

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA

**Gestão de pequenos volumes de materiais de cimento-
amianto no Brasil: do uso aos resíduos**

Pedro Lombardi Filho

Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Saúde Global e
Sustentabilidade para obtenção do título
Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Saúde Global e
Sustentabilidade

Orientadora: Prof.^a Wanda Maria Risso
Günther

São Paulo

2022

Gestão de pequenos volumes de materiais de cimento-amianto no Brasil: do uso aos resíduos

Pedro Lombardi Filho

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Global e Sustentabilidade para obtenção do título Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Saúde Global e Sustentabilidade

Orientadora: Prof.^a Wanda Maria Risso Günther

Versão Revisada

São Paulo

2022

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

DEDICATÓRIA

Dedico esse estudo a Deus pela vida, a vida de meus pais que superaram a Covid 19 e agora posso partilhar com eles toda a minha alegria pela jornada percorrida.

dedico especialmente à minha esposa Cristina Aguilera, ao seu amor, companheira nesses momentos, à sua dedicação, apoio e tantos conselhos que me deram força para seguir.

e dedico também a todas as vítimas do amianto que esse trabalho possa contribuir para a redução dos impactos socioambientais e de Saúde Pública da persistente presença do amianto em nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à professora Wanda Günther pelos seus ensinamentos, determinação, vitalidade e dedicação durante os meus estudos.

Ao professor Ednilson pelos ótimos conselhos.

Aos meus irmãos pelo apoio e compreensão durante meus estudos.

À Sra. Fernanda Giannasi, que faz parte da história de luta pelo banimento do amianto no Brasil, que humildemente me acolheu com seu conhecimento e tanto me ensinou.

À arquiteta Carolina e a Gerente Rosana da extinta AMLURB que me receberam e disponibilizaram informações preciosas para o desenvolvimento de meu tema.

Ao professor Giovano pela sua parceria na elaboração de artigos.

Aos professores da USP pelo seus conhecimentos e ensinamentos nas matérias concluídas.

Aos meus colegas e amigos da FSP pelas trocas de informações e conhecimentos.

Às secretárias Vânia, Fernanda e Pedro pelos ótimos atendimentos

A todos os profissionais de saúde que dedicaram seu tempo, arriscaram suas vidas para cuidar de tantos enfermos e para que as vacinas chegassem a nós.

A todas as pessoas que dedicam o seu tempo para que tenhamos um mundo mais justo.

E também à minha querida tia Nina que mesmo em outro plano, posso agora respondê-la, já entreguei meu estudo, muito obrigado!

LOMBARDI FILHO, P. **Gestão de pequenos volumes de materiais de cimento-amianto no Brasil: do uso aos resíduos.** [tese de doutorado]. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

RESUMO

A gestão dos resíduos da construção civil (RCC) é desafio aos administradores públicos, o estudo do sistema de gestão do município de São Paulo realizado nessa Tese, após cinco anos da efetivação do sistema de rastreamento Coletas Online no município, apontou melhorias, como o aprimoramento da fiscalização dos RCC no transporte e destino, e a ampliação do número de Ecopontos, porém apesar do aumento do fluxo para os pequenos volumes, os RCC perigosos continuam à margem desta infraestrutura, dependendo de logística reversa que nem sempre atende a diversidade de RCC gerados, como para os pequenos volumes de materiais de cimento-amianto (MCA). Para o cálculo estimativo da quantidade de MCA foram pesquisadas a evolução de mercado e banimento do amianto, levantados dados de consumo interno de crisotila, de 1998 (período de permissão de uso) até 2017 (ano do banimento), a geração de resíduos de cimento-amianto (RCA) (2012 a 2017), assim como o percentual de fibras por compósito e fator durabilidade. Constatou-se significativa diferença entre a média anual de produção de MCA (1,38 milhões t) e a geração de RCA (17 mil t), evidenciando grande quantidade em uso e que a capacidade instalada dos aterros classe I no país está aquém da demanda projetada de RCA. O Sistema de gestão internacional do Reino Unido (RU) escolhido fornece instruções técnicas aos autoconstrutores, para a remoção segura de pequenos volumes de cimento-amianto e proporciona o fluxo desses resíduos pelo transporte e destinação adequados, por meio de contratação de empresa regulamentada, intermediada pelo Poder Público. O fluxograma elaborado nesta tese possibilita de forma simples aos gestores, verificar o risco do uso das telhas de cimento-amianto (TCA) em moradias de baixa renda, pela identificação das TCA, verificação de seu estado de conservação, caracterização construtiva das moradias, e após a associação dos dados, a tomada de decisão sobre a necessidade de coleta de amostras atmosféricas. Os resultados das quantidades de fibras /cm³ definem as medidas, monitoramento para ($\leq 0,1$ f/cm³) ou para ($> 0,1$ f/cm³), gestão de risco à Saúde Pública e Ambiental na localidade. Instruções técnicas de segurança foram adaptadas do R U para a realidade nacional, com a finalidade de capacitar gestores públicos para ações de desamiantização de pequenas áreas de TCA (20m²) de regiões onde há risco de inalação de fibras de amianto pela população local. Foram elaboradas orientações que abrangem a remoção, manejo, uso de EPIs, EPRs, sinalizações, limpeza, embalagem, coleta, transporte e destinação com segurança ocupacional e ambiental para a grande demanda projetada de pequenos volumes de resíduos de cimento-amianto, geradas de forma difusa, nas moradias de baixa renda do país. Portanto, é premente inserir a gestão sustentável dos MCA em uso e dos RCA de forma segura, na agenda de políticas públicas ambientais e de saúde no país. A desamiantização das moradias será cada vez mais urgente devido a aceleração da degradação das TCA ao longo do tempo pelas alterações climáticas. Os diagnósticos das condições ambientais das moradias ajudam a prevenir problemas de saúde causados pela inalação das fibras de amianto. A capacitação de gestores por meio das instruções técnicas proporciona parceria para a

desamiantização das moradias de baixa renda e reduzem o descarte irregular dos RCA, enquanto novas rotas tecnológicas devem ser estabelecidas para seu retorno ao mercado consumidor, mitigando a destinação em aterros classe I. Medidas alinhadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável, ODS 12 para consumo e produção responsáveis.

