartos	Contrapiso argamassa industrializada e = 4cm	m2	3.371,43	R\$ 35,73	R\$ 120.461,34	Contrapiso argamassa industrializada e = 4cm	R\$ 35,73	R\$ 120.461,34
	*	*	*	*	*	Manta acústica base poliéster com espessura de 4mm	R\$ 40,45	R\$ 136.374,51
Totais	R\$ 120.461,34					R\$ 256.835,84		
Diferença de custo total						R\$ 136.374,51		

Fonte: Construtora

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho.

4.1.2.2.11 Proteção Térmica Laje de Cobertura

Conforme demonstrado no item 4.1.1.6, a simulação computacional de desempenho térmico e lumínico da edificação identificou a necessidade de uma intervenção de projeto nos pisos da cobertura das torres. Nestes ambientes, os requisitos de desempenho térmico, conforme o item 11.2 (Parte 5) da Norma de Desempenho que trata do desempenho térmico das edificações, não estavam sendo atendidos. Foram identificados problemas em dois ambientes: na calha para captação de água de chuva dos telhados e no contrapiso sob os telhados com estrutura de madeira e telhas de fibrocimento.

Nas calhas normalmente o sistema de piso seria constituído pela laje de concreto com espessura de 12 cm, regularização com argamassa, manta para impermeabilização e um contrapiso com espessura de 4,00cm com caimento para os ralos de captação. Para a calha de captação de água, a consultoria de desempenho térmico indicou a utilização de um poliestireno de media densidade de 2,5 cm de espessura, sob o contrapiso de regularização da impermeabilização. Este novo sistema, com o incremento do poliestireno, atendeu aos requisitos de desempenho térmico da cobertura, na área da calha de captação de água de chuva.

Para o sistema do telhado, a consultoria indicou a utilização de uma camada de poliestireno de media densidade com espessura 2,50cm para melhorar o desempenho térmico do sistema. Embaixo dos telhados a construtora usualmente executa um contrapiso com caimento para ralos de captação, que atuam como um sistema de proteção para o caso de algum problema no telhado que possa vir a causar infiltrações para a unidade residencial imediatamente abaixo da cobertura.

Foram utilizados 529,00m² de poliestireno de média densidade na região da calha e do telhado, ao custo de R\$ 22,17 por metro quadrado. O custo total destas alterações em relação ao originalmente projetado resultou em um incremento de custo de R\$11.729,80 para o orçamento da obra.

Este custo pode ser considerado como direto da Norma de Desempenho.

4.1.3 Resumo grupo projetos e grupo obras

Neste item serão apresentados os custos incorridos no empreendimento com o atendimento da Norma de Desempenho considerando a somatória do Grupo Projetos e do Grupo Obras.

Em virtude de todas as considerações feitas, elaborou-se a Tabela 21, que demonstra o incremento de custo considerando as alterações no empreendimento em função da Norma de Desempenho para o custo do Grupo Obra. A diferença total do custo para o Grupo Obra ficou em R\$ 822.848,39.

Tabela 21 — Orçamento Sintético de Custos – Grupo Obra

Grupo Obra									
Grupo Obra		Unidade Contratação	Quantidade	Custo Orçamento Revisado com Norma Desempenho		Custo Projeto Original sem Norma Desempenho		Diferença Total	
				Unitário	Total	Unitario	Total	R\$	%
1	Total Sub Grupo Controle Tecnológico	vb	1,00	R\$ 117.170,00	R\$ 117.170,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 117.170,00	*
2	Total Sub Grupo Execução	vb	1,00	R\$ 2.086.437,16	R\$ 2.086.437,16	R\$ 1.380.758,77	R\$ 1.380.758,77	R\$ 705.678,39	51%
Total Grupo Obra				R\$ 2.203.607,16		R\$ 1.380.758,77		R\$ 822.848,39	60%

Fonte: Autor

Considerando todos os custos envolvidos neste item, quais sejam, a soma do custo do Grupo Obra com o custo do Grupo Projeto, o incremento de custo para esta consideração é de R\$ 963.151,56 na data base, conforme apresentado na tabela 22.

Tabela 22 — Orçamento Sintético de Custos – Grupo Projetos + Grupo Obra

Grupo Projetos + Grupo Obras									
Grupo Obra		Unidade Contratação	Quantidade	Custo Orçamento Revisado com Norma Desempenho		Custo Projeto Original sem Norma Desempenho		Diferença Total	
				Unitário	Total	Unitario	Total	R\$	%
1	Total Grupo Projetos	vb	1,00	R\$ 103.500,00	R\$ 103.500,00	R\$ 8.200,00	R\$ 8.200,00	R\$ 95.300,00	1162%
2	Total Grupo Obras	vb	1,00	R\$ 2.203.607,16	R\$ 2.203.607,16	R\$ 1.380.758,77	R\$ 1.380.758,77	R\$ 822.848,39	60%
Total Grupo Obra				R\$ 2.307.107,16		R\$ 1.388.958,77		R\$ 918.148,39	66%

Fonte: Autor

Considerando o Orçamento Total da Obra em R\$ 27.676.112,92 e os gastos incorridos com a aplicação da Norma de Desempenho em R\$ 918.148,39 pode-se inferir que o custo da implantação da Norma de Desempenho representou um incremento percentual igual a 3,32% no custo total da obra.

Um segundo comparativo foi realizado, utilizando a consideração de incremento de custo em função exclusiva da Norma de Desempenho e a consideração de incremento de custo em função da influencia indireta da Norma de Desempenho, conforme tabela 23.

Tabela 23 — Orçamento Sintético de Custos – Grupo Projetos + Grupo Obra

item	Custo Original	Custo Norma de Desempenho		Incremento de Custo			
		Direto	Indireto Norma Pré Existente	Direto Norma Desempenho		Indireto Normas Pré-existent	
				R\$	%	R\$	%
Consultoria Plano de Desempenho da Obra	*	R\$ 15.200,00	*	R\$ 15.200,00	0,05%	R\$ -	0,00%
Consultoria Classificação de Ruído do Entorno	*	R\$ 8.500,00	*	R\$ 8.500,00	0,03%	R\$ -	0,00%
Consultoria Desempenho Acústico	*	R\$ 14.500,00	*	R\$ 14.500,00	0,05%	R\$ -	0,00%
Consultoria Térmica e Luminica	*	R\$ 7.800,00	*	R\$ 7.800,00	0,03%	R\$ -	0,00%
Consultoria Validação Projeto Estrutural	*	*	R\$ 32.500,00	R\$ -	0,00%	R\$ 32.500,00	0,12%
Consultoria Projetos Janelas de Alumínio	*	*	R\$ 4.500,00	R\$ -	0,00%	R\$ 4.500,00	0,02%
Consultoria Manual Proprietário e Áreas Comuns	R\$ 8.200,00	R\$ 10.500,00	*	R\$ 2.300,00	0,01%	R\$ -	0,00%
Consultoria Esquadrias Metálicas - Guarda Corpo	*		R\$ 4.500,00	R\$ -	0,00%	R\$ 4.500,00	0,02%
Projeto de Telhados	*	R\$ 5.500,00	*	R\$ 5.500,00	0,02%	R\$ -	0,00%
Ensaio de Controle de Recalque de Fundações	*	*	R\$ 17.200,00	R\$ -	0,00%	R\$ 17.200,00	0,06%
Ensaio de aderencia - Emboço fachada e emboço interno e chapisco industrializado	*	*	R\$ 10.700,00	R\$ -	0,00%	R\$ 10.700,00	0,04%
Ensaio de aderencia - Revestimento Ceramico	*	*	R\$ 5.150,00	R\$ -	0,00%	R\$ 5.150,00	0,02%
Caracterização Cerâmica - Absorção e Expansão por umidade, PEI e Coeficiente de atrito	*	*	R\$ 17.510,00	R\$ -	0,00%	R\$ 17.510,00	0,06%
Ensaio de Esquadrias de Alumínio - Câmara de Vento e Manuseio	*	*	R\$ 13.500,00	R\$ -	0,00%	R\$ 13.500,00	0,05%
Ensaio de Desempenho Acústico Esquadrias de Alumínio	*	R\$ 13.950,00	*	R\$ 13.950,00	0,05%	R\$ -	0,00%
Esquadrias de Alumínio para ensaio em Camara de Vento, Manuseio	*	R\$ -	R\$ 5.210,00	R\$ -	0,00%	R\$ 5.210,00	0,02%
Esquadrias de Alumínio para ensaios de desempenho Acustico	*	R\$ 2.350,00	*	R\$ 2.350,00	0,01%	R\$ -	0,00%
Ensaio Pressão em Escada Pressurizada	*	R\$ -	R\$ 8.500,00	R\$ -	0,00%	R\$ 8.500,00	0,03%
Ensaio sistemicos de acustica	*	R\$ 15.600,00	R\$ -	R\$ 15.600,00	0,06%	R\$ -	0,00%
Ensaio desempenho de portas	*	R\$ -	R\$ -	R\$ 7.500,00	0,03%	R\$ -	0,00%
Alteração nas janelas de Sala e Quarto	R\$ 460.625,00	R\$ 552.750,00	R\$ -	R\$ 92.125,00	0,33%	R\$ -	0,00%
Alterações nas portas de madeira dos apartamentos	R\$ 388.166,60	R\$ -	R\$ 436.584,01	R\$ -	0,00%	R\$ 48.417,41	0,17%
Alteração especificações de piso ceramico	R\$ 45.266,05	R\$ 83.935,81	*	R\$ 38.669,76	0,14%	R\$ -	0,00%
Alteração especificação da cor de fachada	R\$ 2.907,64	R\$ 12.485,03	*	R\$ 9.577,40	0,03%	R\$ -	0,00%
Incremento de Equipe em obra	*	R\$ 67.456,98	*	R\$ 67.456,98	0,24%	R\$ -	0,00%
Implantação de sistema de software para registro de evidencias de acompanhamento de obra	*	R\$ 17.200,00	*	R\$ 17.200,00	0,06%	R\$ -	0,00%
Troca de revestimento entre apartamentos com dormitórios contíguos	R\$ 93.970,81	R\$ 209.585,49	*	R\$ 115.614,68	0,42%	R\$ -	0,00%
Adequação dos sistemas de impermeabilização em função da vida útil dos sistemas	R\$ 269.361,34	R\$ 334.298,72	*	R\$ 64.937,38	0,23%	R\$ -	0,00%
Compartimentação vertical de tubulações de hidráulica passantes em lajes	*	R\$ 103.575,48	*	R\$ 103.575,48	0,37%	R\$ -	0,00%
Contrapiso acustico dormitórios	R\$ 120.461,34	R\$ 256.835,84	*	R\$ 136.374,50	0,49%	R\$ -	0,00%
Proteção Térmica Laje de Cobertura	*	R\$ 11.729,80	*	R\$ 11.729,80	0,04%	R\$ -	0,00%
Total	R\$ 1.388.958,77	R\$ 1.743.753,15	R\$ 555.854,01	R\$ 750.460,98	2,71%	R\$ 167.687,41	0,61%
CUSTO DE CONSTRUÇÃO TOTAL	R\$ 27.676.112,92						
INCREMENTO DE CUSTO PERCENTUAL TOTAL	3,32%						

Fonte: Autor

A partir desta premissa, o levantamento indica que houve um incremento de custo no valor final da obra de 2,71% relacionado diretamente com as orientações e definições da Norma de Desempenho. Indica também que houve um incremento de custo no valor final da obra de 0,61% em função da influência indireta da Norma de Desempenho, devido a normas técnicas brasileiras pré-existentes em relação à Norma.

4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O impacto de custo da implantação da Norma de Desempenho no empreendimento estudado foi da ordem de 3,32%, valor que foi considerado significativo pela direção da construtora alvo do estudo.

Quanto ao resultado apresentado na Tabela 23, o estudo demonstrou que o impacto direto da Norma de Desempenho na obra foi de 2,71% e este valor pode ser considerado significativo, representando cerca de 81,60% do impacto de custo apurado. O impacto indireto da Norma de Desempenho na obra foi de 0,61%, representando cerca de 18,40 % do impacto de custo apurado.

O que se pode verificar é que os valores quando somados são importantes para a composição de custos de uma obra de Habitação de Interesse Social.

4.2.1 Análise dos custos em relação aos requisitos de Desempenho

Os custos envolvidos na implantação da Norma de Desempenho também podem ser estudados sob outra perspectiva, qual seja, o agrupamento dos custos em função dos requisitos de desempenho da Norma. A seguir serão apresentados os custos agrupados por requisitos de desempenho, considerando que os gastos totais incorridos com a aplicação da Norma de Desempenho somam R\$ 918.148,39 os percentuais apresentados nas tabelas a seguir têm como referencia este valor. Os custos totais com os requisitos de desempenho acústico somam R\$ 349.889,18 e eles representam 38,11% de todo o custo de implantação da norma de Desempenho.

Na tabela 24 são apresentados os custos com os requisitos de desempenho térmico e lumínico. Os custos incorridos com estes requisitos representam 9,01% do custo de implantação da Norma de Desempenho para o empreendimento estudado.

Tabela 24 — Gastos com os Requisitos de Desempenho Térmico e Lumínico

Requisitos de Desempenho Térmico e Lumínico		
Item	Custo do item	% em relação ao total gasto com a Norma de Desempenho
Consultoria Térmica e Luminica	R\$ 7.800,00	0,85%
Alteração especificação da cor de fachada	R\$ 9.577,40	1,04%
Alteração janela da sala	R\$ 53.625,00	5,84%
Proteção Térmica Laje de Cobertura	R\$ 11.729,80	1,28%
Totais	R\$ 82.732,20	9,01%

Fonte: Autor

Na tabela 25 são apresentados os custos com os requisitos de estanqueidade. Os custos incorridos com estes requisitos representam 7,07% do custo de implantação da Norma de Desempenho para o empreendimento estudado.

Tabela 25 — Gastos com os Requisitos de Estanqueidade

Requisitos de Estanqueidade		
Item	Custo do item	% em relação ao total gasto com a Norma de Desempenho
Adequação dos sistemas de impermeabilização em função da vida útil dos sistemas	R\$ 64.937,01	7,07%

Fonte: Autor

Na tabela 26 são apresentados os custos que não se referem especificamente a algum requisito da Norma, mas permeiam toda a implantação da norma na obra. Os custos incorridos com este item representam 11,13% do custo de implantação da Norma de Desempenho para o empreendimento estudado.

Tabela 26 — Implantação da Norma de Desempenho

Implantação da Norma de Desempenho		
Item	Custo do item	% em relação ao total gasto com a Norma de Desempenho
Consultoria Plano de Desempenho da Obra	R\$ 15.200,00	1,66%
Consultoria Manual Proprietário e Áreas Comuns	R\$ 2.300,00	0,25%
Incremento de Equipe em obra	R\$ 67.456,98	7,35%
Implantação de sistema de software para registro de evidências de acompanhamento de obra	R\$ 17.200,00	1,87%
Totais	R\$ 102.156,98	11,13%

Fonte: Autor

Na tabela 27 são apresentados os custos com os requisitos de segurança contra incêndio. Os custos incorridos com estes requisitos representam 12,21% do custo de implantação da Norma de Desempenho para o empreendimento estudado.