Palavras-chave: resíduos de cimento-amianto, gerenciamento de resíduos, crisotila, impactos à saúde, exposição ao amianto

LOMBARDI FILHO, P. **Management of small volumes of asbestos-cement materials in Brazil: from use to waste.** [tese de doutorado]. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

ABSTRACT

The management of waste construction (CDW) is a challenge to public administrators, the study of the management system of the municipality of São Paulo conducted in this Thesis, after five years of effectiveness of the online collection tracking system in the city, pointed out improvements, such as the improvement of the supervision of the CDW in transport and at destination, and the increase in the number of Ecopontos, however, despite the increase in the flow for small volumes, hazardous CDW remain on the margin of this infrastructure, depending on reverse logistics that does not always meet the diversity of CDW generated, such as small volumes of asbestos-cement materials (ACM). For the estimation of the amount of ACM, the evolution of the market and the banning of asbestos were researched, collecting data on the internal consumption of chrysotile, from 1998 (period of use permission) to 2017 (year of ban), the generation of cement waste -asbestos (CWA) (2012 to 2017), as well as the percentage of fibers per composite and durability factor. There was a significant difference between the average annual production of ACM (1.38 million t) and the generation of CWA (17 thousand t), evidencing a large amount in use and that the installed capacity of class I landfills in the country is below the projected CWA demand. The UK international management system chosen provides clear technical instructions to the self-builders, for the safe removal of small volumes of asbestos cement and provides the flow of these wastes by the appropriate transport and disposal, through the hiring of a regulated company, intermediated by the Government. The elaborate flowchart makes it possible for managers verify in a simplified way the risk of using asbestos-cement tiles (ACT) in low-income homes, by identifying ACT, checking their state of conservation, constructive characterization of the homes, and after associating the data, decision making on the need to collect atmospheric samples. The results of the amounts of fibers /cm³ define the measures, monitoring for (≤ 0.1 f/cm³) or for (> 0.1 f/cm³), risk management to Public and Environmental Health in the location. Technical safety instructions were adapted from the R U to the national reality, with the purpose of training public managers for asbestos removal actions in small areas of ACT (20m²) in regions where there is a risk of inhalation of asbestos fibers by the local population. Guidelines were developed covering the removal, handling, use of PPE, EPRs, signaling, cleaning, packaging, collection, transportation and disposal with occupational and environmental safety for the large projected demand of small volumes of asbestos-cement waste, generated in a diffuse, in the country's low-income housing. Therefore, it is urgent to insert the sustainable management of the ACMs in use and the ACWs in a safe manner, on the agenda of environmental and health public policies in the country. The asbestos removal of housing will be increasingly urgent due to the acceleration degradation of ACTs over time by climate change. Diagnosing the environmental conditions of the housing will help prevent health problems caused by the inhalation asbestos fibers. The training of managers through technical instructions provides a partnership for the asbestos removal of low-income housing and reduces the irregular disposal of ACW, while new

technological routes must be established for their return to the consumer market, mitigating the disposal in class I landfills. Measures aligned with sustainable development goals, SDG 12 for responsible consumption and production.

Keywords: asbestos-cement waste, waste management, chrysotile, health impacts, asbestos exposure

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	18
2. OBJETIVOS.....	20
2.1 OBJETIVO GERAL	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E CONTEXTUALIZAÇÃO.....	21
3.1 A CONSTRUÇÃO CIVIL NO CENÁRIO SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL GLOBAL	21
3.2 OS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	23
3.2.1 Conceituação dos resíduos da construção civil	23
3.2.2 Classificação dos resíduos da construção civil	25
3.2.3 Aspectos físicos dos resíduos da construção civil.....	27
3.3 A GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	28
3.3.1 A geração de RCC no âmbito internacional	29
3.3.2 A geração de RCC no Brasil	31
3.3.2.1 A geração de RCC no município de São Paulo	32
3.3.3 O descarte irregular de RCC e seus impactos no meio urbano.....	33
3.4 O MODELO DE GESTÃO DE RCC NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO	34
3.4.1 Geradores de RCC no município de São Paulo.....	35
3.4.2 Transporte e coleta de RCC	37
3.4.3 Área de destino dos RCC	42
3.4.3.1 Usinas de reciclagem de RCC.....	42
3.4.3.2 Aterros de resíduos da construção civil.....	44
3.4.3.3 Aterros de resíduos perigosos	45
3.4.3.4 Incineradores.....	48
3.4.3.5 Áreas de transbordo e triagem – ATT	49
3.4.3.6 Áreas de entrega para pequenos volumes.....	50
3.4.3.6.1 Funcionamento dos Ecopontos.....	53
3.4.4 O Poder Público e a fiscalização	54
3.4.4.1 O sistema de rastreamento.....	55
3.4.4.2 Controle de transporte de resíduos (CTR) em São Paulo	57

3.4.4.3 O Fluxo dos RCC no município de São Paulo	59
3.5 O ESTUDO DO CIMENTO-AMIANTO EM SEUS ASPECTOS E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS.....	65
3.5.1 O amianto no contexto socioeconômico	65
3.5.2 O mineral amianto	66
3.5.3 Produção de crisotila no Brasil e no mundo	68
3.5.4 Consumo de fibras crisotila e manufaturados	70
3.5.5 O amianto e os impactos na saúde global	73
3.5.6 O cimento-amianto na construção civil	74
3.5.7 A degradação de materiais de cimento-amianto	75
3.5.8 A destinação de materiais de cimento-amianto.....	78
3.6 A GESTÃO DOS RESÍDUOS DE CIMENTO-AMIANTO NO BRASIL	79
3.6.1 Iniciativas para a identificação de cimento-amianto em edificações..	82
4. MÉTODO	85
4.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	85
4.2 O CÁLCULO DA QUANTIDADE DE MCA NO BRASIL.....	88
4.2.1 O período de estudo	88
4.2.2 As fontes de dados	88
4.2.3 Critérios e fórmulas para cálculo das fibras e do MCA.....	89
4.3 O SISTEMA DE GESTÃO INTERNACIONAL PARA ESTUDO	90
4.3.1 A escolha do sistema de gestão	90
4.3.2 Análise do sistema de gestão no RU	91
4.4 FLUXOGRAMA DE ANÁLISE DE RISCO DE MORADIAS COM TCA.	92
4.5 ELABORAÇÃO DE INSTRUÇÃO TÉCNICA PARA RETIRADA DE PEQUENOS VOLUMES DE TCA	93
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	95
5.1 O CÁLCULO DA QUANTIDADE DE MCA NO BRASIL.....	95
5.1.1 Quantidade de fibras crisotila consumidas no Brasil de 1998 a 2017	95
5.1.2 - Quantidade de MCA produzido no Brasil de 1998 a 2017.	97
5.1.3 - Geração de RCA no Brasil de 2012 a 2017	98