Tabela 27 — Gastos com Requisitos de Segurança contra Incêndio

Requisitos de Segurança Contra Incendio		
Item	Custo do item	% em relação ao total gasto com a Norma de Desempenho
Ensaio Pressão em Escada Pressurizada	R\$ 8.500,00	0,93%
Compartimentação vertical de tubulações de hidráulica passantes em lajes	R\$ 103.575,48	11,28%
Totais	R\$ 112.075,48	12,21%

Fonte: Autor

Na tabela 28 são apresentados os custos com os requisitos de segurança estrutural. Os custos incorridos com estes requisitos representam 12,67% do custo de implantação da Norma de Desempenho para o empreendimento estudado.

Tabela 28 — Gastos com Requisitos de Segurança Estrutural

Requisitos de Segurança Estrutural		
Item	Custo do item	% em relação ao total gasto com a Norma de Desempenho
Consultoria Validação Projeto Estrutural	R\$ 32.500,00	3,54%
Projeto de Telhados	R\$ 5.500,00	0,60%
Ensaio de Controle de Recalque de Fundações	R\$ 17.200,00	1,87%
Ensaio desempenho de portas	R\$ 7.500,00	0,82%
Alterações nas portas de madeira dos apartamentos	R\$ 48.417,41	5,27%
Esquadrias de Alumínio para ensaio em Câmara de Vento e Manuseio	R\$ 5.210,00	0,57%
Totais	R\$ 116.327,41	12,67%

Fonte: Autor

Na tabela 29 são apresentados os custos com os requisitos de segurança e uso na operação. Os custos incorridos com estes requisitos representam 9,81% do custo de implantação da Norma de Desempenho para o empreendimento estudado.

Tabela 29 — Gastos com Requisitos de Segurança e uso na Operação

Requisitos de Segurança no Uso e na Operação		
Item	Custo do item	% em relação ao total gasto com a Norma de Desempenho
Ensaaios de aderencia - Emboço fachada e emboço interno e chapisco industrializado	R\$ 10.700,00	1,17%
Ensaaios de aderencia - Revestimento Ceramico	R\$ 5.150,00	0,56%
Caracterização Cerâmica - Absorção e Expansão por umidade, PEI e coeficiente de Atrito	R\$ 17.510,00	1,91%
Consultoria Esquadrias Metálicas - Guarda Corpo	R\$ 4.500,00	0,49%
Ensaio de Esquadrias de Alumínio - Câmara de Vento e Manuseio	R\$ 13.500,00	1,47%
Alteração especificações de piso ceramico	R\$ 38.669,76	4,21%
Totais	R\$ 90.029,76	9,81%

Fonte: Autor

Na tabela 30 são apresentados os custos com os requisitos de desempenho acústico. Os custos incorridos com estes requisitos representam 38,11% do custo de implantação da Norma de Desempenho para o empreendimento estudado.

Tabela 30 — Gastos com Requisitos de Desempenho Acústico

Requisito de Desempenho Acustico		
Item	Custo do item	% em relação ao total gasto com a Norma de Desempenho
Consultoria Classificação de Ruído do Entorno	R\$ 8.500,00	0,93%
Consultoria Desempenho Acústico	R\$ 14.500,00	1,58%
Consultoria Projetos Janelas	R\$ 4.500,00	0,49%
Ensaio sistemico de acustica	R\$ 15.600,00	1,70%
Ensaio de Desempenho Acústico Janelas	R\$ 13.950,00	1,52%
Esquadrias de Alumínio para ensaio de desempenho Acustico	R\$ 2.350,00	0,26%
Alteração nas janelas do quarto	R\$ 38.500,00	4,19%
Troca de revestimento entre apartamentos com quartos contíguos	R\$ 115.614,68	12,59%
Contrapiso acustico dormitórios	R\$ 136.374,50	14,85%
Totais	R\$ 349.889,18	38,11%

Fonte: Autor

Na tabela 31 é apresentado um resumo geral dos custos de implantação divididos pelos requisitos de desempenho.

Pode-se verificar que o atendimento aos requisitos de desempenho acústico é o maior responsável pelo incremento de custos na obra, com 38,11% dos custos totais, seguido pelo atendimento aos requisitos de segurança estrutural com 12,67%, Segurança contra incêndio com 12,21% e os custos com implantação da norma com 11,13% dos custos totais. Este resultado reflete exatamente o que pôde ser verificado durante o processo de implantação da norma no empreendimento estudado. Os estudos para atendimento ao requisito de desempenho acústico foram os mais trabalhosos e que dispenderam o maior tempo da equipe da construtora, dos projetistas e dos fornecedores envolvidos no processo. Para os clientes compradores de apartamentos esta também é uma de suas maiores preocupações conforme G1 (2012) e França (2018). Nestas duas reportagens, síndicos e entidades como o Secovi/SP (Sindicato das empresas de compra e venda de imóveis de São Paulo) afirmam que em 2012,

90% das reclamações registradas no Secovi/SP referem-se a barulhos excessivos provocados por moradores de condomínios. Os cuidados prescritos pela Norma de Desempenho com o desempenho acústico das edificações se justifica e traz ao mercado da construção civil uma orientação que traz um ganho de qualidade para as unidades residenciais que estão sendo entregues aos compradores.

Tabela 31 — Resumo geral de custos por requisitos de desempenho

Resumo de custos		
Requisitos	Custo do item	% em relação ao total gasto com a Norma de Desempenho
Estanqueidade	R\$ 64.937,01	7,07%
Desempenho Térmico e Lumínico	R\$ 82.732,20	9,01%
Segurança no uso e Operação	R\$ 90.029,76	9,81%
Implantação da Norma	R\$ 102.156,98	11,13%
Segurança contra incendio	R\$ 112.075,48	12,21%
Segurança Estrutural	R\$ 116.327,41	12,67%
Desempenho Acústico	R\$ 349.889,18	38,11%
Totais	R\$ 918.148,39	100,00%

Fonte: Autor

4.2.2 Análise dos custos em relação aos Subsistemas do Orçamento de obra

Os custos envolvidos na implantação da Norma de Desempenho também podem ser estudados considerando os subsistemas do orçamento de obra, com a subdivisão por itens como o impacto de custo no subsistema de fundações, no subsistema de alvenaria e assim por diante. A seguir, na tabela 32, são apresentados os incrementos de custo agrupados pelos subsistemas do orçamento. Considerando que os gastos totais incorridos com a aplicação da

Norma de Desempenho somam R\$ 918.148,02 os percentuais apresentados nas tabelas a seguir terão como referencia este valor.

Tabela 32 — Análise de Custos pelos subsistemas do orçamento

Impacto no orçamento de obra por subsistemas			
Item	Subsistema	Custo total (R\$)	% em relação ao aumento de custo
1	FUNDAÇÕES		
	Ensaio de Controle de Recalque de Fundações	R\$ 17.200,00	1,87%
2	SUPERESTRUTURA		
	Sem Impacto	*	*
3	ALVENARIA		
	Sem Impacto	*	*
4	ACABAMENTOS		
4.1	ESQUADRIAS DE MADEIRA		
	Ensaio de Desempenho de Portas	R\$ 7.500,00	
	Alteração nas portas de madeira dos apartamentos	R\$ 48.417,41	
	Total	R\$ 55.917,41	6,09%
4.2	ESQUADRIAS DE FERRO		
	Sem Impacto	*	*
4.3	ESQUADRIAS DE ALUMINIO		
	Ensaio de Esquadrias de Alumínio - Câmara de vento e Manuseio	R\$ 13.500,00	
	Ensaio de Desempenho Acústico Esquadrias de Alumínio	R\$ 13.950,00	
	Esquadrias de Alumínio para ensaio em Camara de Vento, Manuseio	R\$ 5.210,00	
	Esquadrias de Alumínio para ensaios de desempenho Acustico	R\$ 2.350,00	
	Alteração nas janelas de Sala e Quarto	R\$ 92.125,00	
	Total	R\$ 127.135,00	13,85%
4.4	TELHADOS		
	Proteção Térmica Laje de Cobertura	R\$ 11.729,80	1,28%
4.5	IMPERMEABILIZAÇÃO / TRATAMENTOS		
	Adequação dos sistemas de impermeabilização em função da vida útil dos sistemas	R\$ 64.937,38	7,07%
4.6	REVESTIMENTOS DE PAREDES INTERNAS		
	Ensaios de aderencia - emboço interno e chapisco industrializado	R\$ 5.350,00	
	Ensaios de aderencia - Revestimento Ceramico	R\$ 2.575,00	
	Caracterização Cerâmica - Absorção e Expansão por umidade	R\$ 8.755,00	
	Troca de revestimento entre apartamentos com dormitórios contíguos	R\$ 115.614,68	
	Total	132.294,68	14,41%
4.7	REVESTIMENTOS DE TETO		
	Sem Impacto	*	*

continua

Impacto no orçamento de obra por subsistemas			
Item	Subsistema	Custo total (R\$)	% em relação ao aumento de custo
4.8	REVESTIMENTOS DE PISOS (inclusive soleiras, baguetes etc)		
	Ensaios de aderencia - Revestimento Ceramico	R\$ 2.575,00	
	Caracterização Cerâmica - Absorção e Expansão por umidade, PEI e Coeficiente de atrito	R\$ 8.755,00	
	Alteração especificações de piso ceramico	R\$ 38.669,76	
	Contrapiso acustico dormitórios	R\$ 136.374,50	
	Total	R\$ 186.374,26	20,30%
4.9	DIVISÓRIAS		
	Sem Impacto	*	*
4.10	PINTURA INTERNA E EXTERNA		
	Alteração especificação da cor de fachada	R\$ 9.577,40	1,04%
4.11	LOUÇAS E METAIS		
	Sem Impacto	*	*
4.12	MÁRMORES E GRANITOS (Bancadas, Tampos e Aduelas)		
	Sem Impacto	*	*
5	REVESTIMENTOS EXTERNOS (inclusive peitoris)		
	Ensaios de aderencia - Emboço fachada e chapisco industrializado	R\$ 5.350,00	0,58%
6	INSTALAÇÕES		
6.1	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS		
	Sem Impacto	*	*
6.2	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS		
	Compartimentação vertical de tubulações de hidráulica passantes em lajes	R\$ 103.575,48	11,28%
7	EQUIPAMENTOS MECÂNICOS		
	Ensaio Pressão em Escada Pressurizada	R\$ 8.500,00	0,93%
8	PAISAGISMO E LIMPEZA		
	Sem Impacto	*	*
9	INDIRETOS		
	Incremento de Equipe em obra	R\$ 67.456,98	
	Consultoria Plano de Desempenho da Obra	R\$ 15.200,00	
	Consultoria Classificação de Ruído do Entorno	R\$ 8.500,00	
	Consultoria Desempenho Acústico	R\$ 14.500,00	
	Consultoria Térmica e Luminica	R\$ 7.800,00	
	Consultoria Validação Projeto Estrutural	R\$ 32.500,00	
	Consultoria Projetos Janelas de Alumínio	R\$ 4.500,00	
	Consultoria Manual Proprietário e Áreas Comuns	R\$ 2.300,00	
	Consultoria Esquadrias Metálicas - Guarda Corpo	R\$ 4.500,00	
	Projeto de Telhados	R\$ 5.500,00	
	Implantação de sistema de software para registro de evidencias de acompanhamento de obra	R\$ 17.200,00	
	Ensaios sistemicos de acustica	R\$ 15.600,00	
	Total	R\$ 195.556,98	21,30%
Impacto de custo Total		R\$ 918.148,39	

Fonte: Autor

Foi adotada como premissa para esta divisão de custos o tipo de incremento de custo e sua alocação foi realizada por subsistema do orçamento.

O incremento de custo com os ensaios sistêmicos de acústica foi alocado dentro dos Custos Indiretos, pois ele impacta diversos subsistemas, como por exemplo, o desempenho acústico de fachada, que envolve os subsistemas de estrutura, alvenaria, revestimento de parede interna, revestimento de parede externa e esquadrias metálicas. Assim, adotou-se como premissa a sua alocação em Consultorias Externas, no subsistema 09, de Custos Indiretos.

Os custos com os ensaios de caracterização de cerâmicas tiveram como premissa a divisão igual de valores entre os subsistemas de revestimentos de paredes internas e revestimentos de pisos. De maneira semelhante, os custos com os ensaios de aderência de emboço interno, emboço externo e chapisco industrializado tiveram como premissa a divisão igual de valores entre os subsistemas de revestimentos de paredes internas e revestimentos de fachada.

Para facilitar a visualização, a tabela 33 demonstra de maneira resumida a divisão do impacto de custos da Norma de Desempenho somente nos subsistemas do orçamento que foram afetados.

Tabela 33 — Impacto percentual de custos por subsistema no orçamento de obra

Impacto percentual no orçamento de obra por subsistemas			
Item	Subsistema	Custo (R\$)	% em relação ao aumento de custo
5	REVESTIMENTOS EXTERNOS (inclusive peitoris)	R\$ 5.350,00	0,58%
7	EQUIPAMENTOS MECÂNICOS	R\$ 8.500,00	0,93%
4.10	PINTURA INTERNA E EXTERNA	R\$ 9.577,40	1,04%
4.4	TELHADOS	R\$ 11.729,80	1,28%
1	FUNDAÇÕES	R\$ 17.200,00	1,87%
4.1	ESQUADRIAS DE MADEIRA	R\$ 55.917,41	6,09%
4.5	IMPERMEABILIZAÇÃO / TRATAMENTOS	R\$ 64.937,38	7,07%
6.2	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	R\$ 103.575,48	11,28%
4.3	ESQUADRIAS DE ALUMINIO	R\$ 127.135,00	13,85%
4.6	REVESTIMENTOS DE PAREDES INTERNAS	R\$ 132.294,68	14,41%
4.8	REVESTIMENTOS DE PISOS (inclusive soleiras, baguetes etc)	R\$ 186.374,26	20,30%
9	INDIRETOS	R\$ 195.556,98	21,30%
	TOTAIS	R\$ 918.148,39	100,00%

Fonte: Autor

O impacto mais significativo ocorreu no subsistema de Custos Indiretos, com 21,30% do impacto de custo, devido ao grande número de consultorias contratadas para auxiliar a construtora na tomada de decisões sobre as melhores opções a serem adotadas nos projetos e na obra, bem como ao incremento de equipe em obra para acompanhar a aplicação da Norma de Desempenho e recursos para facilitar este acompanhamento. O segundo maior impacto ocorreu no subsistema de revestimentos de piso, que responde com 20,30% do incremento de custo, devido à necessidade de inclusão de manta acústica nos contrapisos dos dormitórios, alteração na especificação das cerâmicas e sua caracterização. O subsistema de revestimento de paredes internas é responsável pelo incremento de custo da ordem de 14,41% em função principalmente da troca de revestimento das paredes nos dormitórios para atendimento do requisito de desempenho acústico e da alteração na especificação das cerâmicas e sua caracterização. Com impacto muito próximo ao subsistema de revestimento de paredes internas está o subsistema de esquadrias de alumínio, que responde por 13,85% do impacto de custo total. Este subsistema foi afetado pela alteração na tipologia e especificações das janelas de dormitório e sala e os ensaios envolvidos na sua caracterização. O subsistema de instalações hidráulicas teve um impacto de custo da ordem de 11,28% em função da utilização da utilização das fitas intumescentes nas prumadas hidráulicas, ralos de piso e bacias sanitárias, com vistas à compartimentação vertical para proteção contra incêndios. O subsistema de impermeabilizações foi impactado em 7,07% no seu custo em função do atendimento dos requisitos de impermeabilização da Norma de Desempenho. O subsistema de Esquadrias de madeira foi impactado em 6,09% no seu custo em função da alteração na especificação das portas de madeira da obra. Os demais subsistemas, quais sejam, fundações, telhados, pintura externa e interna, telhados e revestimentos externos, foram menos impactados em relação aos demais subsistemas, de maneira que estes cinco subsistemas somados representam um impacto de custos na ordem de 5,70%.