5.2 O SISTEMA DE GESTÃO INTERNACIONAL DO ESTUDO	102
5.2.1 O sistema de gestão de resíduos da construção do RU	102
5.2.2 Apresentação e análise do sistema de gestão no RU	106
5.2.2.1 A gestão do Reino Unido para o fluxo dos pequenos volumes de MCA e RCA.	115
5.2.3 Iniciativa do RU e condado de Suffolk na Inglaterra para gestão de pequenos volumes de MCA e RCA	121
5.3 - FLUXOGRAMA DE ANÁLISE DE RISCO DE MORADIAS DE BAIXA RENDA COM COBERTURAS DE TELHAS DE CIMENTO-AMIANTO.....	128
5.4 INSTRUÇÃO TÉCNICA DE SEGURANÇA PARA A RETIRADA DE PEQUENOS VOLUMES DE TCA	140
5.5 TRABALHOS FUTUROS	157
6. CONCLUSÕES.....	158
REFERÊNCIAS	160
ANEXOS.....	175
CURRICULO LATTES	196

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE – Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ACV – Análise de Ciclo de Vida
AMLURB – Autoridade Municipal de Limpeza Urbana
ATT – Área de Transbordo e Triagem
CADRI – Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental
CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil
CTR – Controle de Transporte de Resíduos da Construção Civil
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CIB – Conselho Internacional da Construção
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral
EC – Economia Circular
EL – Economia Linear
EPI - Equipamento de Proteção Individual
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
IPEA – Instituto de Pesquisa e Economia Aplicada
LR – Logística Reversa
MTR – Manifesto de Transporte de Resíduos
NBR – Norma Brasileira
PEV – Ponto de Entrega Voluntária
PGIRS – Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PIB – Produto Interno Bruto
PMSP – Prefeitura Municipal de São Paulo
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos
MCA – Materiais de cimento-amianto
RCA – Resíduos de cimento-amianto
RCD – Resíduos da Construção e Demolição
RCC – Resíduos da Construção Civil
RMSP – Região Metropolitana de São Paulo
RSU – Resíduo Sólido Urbano
RU – Reino Unido
SES – Secretaria Municipal de Serviços
SGRCC – Sistema de Gestão e Resíduos da Construção Civil
SGRCD – Sistema de Gestão de Resíduos da Construção e Demolição
SIGOR – Sistema Estadual de Gerenciamento *online* de Resíduos
SINDUSCON-SP – Sindicato das Indústrias de Construção Civil do Estado de São Paulo
SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente
SMA-SP – Secretaria do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo
SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UE – União Européia

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo entre as quantidades de RCC, geradas por município	32
Tabela 2 - Quantidades de RCC e RSU entregues nos Ecopontos no município de São Paulo para o período 2012 a 2020.....	54
Tabela 3 - Consumo aparente de fibras e MCA, Brasil 1998 a 2017.....	96
Tabela 4 - Geração de RCA, Brasil 2012 a 2017	98
Tabela 5 - Geração RCC e taxa de reciclagem no RU no período de 2010-2018	104
Tabela 6 - Tipos de MCA e quantidades recolhidas em Bassa Reggiana - Itália.....	127

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação dos geradores e as quantidades de RCC produzidos.....	37
Quadro 2 - Definição de EPIs e EPRs para trabalhos com pequenos volumes de TCA conforme risco	143

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Composição dos resíduos da construção civil	25
Figura 2 - Retirada de telhas de cimento-amianto com uso de EPI.....	30
Figura 3 - Fluxograma da participação dos atores no SGRCC no município de São Paulo	34
Figura 4 - Caçamba estacionária cadastrada na AMLURB	39
Figura 5 - Uso indevido de caçamba de entulho no transporte de RCC perigosos.....	40
Figura 6 - Equipamentos constituintes de uma usina de reciclagem.....	43
Figura 7 - Aterro de resíduos da construção civil classe A	45
Figura 8 - Aterro classe I no estado de São Paulo	46
Figura 9 - ATT localizada no bairro do Pari município de São Paulo	50
Figura 10 - Ecoponto com coletores PEVs no município de São Paulo	51
Figura 11 – Materiais aceitos e não aceitos em Ecoponto – município de São Paulo .	52
Figura 12 - Áreas degradadas, antes e depois após implantação de Ecoponto	53
Figura 13 - Imagem do Sistema Coletas Online - área de pesquisa do CTR online, 2020	58
Figura 14 - Fluxograma da gestão de RCC no município de São Paulo	60
Figura 15 - Orientação da PMSP sobre a coleta e destinação de RCC perigosos	62
Figura 16 - Instruções para descarte de TCA - subprefeitura de Pirituba e Jaraguá, município de São Paulo, 2019	63
Figura 17 - Principais tipos comerciais de amianto	67
Figura 18 - Produção global de fibra de amianto no ano de 1950	69
Figura 19 - Principais países na produção de asbesto no período de 2010 a 2020	70
Figura 20 - Mapeamento mundial do consumo aparente, anos 2000 e 2016 e banimento 2000 e 2019.....	72
Figura 21- Dutos de cimento-amianto para distribuição de água	76
Figura 22 - Orientação indevida sobre lavagem de TCA	77
Figura 23 -Retirada e coleta de TCA em obra de demolição em São Paulo.....	81
Figura 24 -Caminhão com carroceria aberta para transporte de TCA em São Paulo..	82
Figura 25 - Mapa de classificação de tipos de telhados, Itália.....	83

Figura 26 - Símbolos padrões para uso em fluxograma	93
Figura 27 - Quantidades de fibra crisotila consumidas no Brasil,1998 a 2017.....	97
Figura 28 - Produção MCA e geração RCA no Brasil de 2012 a 2017.....	99
Figura 29 - Mapas Inglaterra, Grã-Bretanha e Reino Unido	103
Figura 30 - Gráfico de desempenho da reciclagem RC, países da Europa 2016	105
Figura 31 - Guia para lidar com amianto com Saúde e Segurança, website HSE	107
Figura 32 - Serviços com materiais com amianto friável.....	116
Figura 33 - TCA danificadas e destruídas no RU	117
Figura 34 - Fluxograma de gestão de trabalhos com materiais com amianto no RU.	119
Figura 35 - Trabalhos com MCA sem licença e sem notificação no RU.....	120
Figura 36 - Mapa do condado de Suffolk na Inglaterra	122
Figura 37 - A coleta e destinação de resíduos em Suffolk.....	123
Figura 38 - Página web para coleta de RCA em Suffolk	125
Figura 39 - Uso de TCA com a função de divisórias em moradias de baixa renda....	129
Figura 40 - Telhas de fibrocimento	130
Figura 41 -Tipos de cobertura para identificação e comparação.....	131
Figura 42 - Identificação da presença de amianto na telha de fibrocimento	132
Figura 43 - Leitor manual de identificação de fibras de amianto em materiais	134
Figura 44 - Patologias em telhas de cimento-amianto	135
Figura 45 –Moradia de baixa renda com cobertura de TCA – Diadema SP.....	136
Figura 46 – Equipamentos de coleta de ar	137
Figura 47 - Fluxograma de análise de riscos de moradias de baixa renda com TCA no Brasil.....	139
Figura 48 - Sinalização do local para trabalhos com amianto.....	145
Figura 49 - TCA instalado com parafusos de fixação em estrutura de madeira.....	146
Figura 50 - Retirada de prego de fixação diretamente sobre a TCA	147
Figura 51 - Rótulo para identificação de amianto para transporte e destinação	148
Figura 52 - Veículo de transporte para pequenos volumes de MCA do RU.....	153
Figura 53 - Infraestrutura sob TCA e cobertura geminada.....	156