Outra análise ainda pode ser feita, considerando uma comparação entre o incremento de custo em função da Norma de Desempenho para cada subsistema e o valor original orçado do subsistema, conforme descrito na tabela 34 a seguir.

Tabela 34 — Impacto de custo nos subsistemas

ORÇAMENTO DE CONSTRUÇÃO		Total (R\$)	Custo Alterações Norma	% alterações Norma
1	FUNDAÇÕES	R\$ 1.762.967,44	R\$ 17.200,00	0,98%
2	SUPERESTRUTURA	R\$ 4.308.130,76	*	*
3	ALVENARIA	R\$ 1.564.419,71	*	*
4.1	ESQUADRIAS DE MADEIRA	R\$ 459.375,88	R\$ 55.917,41	12,17%
4.2	ESQUADRIAS DE FERRO	R\$ 255.109,17	*	*
4.3	ESQUADRIAS DE ALUMINIO	R\$ 885.174,02	R\$ 127.135,00	14,36%
4.4	TELHADOS	R\$ 161.867,91	R\$ 11.729,80	7,25%
4.5	IMPERMEABILIZAÇÃO / TRATAMENTOS	R\$ 269.361,62	R\$ 64.937,38	24,11%
4.6	REVESTIMENTOS DE PAREDES INTERNAS	R\$ 1.765.613,90	R\$ 132.294,68	7,49%
4.7	REVESTIMENTOS DE TETO	R\$ 358.102,78	*	*
4.8	REVESTIMENTOS DE PISOS	R\$ 925.862,46	R\$ 186.374,26	20,13%
4.9	DIVISÓRIAS	R\$ 39.750,00	*	*
4.10	PINTURA INTERNA E EXTERNA	R\$ 1.116.811,73	R\$ 9.577,40	0,86%
4.11	LOUÇAS E METAIS	R\$ 279.190,67	*	*
4.12	MÁRMORES E GRANITOS	R\$ 174.614,52	*	*
5	REVESTIMENTOS EXTERNOS	R\$ 1.004.738,31	R\$ 5.350,00	0,53%
6.1	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 2.396.910,90	*	*
6.2	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	R\$ 1.879.762,23	R\$ 103.575,48	5,51%
7	EQUIPAMENTOS MECÂNICOS	R\$ 1.110.132,89	R\$ 8.500,00	0,77%
8	PAISAGISMO E LIMPEZA	R\$ 365.581,83	*	*
9	INDIRETOS	R\$ 6.592.634,18	R\$ 195.556,98	2,97%
TOTAIS		R\$ 27.676.112,92	R\$ 918.148,39	3,32%

Fonte: Autor

A tabela 35 ilustra de maneira resumida e ordenada por relevância dos valores, o impacto de custo da Norma de Desempenho do subsistema quando comparado ao custo original do subsistema.

Tabela 35 — Impacto de custos nos subsistemas por relevância de valores

ORÇAMENTO DE CONSTRUÇÃO		Total (R\$)	Custo Alterações Norma	% alterações Norma
5	REVESTIMENTOS EXTERNOS	R\$ 1.004.738,31	R\$ 5.350,00	0,53%
7	EQUIPAMENTOS MECÂNICOS	R\$ 1.110.132,89	R\$ 8.500,00	0,77%
4.10	PINTURA INTERNA E EXTERNA	R\$ 1.116.811,73	R\$ 9.577,40	0,86%
1	FUNDAÇÕES	R\$ 1.762.967,44	R\$ 17.200,00	0,98%
9	INDIRETOS	R\$ 6.592.634,18	R\$ 195.556,98	2,97%
6.2	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	R\$ 1.879.762,23	R\$ 103.575,48	5,51%
4.4	TELHADOS	R\$ 161.867,91	R\$ 11.729,80	7,25%
4.6	REVESTIMENTOS DE PAREDES INTERNAS	R\$ 1.765.613,90	R\$ 132.294,68	7,49%
4.1	ESQUADRIAS DE MADEIRA	R\$ 459.375,88	R\$ 55.917,41	12,17%
4.3	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	R\$ 885.174,02	R\$ 127.135,00	14,36%
4.8	REVESTIMENTOS DE PISOS	R\$ 925.862,46	R\$ 186.374,26	20,13%
4.5	IMPERMEABILIZAÇÃO / TRATAMENTOS	R\$ 269.361,62	R\$ 64.937,38	24,11%
TOTAIS		R\$ 17.934.302,58	R\$ 918.148,39	5,12%

Fonte: Autor

Pelos dados apontados nas tabelas 34 e 35, fica demonstrado que os subsistemas de impermeabilizações e revestimentos de piso foram os mais afetados pelo incremento de custo da Norma de Desempenho, quando os dados são analisados tendo em vista a comparação entre o valor original do subsistema no orçamento e o incremento de custo do próprio subsistema. São valores importantes, pois representam um acréscimo de custo, quando somados, de 44,24% do valor original.

Os outros dois subsistemas que tiveram acréscimos importantes de custo em relação ao orçamento original são as esquadrias de alumínio, com 14,36% de acréscimo e as esquadrias de madeira, com 12,17% de acréscimo.

Outra análise que se pode fazer com relação aos dados das tabelas 34 e 35 é a de que o incremento de custo total quando comparado ao valor orçado somente dos subsistemas impactados pela Norma de Desempenho representa um percentual de 5,12%. Este valor pode ser considerado significativo para a análise somente dos subsistemas impactados pela Norma de Desempenho.

4.2.3 Análise dos custos em relação ao custo direto e custo indireto da Obra

Os custos envolvidos na implantação da Norma de Desempenho também podem ser estudados levando-se em conta apenas a consideração de orçamento para custos diretos e custos indiretos. A seguir, na tabela 36, são apresentados os custos agrupados segundo este critério, considerando que os gastos totais incorridos com a aplicação da Norma de Desempenho somam R\$ 918.148,39 os percentuais apresentados nas tabelas a seguir terão como referencia este valor.

Tabela 36 — Análise do impacto da Norma de Desempenho nos Custos Diretos e Indiretos

TIPO DE CUSTO		Incremento de Custo (R\$)	Incremento de Custo (%)
1	CUSTOS DIRETOS DO ORÇAMENTO - ITENS 1 A 8	R\$ 722.591,41	78,70%
2	CUSTOS INDIRETOS DO ORÇAMENTO - ITEM 9	R\$ 195.556,98	21,30%
Valor total do Incremento de Custo		R\$ 918.148,39	100,00%

Fonte: Autor

Os custos em função da utilização da Norma de Desempenho nos custos diretos do orçamento respondem por 78,70% do impacto no orçamento da obra e o impacto nos custos indiretos responde por 21,30% do impacto total de custos.