1. INTRODUÇÃO

A gestão dos resíduos da construção civil (RCC) no meio urbano constitui -se em um desafio às administrações públicas municipais em todo o mundo (HOBBS *et al.* 2011). A geração, coleta, transporte e destinação dos RCC são etapas do Sistema de Gestão, cada qual com sua demanda de infraestrutura, impactos socioeconômicos e ambientais. Caracteriza-se como um sistema interdependente, ou seja, como elos em uma corrente que perde sua função caso um dos segmentos se rompa. Além dos três atores: gerador, transportador e destinatário, também há que incluir o poder público, no papel de gestor para garantir o fluxo dos RCC, desde a geração até sua destinação com retorno ao mercado consumidor e com práticas que possibilitem o menor impacto socioeconômico e ambiental. Para que isso ocorra o poder público deve dispor de ferramentas de fiscalização, incentivos, instruções técnicas ambientalmente seguras e manutenção de equipamentos urbanos para que o sistema atenda a todos, independente do volume e da classe do resíduo gerado.

Estudo do sistema de gestão do município de São Paulo realizado anteriormente ao Decreto nº 57.662/2017¹, apontou: i) deficiência na fiscalização com a necessidade de rastreamento mais efetivo dos RCC, ii) necessidade de ampliação dos pontos de coletas para pequenos volumes, para atender aos autoconstrutores, iii) criação de subclassificações dos resíduos para estabelecer novos fluxos e iv) falta de infraestrutura para o fluxo de pequenos volumes de resíduos classe D, à margem da fiscalização municipal (LOMBARDI FILHO, 2017).

Após cinco anos da efetivação do sistema de rastreamento Coletas Online e com a ampliação da rede de Ecopontos no município de São Paulo, o sistema evoluiu. Porém a falta de fluxo para os pequenos volumes de RCC perigosos apresenta-se como centro do problema da gestão atual, somado à dificuldade de fiscalização, devido à pulverização de sua geração (PINTO, 1999).

¹ Decreto nº 57.662/2017 pelo qual o município de São Paulo adotou a classificação dada pela Resolução Conama 307/2002 e alterações para os RCC gerados e efetivou a implementação do sistema de rastreamento online

Esse fluxo, ocasiona impactos significativos ao meio urbano, devido ao descarte irregular de resíduos perigosos, em locais irregulares ou ainda quando misturados nas caçambas de coleta de entulhos.

O cimento-amianto representa muito bem essa situação adversa, por ser comprovadamente perigoso e pela falta de gestão dos pequenos volumes. Estudos comprovaram sua periculosidade e classificaram todos os asbestos como cancerígenos (WHO, 2018), com a confirmação de doenças provocadas pela inalação de fibras à saúde humana (MENDES, 2001). Há falta de estudos sobre resíduos de amianto, abrangendo a quantificação da geração, o custo de descarte e o grau de perigo envolvido (KIM e HONG, 2017). Verifica-se a disseminação nos centros urbanos de todo país, pela aceitação dos materiais de cimento-amianto (MCA) no mercado, quanto ao desempenho térmico e mecânico (SCLIAR, 1998) e, ainda, pelo seu amplo uso em moradias de baixa renda, devido ao custo reduzido e facilidade de instalação (CASTRO,2021). Outros fatores importantes considerados nesse estudo são a comercialização dos MCA por mais de 70 anos no país (BRASILIT, 2021), a degradação pela ação climática ao longo do tempo, a liberação sem controle das fibras tóxicas de amianto, o risco do uso das telhas de cimento-amianto (TCA), conforme as características da habitação e os recursos tecnológicos para receber os resíduos de cimento-amianto (RCA) no país.

Portanto o objetivo deste estudo é analisar a gestão de pequenos volumes de materiais e resíduos de cimento-amianto no ambiente urbano do Brasil, com a finalidade de propor um instrumento para práticas de utilização de MCA e destinação de RCA, seguras e sustentáveis, para o seu uso em moradias de baixa renda e no manejo, coleta, transporte e destinação dos resíduos gerados, proporcionando mais possibilidades de fluxo para os resíduos perigosos de cimento-amianto. Instrumento de gestão sustentável para o manejo seguro e redução do descarte irregular de RCA, alinhado a ODS 12 para consumo e produção responsáveis.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a gestão de pequenos volumes de materiais e resíduos de cimento-amianto no ambiente urbano do Brasil, com a finalidade de propor um instrumento para práticas de utilização de MCA e destinação RCA, seguras e sustentáveis.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.1 Estimar a quantidade de materiais de cimento-amianto no Brasil.

2.2.2 Identificar e avaliar um sistema internacional de gestão de pequenos volumes de resíduos de cimento-amianto para embasar a proposta ao sistema brasileiro.

2.2.3 Elaborar fluxograma para analisar o risco do uso de telhas de cimento-amianto em moradias de baixa renda.

2.2.4 Elaborar proposição de instrução técnica para o manejo, coleta, transporte e destinação de pequenos volumes de telhas de cimento-amianto de forma segura e sustentável, para o país.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E CONTEXTUALIZAÇÃO

3.1 A CONSTRUÇÃO CIVIL NO CENÁRIO SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL GLOBAL

A indústria da construção civil é responsável por parcela significativa da economia do Brasil, com uma média de 5,3 % do Produto Interno Bruto (PIB) nacional de 2000 a 2021 (CBIC,2022). No setor da indústria representa 21,5%, dentre os segmentos que a compõe estão o Extrativismo Mineral, a Indústria de Transformação, a Produção e Distribuição de Energia, Gás, Água e Esgoto que são abastecedores e fornecedores do macrocomplexo da Construção. Somado a isso, o setor de serviços como o comércio dos materiais de construção e insumos, o transporte, o setor imobiliário, compõem uma parcela significativa da economia brasileira.

O setor da construção destaca-se também pelo grande contingente de mão de obra empregada direta ou indiretamente, segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), 6.633.000 pessoas trabalharam nas construções em 2018, no país, além do segmento envolver vários setores da economia e ser responsável por um consumo considerável de materiais, seja em quantidade ou em diversidade.