Os impactos no custo direto dizem respeito a todos os custos com os materiais e serviços utilizados no desenvolvimento da obra para aplicação da Norma de Desempenho, como a adequação das janelas de sala e dormitórios dos apartamentos tipo, a adequação dos revestimentos entre dormitórios de unidades diferentes, a utilização das fitas intumescentes nas passagens de hidráulica e assim por diante.

Os impactos nos custos indiretos dizem respeito a todas as consultorias contratadas na obra, algumas adequações de projeto e incremento de equipe para atendimento das orientações da Norma de Desempenho.

De maneira semelhante à análise feita para os subsistemas do orçamento, pode-se também comparar o incremento de custo em função da Norma de Desempenho para os custos

diretos e os custos indiretos, em relação ao valor original do orçamento, conforme demonstrado na tabela 38 a seguir.

Tabela 37 — Impacto nos Custos Diretos e Indiretos em relação ao orçamento original

TIPO DE CUSTO		Valor orçamento original		Incremento de Custo (R\$)	Incremento de Custo (%)
1	CUSTOS DIRETOS DO ORÇAMENTO - ITENS 1 A 8	R\$	21.083.478,74	R\$ 722.591,41	3,43%
2	CUSTOS INDIRETOS DO ORÇAMENTO - ITEM 9	R\$	6.592.634,18	R\$ 195.556,98	2,97%
TOTAIS		R\$	27.676.112,92	R\$ 918.148,39	3,32%

Fonte: Autor

O que se pode verificar da tabela 37 é que o impacto de custo da utilização da Norma de Desempenho nos custos diretos e nos custos indiretos do orçamento foi muito semelhante. Os valores de incremento foram de 2,97 % para os custos indiretos e de 3,43% para os custos diretos, quando a análise é feita em relação ao valor original de orçamento para esses itens.

4.3 CUSTO CORPORATIVO DO ESCRITÓRIO PARA A OBRA ESTUDADA

Durante o desenvolvimento dos projetos e da execução da obra, três departamentos da construtora se envolveram de maneira decisiva no empreendimento estudado exclusivamente para tratar dos temas da Norma de Desempenho. Os departamentos envolvidos foram o de projetos, qualidade e suprimentos. As horas de trabalho apresentadas na Tabela 38 foram apropriadas durante o desenvolvimento dos serviços em cada área. As horas de trabalho do departamento de projetos foram dedicadas exclusivamente ao desenvolvimento do PDE (Perfil de Desempenho da Edificação), das reuniões com projetistas para definição de estratégias de atendimento aos requisitos normativos e a reuniões com as equipes de obra, suprimentos e qualidade. As horas de trabalho do departamento de qualidade foram dedicadas à análise de ensaios de fabricantes, análise dos ensaios em obra, da execução dos serviços em obra e também em reuniões com os demais departamentos da empresa. As horas de trabalho do departamento de suprimentos foram dedicadas a reuniões com fornecedores para escolha de insumos que atendessem à Norma de Desempenho, bem como com os departamentos de projetos, qualidade e obra, para definições de materiais e serviços a serem adquiridos na obra.

É importante salientar que os custos apresentados não podem ser considerados como custos de obra, pois são custos corporativos da construtora, mas que do ponto de vista da incorporadora, podem ser considerados como custos específicos do empreendimento estudado. A Tabela 38 apresenta um resumo dos custos descritos acima, com as horas dos profissionais envolvidos no processo. Estes custos não foram considerados como acréscimo nos custos da obra em estudo em função da utilização da Norma de Desempenho.

Tabela 38 — Custo corporativo – Departamentos de Engenharia

Equipe de escritório dedicada à Obra Estudada					
Departamento		Unidade Contratação	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
1	Equipe de Projetos	Horas	344	R\$ 142,00	R\$ 48.848,00
2	Equipe Qualidade	Horas	189	R\$ 135,00	R\$ 25.515,00
3	Equipe Suprimentos	Horas	225	R\$ 130,00	R\$ 29.250,00
Total Equipe Escritório					R\$ 103.613,00

Fonte: Autor

Conforme Tisaka (2009) o cálculo da administração central da construtora é complexo e pode variar significativamente em função das características de cada empresa. Estão inclusos nestes custos os gastos com instalações da sede, equipamentos da empresa, remuneração de equipe de escritório, entre outros. Para o estudo em questão, a construtora considera como baixo o impacto de custo da implantação da Norma na administração central da empresa.

Em uma primeira análise poderia se esperar que a partir de um determinado número de obras, haveria a necessidade de contratação de mais profissionais para cuidar especificamente da Norma de Desempenho. Apesar disso, o que se pode observar na construtora hoje é que a utilização da Norma já faz parte da cultura da empresa e que todos os processos internos já incorporaram a utilização de projetos, materiais e serviços que atendam à Norma de Desempenho. Em casos muito específicos em obra, como por exemplo, a utilização de um novo elemento de fachada, é que as equipes de engenharia precisam dedicar um tempo extra para estudar o assunto e definir a diretriz de trabalho.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Tendo em vista todos os estudos realizados, pôde-se observar um incremento importante na composição de custos da obra estudada. O percentual de 3,32%, dos quais 2,68% podem ser considerados como influência direta da Norma de Desempenho e 0,61% podem ser considerados como influência indireta da Norma, é um valor muito significativo para a construtora alvo do estudo. Há que se considerar que os estudos realizados tem aplicação restrita à obra em questão, porém podem servir como parâmetro para obras semelhantes.

Todavia, não se pode negar que há um grande ganho para o todo o setor da construção civil e principalmente para o consumidor final das unidades residenciais. Considerando que a Norma de Desempenho tem abrangência nacional e que todos são obrigados a cumprir as suas determinações, conclui-se que esta norma tem impactado, progressivamente, os modelos de gestão (projetos e obras) dos empreendimentos no setor de edificações em todo o país.

A análise de incremento de custo por requisitos de desempenho concluiu que o desempenho acústico é o item que mais impactou a obra, sendo responsável por 38,11% do total do aumento de custo. Os requisitos de segurança e uso na operação, segurança estrutural e segurança contra incêndio, que são os próximos três requisitos mais importantes, respondem juntos por 36,00% do impacto de custo em função da utilização da Norma de Desempenho.

A análise do incremento de custo que considera os subsistemas do orçamento de obra concluiu que o item Custos Indiretos é o mais significativo, respondendo por 21,30% do incremento de custos em função da aplicação da Norma de Desempenho. O subsistema de revestimentos de pisos vem em segundo lugar, com 20,30% do aumento de custos.

Análise semelhante que considerou o impacto do incremento de custo dos subsistemas do orçamento em relação ao valor que originalmente foi orçado demonstrou que os subsistemas de revestimentos de piso e impermeabilizações foram os mais afetados pelo incremento de custo da Norma de Desempenho, representando os dois itens juntos, um acréscimo de custo de 44,24% em relação ao valor original.

A análise do incremento de custo da Norma de Desempenho sobre os custos diretos do orçamento respondem por 78,70% do impacto no orçamento da obra e o impacto nos custos indiretos responde por 21,30% do impacto total de custos. Quando a análise considera o impacto de custos sobre os valores originalmente orçados, os impactos se mostraram muito semelhantes, ficando em 2,97% sobre os custos indiretos e 3,43% sobre os custos diretos.

A análise do custo corporativo do escritório da construtora em função do tempo dispendido pelas equipes de projetos, suprimentos e qualidade para aplicação da Norma de Desempenho indicou um acréscimo de custo de aproximadamente 0,38% em relação ao custo total da obra. Porém em relação ao custo de toda a administração central da construtora, não se mostrou muito significativo.