O Conselho Internacional da Construção (CIB) em 2018 aponta a indústria da construção como o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia intensamente. O consumo de energia, as edificações e as construções juntas representam 36% do uso final de energia global (UN,2017). Estima-se que a quantidade de RCC gerados globalmente ultrapasse 10 bilhões de toneladas por ano (WU *et al.*, 2019), sendo as principais economias geradoras: a China com cerca de 2,3 milhões t/ano (ZHENG *et al.*, 2017), a União Europeia com mais de 800 milhões t/ano (AJAYI *et al.*, 2016) e os Estados Unidos com cerca de 700 milhões t/ano (JAIN *et al.*, 2015). No Brasil no ano de 2020 foram coletadas cerca de 47 milhões de toneladas de RCC, ou seja, 221,2 kg por habitante/ano (ABRELPE, 2021).

Além dos insumos explorados nas pedreiras, as indústrias ligadas à construção civil: cimenteiras, químicas, petroquímicas e metalúrgicas também

utilizam grandes quantidades de recursos naturais como o calcário e a extração vegetal para o uso de madeiras. Dessa forma, segundo Kureski *et al.* (2008), a construção civil exerce forte influência sobre os setores fornecedores de insumos.

De acordo com John (2017) a Indústria da Construção Civil é responsável por mais de 50 % dos recursos naturais extraídos do planeta. O concreto em volume é o produto sólido mais processado no planeta (GARTNER, 2004) e o mais consumido (AGOPYAN e JOHN, 2011). A Construção Civil (CC) é também a maior produtora de bens de uso com grandes áreas e volumes, como as obras de arte – túneis, pontes, barragens, rodovias e as enormes quantidades de edificações espalhadas pelo planeta. Todas essas construções geram e estocam produtos e no futuro, mesmo que remoto, esses bens se tornarão resíduos. Somado a isso 55% da população mundial vive em áreas urbanas, e estima-se 68% até 2050 (UN, 2018). Mesmo com os ganhos de eficiência, a projeção do uso de recursos globais pode dobrar ou até triplicar até 2050 (KRAUSMANN *et al.*, 2018).

Frente às emissões globais de carbono relacionadas à produção de energia, estima-se que 39 % referem-se às construções, divididos em: 28% nos edifícios em operação (aquecimento, refrigeração e iluminação) e 11% de emissões de carbono que estão incorporados à geração de resíduos, uso de água, emissões de gases de efeito estufa e particulados (UN,2017).

O mercado atual tende para novos projetos e construções balizados por indicadores de impactos econômicos, sociais e ambientais *Environment, Social e Governance* (ESG). Ações como a segregação e reciclagem dos resíduos da construção civil (RCC), atualmente, estão no caminho crítico para a mitigação desses impactos. A partir desta premissa, estudos avançam para projetos e obras com a utilização de menores quantidades de materiais, desmaterialização da construção civil (HERTWICH *et al.*, 2019) e sua substituição por elementos mais eficientes, com menor impacto à saúde ambiental, como também ao aprimoramento do processo de demolição. Sendo assim, a desconstrução que requer planejamento mais apurado, devido à desmontagem sistemática de edificações, coberturas e infraestrutura, pode possibilitar maior retorno dos materiais ao ciclo econômico, reduzindo a geração

e disposição de RCC (BREBBIA; PULSELLI, 2014). A desconstrução resulta ainda em menores impactos de poluição do ar e da água, com redução de emissões fugitivas de equipamentos e veículos pesados, redução da poluição sonora, maior criação de empregos e envolvimento da comunidade no processo, por utilizar menos equipamentos e maior quantidade de mão de obra (ANURANJITA *et al.* 2018).

No segmento das coberturas e telhas, setor de destaque nos mercados da construção, no ano de 2012, comercializou-se no Brasil, cerca de 560 milhões de m²/ ano de materiais para cobertura, sendo que as telhas de fibrocimento representaram 46% desse total (ETERNIT, 2012). Portanto a substituição das fibras minerais de amianto por fibras sintéticas na fabricação dos compósitos de fibrocimento vem gerando um impacto importante no setor. Apesar da proibição das telhas de cimento-amianto, a extração e produção das fibras de amianto continuam sendo exportadas e o uso das telhas prevalecem devido à sua durabilidade, o que gera risco à saúde dos trabalhadores e dos usuários, tema que será abordado no capítulo 3.5.

3.2 OS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Neste item, os resíduos da construção civil (RCC) serão abordados conforme seu conceito nas normas e legislação do Brasil, quanto a geração, classificação e aspectos físicos.

3.2.1 Conceituação dos resíduos da construção civil

A geração de resíduos da construção civil (RCC) ocorre por demandas relacionadas à execução de empreendimentos imobiliários, como reformas, demolições e construções de novas obras, tanto por pequenos como grandes geradores (JOHN, 2000). Independente do tipo da fonte geradora, eles são produzidos em grandes quantidades e com uma variedade de tipologias que requer gestão e gerenciamento específicos. Além disso, os RCC estão atraindo

cada vez mais a atenção em todo o mundo em termos econômicos, ambientais e sociais (DING; WANG; ZOU, 2016).

O termo resíduos da construção civil (RCC) está estabelecido na normativa brasileira e vários documentos apresentam esta terminologia, a exemplo do Decreto Municipal de São Paulo nº 42.217/2002 NBR 15.112/2004 da Associação Brasileira das Normas Técnicas (ABNT), assim como as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Este termo corresponde ao similar resíduos da construção e demolição (RCD), mais utilizados em outros países.

Nessa linha, apesar de alguns autores como Schneider (2003) e Araujo *et al.* (2007) adotarem a sigla RCD, nessa tese será utilizado o termo RCC para designar os resíduos da construção civil, sendo essa notação, adotada pela Resolução CONAMA nº 307/2002 (CONAMA, 2002), primeira normativa nacional sobre a temática e pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2010).

Sendo assim, de acordo com o conceito da Resolução Conama 307/2002 em seu Art. 2º item I:

“Resíduos da construção civil são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha”.

Nota-se grande variedade de materiais presentes na composição dos RCC, como ilustrado na Figura 1, exemplo de RCC em uma área de transbordo e triagem (ATT) no município de São Paulo.

Figura 1 - Composição dos resíduos da construção civil



Fonte: O autor

Observa-se parte da diversidade de materiais que compõem os RCC, desde os resíduos a base de minerais como cimentos, cerâmicas, solo, além das madeiras, papéis, metais e gessos (Figura 1). Os RCC abrangem vários tipos de materiais, portanto foi necessária sua classificação, para regularizar a geração com segregação, coleta, transporte e destinação.

3.2.2 Classificação dos resíduos da construção civil

A classificação dos RCC no Brasil é também definida pela resolução CONAMA 307/2002 e suas alterações. Há outras normas e resoluções como a CONAMA 313/2002 que dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, a Lista Brasileira de Resíduos Sólidos do Ibama - Instrução Normativa nº 13/2012 e a norma técnica NBR 10004/2004 que normatiza a classificação dos resíduos sólidos. O Município de São Paulo adotou a classificação Conama 307/2002 para os RCC somente no ano de 2017, por meio

do Decreto nº 57.662/2017, que introduziu alterações ao Decreto nº 46.594/2005 e incorporou as definições trazidas pela Resolução Conama nº 307/2002 e suas alterações.

Portanto, as classes dos RCC estão divididas de acordo com a resolução Conama 307/2002 e suas alterações, conforme o seu Art. 3º em:

- Classe A: resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, gerados em construções, demolições, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; gerados de construções, demolições, reformas e reparos de edificações, como os componentes cerâmicos, a argamassa e o concreto; gerados de processos de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto produzidas nos canteiros de obras.
- Classe B: resíduos recicláveis para outras destinações, como os plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras, gessos, embalagens vazias de tintas imobiliárias e outros. Em 2011, a Resolução CONAMA 431/2011 alterou o artigo 3º da Resolução CONAMA nº 307/2002, mudando o gesso da classe C para a classe B, passando para a categoria de economicamente viáveis para a reciclagem. Segundo Pinheiro (2011), os resíduos dos materiais de gesso nas construções são passíveis de serem reciclados, podendo ser utilizados como catalisadores na fabricação de cimento, além de outras aplicações, como gesso agrícola para atuar nas propriedades do solo, e mesmo por meio de sua reutilização no processo de fabricação do próprio gesso.

A Resolução CONAMA nº 469/2015, por sua vez, incluiu nessa classe as embalagens vazias de tintas imobiliárias desde que o recipiente apresente apenas filme seco de tinta em seu revestimento interno, sem acúmulo de resíduo de tinta líquida; determinou ainda que as embalagens de tintas usadas na construção civil serão submetidas ao sistema de logística reversa, conforme requisitos da Lei nº 12.305/2010, que contempla a destinação ambientalmente adequada dos resíduos de tintas presentes nas embalagens.

- Classe C: pela Resolução do CONAMA nº 431/2011, são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações

economicamente viáveis que permitam reciclagem ou recuperação na atualidade, como os materiais, lã de vidro, peças de neoprene, sobras de selantes e misturas de materiais cimentícios e gesso (SINDUSCON, 2015).

- Classe D: resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como as tintas, solventes, óleos e amianto, que requerem cuidados especiais na sua destinação, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros. Nessa classe, destaca-se o amianto, enquadrado após Resolução CONAMA nº 348/2004. Devido ao seu uso em grande escala nas construções, como em telhas e caixas d'água, esses materiais com amianto durante o processo de manutenção, reforma e demolição tornam-se altamente perigosos àqueles que os manejam.

É importante ressaltar que, após dez anos, a Resolução CONAMA nº 448/2012, alterou os artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º, 11º e revogou os artigos 7º, 12º e 13º da Resolução do CONAMA nº 307/2002. As alterações nos artigos mencionados referem-se a sua nova redação, à redefinição de conceitos e ao acréscimo de outros elementos importantes na gestão dos RCC (SCHMITZ e VIANA, 2015).

3.2.3 Aspectos físicos dos resíduos da construção civil

Analisando os RCC pelos aspectos físicos, quanto ao volume e materiais mais comumente empregados nas obras convencionais, a quantidade de materiais enquadrados como classe A se sobressaem aos demais, sendo mais comuns os materiais de alvenaria, blocos, tijolos, areia e concretos. De acordo com Ulsen *et al.* (2010), cerca de 90% da massa total de RCC gerada no Brasil e na Europa é composta por concretos, argamassas, solo e gesso. No Brasil, os RCC são compostos principalmente de solos, tijolos, areias e argamassas, correspondendo a um valor próximo de 80% da composição total (LUCENA, 2005).

A tipologia de construção condiciona fortemente a classe e a quantidade de resíduos gerados (COELHO e BRITO, 2011), ou seja, para cada tipo de obra

ou demolição serão gerados resíduos diferenciados e em volumes distintos. Por exemplo, uma obra de demolição ou construção de uma cobertura em telhas cerâmicas com estrutura de vigamento em madeira geram predominantemente resíduos classes A e B, constituídas por materiais cerâmicos e madeiras.

As coletas de RCC, não segregadas, são mais frequentes nas obras de pequeno porte com baixo orçamento, mão de obra menos qualificada, área reduzida para canteiro de obras e geralmente sem gerenciamento de resíduos. Neste caso o entulho é usualmente coletado em caçambas estacionárias que acabam tendo a função de extensão do canteiro, onde ocorre a mistura de tipos e classes dos RCC, dificultando o seu processo de segregação e reciclagem.

Todas as classes de RCC, mesmo os inertes ao se misturarem a resíduos classe D, como areia misturada com materiais de cimento-amianto, tornam o composto final perigoso. Sendo assim o resíduo misturado final deve ser manejado, coletado, transportado e destinado de acordo com a regulamentação dos resíduos perigosos. O que dificulta o processo de beneficiamento e inviabiliza o reuso, aumentando os custos de toda a cadeia de fluxo com destinação em aterros classe I ou incineradores.

As misturas de RCC também podem gerar problemas entre materiais recicláveis, como o cimento (classe A) e papel (classe B) que juntos, exigem técnicas específicas para o seu beneficiamento. Projetos inovadores como a integração de sacos de cimento (embalagem de papel 100% hidrodispersíveis²) no processo de preparação do concreto possibilitam o reaproveitamento do composto (cimento e papel) e a redução da geração dos resíduos em obra (VOTORAN, 2021).

3.3 A GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Esse item irá tratar da geração dos RCC nos âmbitos: internacional, nacional e municipal (São Paulo) além do descarte irregular e seus impactos.

² Papel hidrodispersível com rápida absorção e pode ser integrado ao processo de preparação do concreto.

3.3.1 A geração de RCC no âmbito internacional

Os RCC são um grande desafio global para o desenvolvimento urbano sustentável devido à ocupação de áreas de aterros, poluição das águas, consumo de energia e emissões de gases prejudiciais (DING; WANG; ZOU, 2016). Os RCC são responsáveis por mais de 35% dos resíduos gerados na União Europeia (UE) e estima-se que o setor consome 50 % dos recursos naturais extraídos (EUROPEAN PARLIAMENT, 2022).

Para EUROPEAN COMMISSION (2021), a média per capita de RCC na UE em 2018, foi de 1,82 t / ano, excluindo os resíduos perigosos base minerais, resíduos de solo e escavação de lodo e incluindo os RCC de todas as atividades econômicas e gerados nos domicílios.