Do ponto de vista da aplicação da Norma de Desempenho, pode-se afirmar que os requisitos de desempenho acústico, desempenho térmico, desempenho lumínico e estanqueidade (impermeabilização) precisam ser mais bem desenvolvidos dentro da própria norma, de maneira a aprimorar alguns pontos que por vezes se apresentam dúbios ou que, com a utilização da norma nestes últimos sete anos, demonstraram ser passíveis de aprimoramento.

Pode-se concluir também que o requisito de desempenho acústico, não só do ponto de vista de custo, mas principalmente do ponto de vista de aplicação, foi o requisito que mais tempo e trabalho demandou de todas as equipes da construtora como também do maior número de equipes fora da empresa, como consultorias, projetistas e fornecedores. Já a respeito do requisito de estanqueidade pode-se concluir que é aquele que ainda precisa ser mais bem detalhado, pois, como exemplo, existem incongruências entre a vida útil estimada para alguns tipos de impermeabilização de piso e a vida útil estimada para a estanqueidade do sistema como um todo.

O estudo de caso realizado demonstra que foi necessário um grande envolvimento de todos os departamentos da construtora e também da incorporadora para atendimento dos requisitos da Norma de Desempenho. Ato contínuo, toda a cadeia produtiva da construção civil está se adaptando às orientações da Norma de Desempenho, sendo que alguns setores estão mais avançados e outros ainda desenvolvendo um caminho a ser consolidado.

As definições da Norma de Desempenho estão levando a um amadurecimento do setor em todas as suas vertentes, com grandes ganhos para a engenharia brasileira e para o consumidor final. O autor pode afirmar que a publicação da Norma de Desempenho NBR 15.575/2013 é um grande marco para a engenharia civil brasileira, pois realmente foi e tem sido a responsável por uma das maiores mudanças estruturais já ocorridas na construção civil nacional nas últimas décadas.

Espera-se que o trabalho aqui apresentado possa contribuir para as construtoras e incorporadoras brasileiras e também para os demais agentes da construção civil de maneira a auxiliar no entendimento da aplicação da Norma de Desempenho, seus benefícios e

dificuldades e principalmente no estudo do impacto de custos que a Norma trouxe quando considerada uma obra de Habitação de Interesse Social. E este estudo se torna mais relevante em função do próprio resultado da pesquisa, que demonstrou um impacto significativo para o orçamento da obra estudada.

Sugere-se para trabalhos futuros que seja dada continuidade a este estudo levando-se em conta obras residenciais de padrão médio e padrão alto. Estudos nesse sentido enriqueceriam sobremaneira a utilização e implantação da Norma de Desempenho e poderiam auxiliar as construtoras e incorporadoras que atuam neste segmento, ou que pretendem fazê-lo, nesta tarefa.

REFERÊNCIAS

- _____. **NBR 15.575-1:** Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013. 71 p.
- _____. **NBR 15.575-2:** Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 2: Requisitos para os Sistemas Estruturais. Rio de Janeiro, 2013. 31 p.
- _____. **NBR 15.575-3:** Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 3: Requisitos para os Sistemas de Pisos. Rio de Janeiro, 2013. 42 p.
- _____. **NBR 15.575-4:** Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os Sistemas de Vedações Verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013. 63 p.
- _____. **NBR 15.575-5:** Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 5: Requisitos para os Sistemas de Coberturas. Rio de Janeiro, 2013. 73 p.
- _____. **NBR 15.575-6:** Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 6: Requisitos para os Sistemas Hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2013. 32 p.
- _____. **NBR 5643:** Telha de fibrocimento – verificação resistência a cargas uniformemente distribuídas. Rio de Janeiro, 2012. 5 p.
- _____. **NBR 6118:** Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2014. 238 p.
- _____. **NBR 6122:** Projeto e Execução de Fundações. Rio de Janeiro, 2019. 108 p.
- _____. **NBR 7190:** Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.
- _____. **NBR 10.821-2:** Esquadrias para edificações parte 2 – esquadrias externas – requisitos e classificações. Rio de Janeiro, 2017. 22 p.
- _____. **NBR 10.821-3:** Esquadrias para edificações parte 3 – esquadrias externas e internas – métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2017. 64 p.
- _____. **NBR 10.821-4:** Esquadrias para edificações parte 2 – esquadrias Externas – requisitos adicionais de desempenho. Rio de Janeiro, 2017. 14 p.
- _____. **NBR 13.528-1:** Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas - determinação da resistência de aderência à tração - parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2019. 3 p.
- _____. **NBR 13.818:** Placas cerâmicas para revestimento - especificação e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 1997. 78 p.
- _____. **NBR 14.081-1:** Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas parte 1: requisitos. Rio de Janeiro, 2012. 5 p.

_____. **NBR 14.081-4:** Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas parte 4:determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2012. 8 p.

_____. **NBR 14.718:** Esquadrias — guarda-corpos para edificação — requisitos, procedimentos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2019. 27 p.

_____. **NBR 14.880:** Saídas de emergência em edifícios – Escadas de segurança – Controle de fumaça por pressurização. Rio de Janeiro, 2014. 22 p.

_____. **NBR 15220-3:** Desempenho térmico de edificações parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005. 30 p.

_____. **NBR 15.930-2:** Portas de madeira para edificações - parte 2: requisitos. Rio de Janeiro, 2018. 96 p.

AUTODOC. **Norma de desempenho: os impactos da nbr 15575 na construção civil.** Outubro de 2019. Disponível em: <<https://site.autodoc.com.br/norma-de-desempenho-os-impactos-da-nbr-15575-na-construcao-civil/>>. Pesquisado em 12/12/2019.

ASBEA. **Guia para Arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho.** Brasília, 54 p., 2015.

BENTO, A.; NEVES, D.; PIRES, J.; OLIVEIRA, M.; SILVA, D. **A Influência da NBR 15575 (2013) na durabilidade e vida útil das edificações residenciais.** SEMINÁRIO DE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL. 2016, Recife. Recife: I Semipar, 2016.

BORGES, C.A. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil.** 2008. 263 p. Dissertação (mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

BRASIL. **CDC – Código de Defesa do Consumidor (1990). Artigo 39.** Brasília, DF: Congresso Nacional, 1990.

_____. Resolução nº 904 de 13 de novembro de 2018. Conselho Curador do Fundo de Garantia. **Diário Oficial da União.** Ed: 221, seção:1, pag. 200, 19 nov. 2018.

CARDOSO, L.R ; FILIPI G. **Planejamento e Custos de Construção.** 2019. Notas de Aula. Pós-USP/TGP. Escola Politécnica, São Paulo, 2019

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. **Minha Casa Minha Vida – Habitação urbana.** Disponível em: < <http://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/minha-casa-minha-vida/urbana/Paginas/default.aspx>>. 2019. Pesquisado em 20/11/2019.

CALDAS, L.R.; MOREIRA, M.M.; SPOSTO, R.M.. Acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida segundo os requisitos da Norma de Desempenho – um estudo de caso para as áreas comuns de edificações habitacionais de Brasília – DF. **Revista eletrônica de Engenharia Civil REEC**, Brasília, vol. 10, n. 2, p. 23-38, jul.- dez. 2015.

CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013, 308 p.

CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. IBGE - **Contas nacionais trimestrais – Banco de Dados CBIC**. 2020. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/home/>>. Pesquisado em 20/2/2020.

CET – COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRAFEGO DE SÃO PAULO – **Zona Máxima de Restrição de Circulação**. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/consultas/caminhoes/locais-com-restricao-ao-caminhao/zona-de-maxima-restricao-de-circulacao-zmrc.aspx>>. 2018. Pesquisado em 05/10/2018.

CGU – MINISTÉRIO DA TRANSPARENCIA, FISCALIZAÇÃO E CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO - **Relatório de Avaliação da Execução de Programa de Governo N° 66 – Programa Minha Casa Minha Vida**. Disponível em <<https://auditoria.cgu.gov.br/download/9775.pdf>>. Brasília: CGU, 2017. 59 p.

COELHO, R.V. e ROHDEN, A.B. **Custo para implantação dos níveis de desempenho acústico da nbr 15575 em sistemas de vedações verticais**. Revista de Engenharia Civil IMED. Passo Fundo, vol. 5, n. 2, p. 35-53, Jul.- Dez., 2018 – Disponível em: <<https://seer.imed.edu.br/index.php/revistaec/article/view/2385/1966>>. Pesquisado em 25/10/2019.

CONJUR – CONSULTOR JURIDICO. **Ações contra construtoras aumentam 400% em SP**. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2011-jun-11/om-boom-imobiliario-acoes-construtoras-aumentam-400-sp>>. Pesquisado em 31/01/2019.

COSTELLA, M.F.; CARUBIM, K.; PAGLIARI, C.S.; SOUZA, N.S.. **Avaliação da Norma de Desempenho: estudo de caso em cinco empreendimentos**. **Revista de Engenharia Civil IMED**, Passo Fundo, vol. 4, n. 2, p. 55-74, jul.- dez. 2017.

DUARTE, D.; GONÇALVES, J.C.S.; CARLO, MÜLFARTH, R.C.K. **Desempenho de Edifícios, Ensino de Tecnologia da Arquitetura, Certificação Ambiental de Edifícios**. **Revista PÓS**, n. 22, p. 10-24, dez. 2007.

FRANÇA, V. **Barulho é a queixa mais comum em condomínios**. **Jornal Folha de São Paulo**, São Paulo, 27 mai. 2018. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/sobretudo/morar/2018/05/1969955-barulho-e-a-queixa-mais-comum-em-condominios-de-sao-paulo.shtml?origin=folha>>. Pesquisado em 12/12/2019.

FREITAS Y.; LORENZO R. **Análise de desempenho térmico de edificações: um estudo de caso na cidade de PALMAS – TO**. Laboratório de Tecnologia da Construção, Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Tocantins, Palmas. **Revista Desafios**, v.03, n. 02, p. 14-24, 2016.

G1– Globo G1. **Barulho de vizinhos representa 90% das reclamações**. **Website Jornal G1 Campinas**, 01 dez 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2012/12/barulho-de-vizinhos-representa-90-das-reclamacoes-em-condominio.html>>. Pesquisado em 12/12/2019.

GARLET, L.; SOARES, R.M.D.; RUVIARO, R.S., GODOY, J.; SANTOS, J.C.P. Impacto nos custos de composição e paredes estruturais para adequação aos critérios de desempenho térmico e acústico da norma ABNT NBR 15575:2013. **Revista Ciência & Engenharia**. Uberlândia, v. 26, n. 02, p. 49-47, jul. – dez. 2017.

GIBSON, E.J. ; **Working with the performance approach in building**. Report. Rotterdam, 1982 (CIB State of the Art Report nº 64, p. 32).

GONÇALVES, O.; JOHN, V.; PICCHI, F. A.; SATO, N. M. Normas Técnicas para avaliação de Sistemas Construtivos Inovadores. **Coletânea Habitare**. São Paulo, v. 03, p. 43-53, 2003.

LAFETÁ, B.D.A.; FICHE, L.R.; HORTA, F.S. Avaliação das mudanças das diretrizes acústicas após a revisão da NBR 15575 (2013) em Belo Horizonte. **Revista Petra**. Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 163-178, ago./dez. 2017.

LIMA, T. Novo regimento do SIAC/PBQP-h: saiba o que mudou. **Sienge Plataforma**. São Paulo, 21 jun. 2018. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/novo-regimento-do-siac/>>. Pesquisado em 01/12/2018.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**. Editora PINI. São Paulo, 2007.

MILANEZ, A. Zona Leste tem o metro quadrado mais barato de São Paulo. **Jornal Folha de São Paulo**, São Paulo 11 mar. 2018. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/sobretudo/morar/2018/03/1959988-zona-leste-tem-o-metro-quadrado-mais-barato-de-sao-paulo.shtml>>. Pesquisado em 04/10/2018.

OKAMOTO, P.S. **Os impactos da norma brasileira de desempenho sobre o processo de projetos de edificações residenciais**. 2015. 160 p. Dissertação (mestrado) versão corrigida. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

OTERO, J. A.; SPOSTO, R.M. **Implantação da ABNT NBR 15575:2013 em empresas Incorporadoras e Construtoras a partir de processos de Sistema de Gestão da Qualidade**. XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2014, Alagoas, p. 1247-1256. Alagoas: Entac, 2014.

PBQPH - MINISTÉRIO DAS CIDADES – **Sistema de avaliação de conformidade de serviços e obras - SIAC**. Brasília, 14 jun. 2018. Disponível em: <http://pbqp-h.mdr.gov.br/projetos_siac.php>. Consultado em 20/10/2019.

POSSAN, E. ; DEMOLINER, C.A. Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral. **Revista Técnico Científica**, Curitiba, v. 1, n. 1, 18 p., 2013.

SECOVI – Sindicato da Habitação do Estado de São Paulo. **Anuário do Mercado Imobiliário do Secovi 2017**. Disponível em: <<https://www.secovi.com.br/downloads/url/2289>>. São Paulo, 245 p., 2017. Pesquisado em: 22/11/2018.

_____. Sindicato da Habitação do Estado de São Paulo. **Relatório Pesquisa do Mercado Imobiliário Julho/2018**. Disponível em: <<https://www.secovi.com.br/downloads/pesquisas-e-indices/pmi/2018/arquivos/201807-pmi.pdf>>. São Paulo, 14 p., 2018. Pesquisado em: 22/11/2018.

_____. Sindicato da Habitação do Estado de São Paulo **Relatório Pesquisa do Mercado Imobiliário Outubro/2019**. Disponível em <<https://www.secovi.com.br/downloads/pesquisas-e-indices/pmi/2019/arquivos/201910-pmi.pdf>>. São Paulo, 17 p., 2019. Pesquisado em: 16/12/2019.

SORGATO M.J.; MELO, M.J.; LAMBERTS, A.P. **Análise do método de simulação de desempenho térmico da norma NBR 15.575**. XII ENCONTRO NACIONAL E VII LATIOMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2013, Brasília, p. 13-21. Brasília: ENCAC/ELACAC, 2013.

SOUZA, J. L. P.; KERN, A. P.; TUTIKIAN, B. F. Análise quantitativa da norma de desempenho (NBR nº 15.575/2013) e principais desafios da implantação do nível superior em edificação residencial de multipavimentos. **Revista Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 13, n. 1, p. 127-144, 2018.

TCU - Tribunal de Contas da União – **Acórdão 2.369/2011. Adoção de valores referenciais para taxas de benefício e despesas indiretas – BDI site da entidade**. <<https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/#/documento/acordao-completo/2369%252F2011/%2520/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0/%2520?uuid=10afaf60-6c64-11ea-92bb-d549ffc43288>>. Consultado em 15/12/2019.

TISAKA, M. **Metodologia de cálculo da taxa do BDI e Custos Diretos para a elaboração do orçamento na construção civil**. Disponível em: <<https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2010/07/BDI.pdf>>. Revisado 2009, 25 p. Conselho deliberativo do Instituto de Engenharia. São Paulo, 2009. Pesquisado em 12/08/2019.