Em 2018, foram gerados nos Estados Unidos, aproximadamente 600 milhões de toneladas de RCC, mais que o dobro da quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados no país, sendo que a demolição representa mais de 90% da geração e a construção menos de 10%. Do total, mais de 455 milhões de toneladas de RCC (75%) foram redirecionados para reaproveitamento ou reciclagem e 25 % enviados a aterros. (EPA,2021).

Cerca de 40% das matérias-primas globais extraídas todos os anos se acumulam como estoques em uso na forma de edificações, infraestrutura, equipamentos de transporte e outros bens duráveis. (AGUILAR-HERNANDEZ *et al.*, 2021). A economia global passou de uma economia de produção para uma economia de estocagem, sendo que estoques de materiais compreendem todos os materiais acumulados em edifícios, infraestrutura e bens duráveis onde permanecem em uso por vários anos, até mesmo séculos. No início do século XX, 94% dos materiais processados terminaram como resíduos e emissões para o ambiente e, em 2015, por volta de 65% dos materiais processados foram devolvidos ao ambiente.(HAAS *et al.*, 2020).

Conforme o EUROPEAN COMMISSION (2018) há um potencial para melhorar a eficiência na gestão dos RCC, por grande parte ser constituída de frações minerais (tijolos, concretos, ladrilhos) com características que facilitam a reciclagem, porém com baixo valor de mercado, sendo a segregação, desde a

geração, coleta e destinação, uma atividade importante para agregar valor aos RCC.

Os RCC perigosos apesar de serem menos impactantes em volume, em relação às demais classes (BUSTOS *et al.*, 2017), requerem mais atenção em seu gerenciamento em obra. O uso de EPIs, EPRs e o treinamento especializado para manejo são exemplos de cuidados necessários para atividades com RCC perigosos, como a desmontagem de telhas de cimento-amianto (Figura 2). Além da diferenciação nos equipamentos de segurança e coleta, também são exigidos transporte especial e locais de destinação apropriados, fatores que podem gerar maior custos às obras (DEBACKER *et al.*, 2018). O gerenciamento dos RCC perigosos, quando não é realizado de forma correta, resulta em irregularidades, como coletas de resíduos misturados, que comprometem todo o conjunto gerado, além de descartes de materiais perigosos em locais inadequados que amplia os riscos de contaminação com impactos ao ambiente e à saúde.

Figura 2 - Retirada de telhas de cimento-amianto com uso de EPI



Fonte: <https://www.dmlobato.com.br/descarte-de-telhas-de-amianto.php>

O manejo, coleta, embalagem, estoque, transporte e destinação de telhas de cimento-amianto seguem especificações para que o processo possa ser realizado com segurança aos trabalhadores e menor impacto ao ambiente, conforme discutido no capítulo 5.4

3.3.2 A geração de RCC no Brasil

No Brasil em 2020, foram coletadas pelos municípios cerca de 47 milhões de toneladas de RCC, o que representa uma geração *per capita* de 221,2 kg/hab. ano (ABRELPE, 2021). A geração dos RCC no Brasil representa em torno de 50% em massa dos resíduos sólidos urbanos (RSU) (ANGULO *et al.*, 2014). Essa porcentagem é mais elevada em relação ao que ocorre na Europa, onde está em torno de 35% do total dos RSU gerados (European Parliament, 2022). A geração dos RCC ocorre de forma difusa no meio urbano, cerca de 70% do volume gerado é proveniente de reformas e da autoconstrução (SINDUSCON, 2015).

A identificação dos RCC é importante não só pela tipologia que permite sua classificação e segregação para diferentes rotas de coleta, transporte e destinos, como também, por sua origem que possibilita o diagnóstico da geração por tipo e regularização das obras (BRASIL, 2010):

- Reformas, ampliações e demolições, atividades que raramente são formalizadas com a aprovação de plantas e solicitação de alvarás, mas que, no conjunto, consiste na fonte principal desses resíduos;
- Edificações novas, térreas ou de múltiplos pavimentos, áreas de construção superiores a 300 m², cujas atividades quase sempre são formalizadas;
- Novas residências individuais, tanto aquelas de maior porte, em geral formalizadas, quanto às pequenas moradias de periferia, quase sempre autoconstruídas e informais.

3.3.2.1 A geração de RCC no município de São Paulo

O município de São Paulo possui uma população estimada em 12,4 milhões habitantes, quase 6,0% da população total do Brasil (IBGE, 2021). O número de habitantes é quase o dobro da população do Rio de Janeiro, segunda maior do país e com uma representatividade de 10,3% do PIB nacional em 2019, (IBGE,2019). A geração de RCC no município é a maior das principais capitais (Tabela 1), sendo que a quantidade gerada em t/ano é decorrente do nº de habitantes multiplicado pelo índice per capita de geração de RCC no Brasil, 221,2 kg/hab. ano (ABRELPE, 2021).

Tabela 1 - Comparativo entre as quantidades de RCC, geradas por município

Município	Nº de habitantes municípios (milhões)	Índice per capita Brasil (toneladas/hab.ano)	Quantidade gerada município (tonelada/ano)
São Paulo	12,20	0,22	2,70
Rio de Janeiro	6,77	0,22	1,50
Belo Horizonte	2,53	0,22	0,56
Curitiba	1,96	0,22	0,43

Fonte: O autor

No município de São Paulo a geração de resíduos classe A é predominante (PMSP, 2014). Conforme dados disponibilizados pela AMLURB, atual SP REGULA e coletados pelo autor, no Sistema Coletas Online da PMSP, em 2018 foram rastreados o volume de 6.079.396 m³ de RCC destinados no município de São Paulo, entre os quais, os segregados somam 82 % do total dos destinados e os misturados 17,6 %, com apenas 0,2% de RCC não informados no sistema. Desses dados, 78% são classe A onde 61% do total são solos, as classes B são 3% e classes C e D somam 1% restantes.

Apesar dessa desproporcionalidade entre a geração de classes, decorrente do alto consumo de materiais a base mineral em obras e do valor agregado dos RCC classe B, pelas quantidades de madeiras e gessos empregadas nas construções, todas as classes de RCC devem ser consideradas pelo Poder Público no papel de gestor. A importância de cada tipo de resíduos não está associada somente ao volume gerado, mas também, à sua

reciclabilidade, potencial de reservação para uso futuro e aos impactos ambientais relacionados à destinação, coleta e transporte.

3.3.3 O descarte irregular de RCC e seus impactos no meio urbano

A deposição irregular, comumente denominada de “pontos viciados” é um problema recorrente em relação à destinação inadequada de RCC no município de São Paulo. Caracteriza-se pelo acúmulo de um conjunto heterogêneo de resíduos, misturados e dispostos em locais impróprios, como vias e áreas públicas, beira de córregos, terrenos baldios e becos. Geralmente inicia-se com a deposição de pequenos volumes e logo recebe novas descargas de entulho, resíduos volumosos inservíveis, terra, materiais diversos e, até mesmo, resíduos domiciliares (PMSP, 2014). Formam-se pelo hábito recorrente de descarte irregular dos resíduos da construção civil por parte de moradores, empresas e por pequenos transportadores de RCC, por isso, demandam um processo continuado de limpeza corretiva por parte da prefeitura.

O descarte em áreas impróprias causa vários problemas para o município, como a poluição do solo, degradação da paisagem, além de se constituir em grave ameaça à saúde pública por suas características, como as embalagens vazias e os objetos vazados que retêm líquidos e formam ambientes favoráveis à proliferação de vetores (ARAUJO e GÜNTHER, 2007). Segundo a PMSP no ano de 2012, 75% do volume removido de RCC pelo poder público ocorreu em pontos viciados e verificou-se que 90% do total de resíduos sólidos ali contidos eram RCC.

Quanto à distribuição dos resíduos nos postos de entregas voluntários ou Ecopontos, os resíduos volumosos correspondem a 64%, enquanto os RCC são 31% e os recicláveis secos, 5% (PMSP, 2014). No período de 2016 a 2020, houve diminuição de 50% da disposição irregular com redução de 4 mil pontos viciados para 1980 (SP REGULA, 2021). O projeto de revitalização adotado pela PMSP inclui, além da coleta, melhorias no local degradado com a participação dos moradores e da sociedade³.

³ Notícia publicada no site SP Regula:

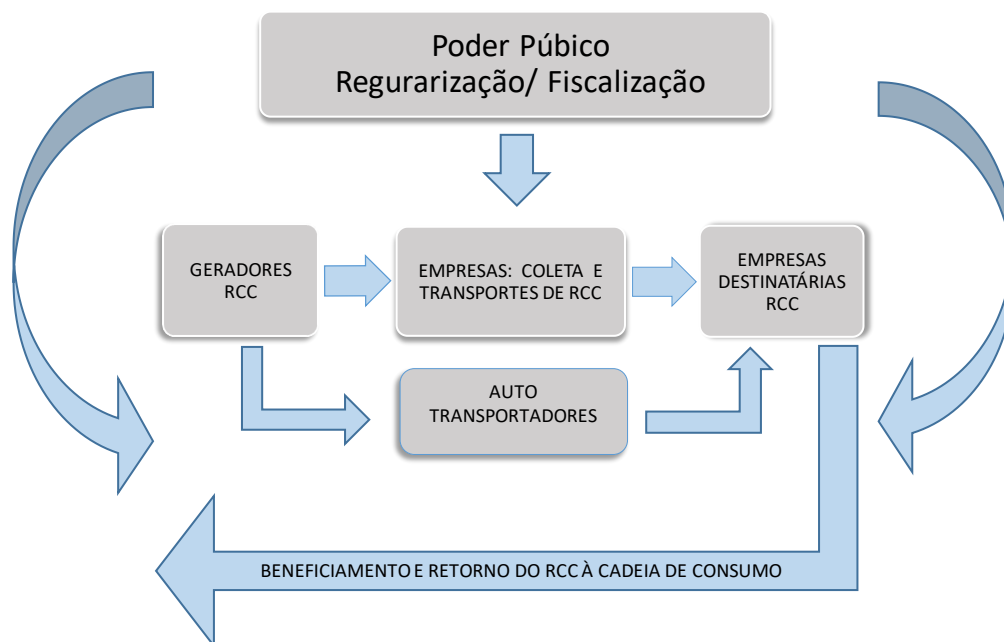
https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/spregula/residuos_solidos/noticias/?p=307233

É importante ressaltar que essa é uma medida que deve ser constante pois ainda não se formou o hábito de entrega de pequenos volumes de RCC em locais regularizados e disponibilizados pelo Poder Público. A geração de RCC é um desafio aos governantes, não somente pelo seu grande volume e impacto ao ambiente, como também, por sua diversidade na geração e pulverização das descargas irregulares nos espaços urbanos, o que dificulta o acompanhamento físico dos descartes em cada ponto (PINTO, 1999).

3.4 O MODELO DE GESTÃO DE RCC NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

O sistema de gestão do município dos resíduos da construção civil (SGRCC) do município de São Paulo envolve os atores, os geradores, as empresas de transporte e coleta, as empresas destinatárias dos RCC, e o Poder Público. Estes membros participantes do processo e a forma como se relacionam são representados pelo fluxograma (Figura 3).

Figura 3 - Fluxograma da participação dos atores no SGRCC no município de São Paulo



Fonte: O autor

No sistema de gestão de RCC cada ator possui sua função definida e regularizada pelas normas e legislações no país nos âmbitos, federal, estadual e municipal (LOMBARDI FILHO, 2017). A relação entre os atores é muito importante, impulsionando a cadeia estão os geradores em seu papel primordial, pois determinam o ritmo do processo, ao definir a classe, o volume e o grau de separação dos RCC para a coleta, transporte e destino.

O sistema em cada um de seus elos deve respeitar os princípios básicos da PNRS da não geração, redução, reuso e a reciclagem, estimulado por políticas que permitam a sua valorização, antes da destinação final dos mesmos. A coleta e transporte devem estar de acordo com as normas e legislações estabelecidas pelo Poder Público, para que garantam o fluxo dos RCC dentro da legalidade do sistema e com redução de seus impactos ao meio urbano. Os locais de destinação, conforme sua forma de tratar os RCC, podem ser temporários, para sua segregação, ou com métodos de valorização para o acúmulo, reservação e beneficiamento para reintroduzi-los na cadeia de consumo e, em última instância, aterrando-os como rejeito. O Poder Público tem função de fiscalizador, legislador, educador e incentivador para a participação efetiva dos atores no processo.

3.4.1 Geradores de RCC no município de São Paulo

Os geradores de RCC são as construtoras, empreiteiras responsáveis pelas grandes obras de construção e demolição, e as pessoas físicas, que geralmente produzem pequenos volumes de RCC, mas quantitativamente são em grande número nos municípios. A resolução Conama 307 de 5 de julho de 2002 e suas alterações define os geradores de RCC como as empresas de construção, pessoas físicas, associações, empresas públicas e privadas pertencentes a todos os setores da sociedade.

Os RCC gerados em obras de pequeno porte representam um volume expressivo do total produzido no espaço urbano. Para Pinto (1999) 75% são das autoconstruções, ou seja, gerenciadas pelo proprietário e caracterizadas como pequenas reformas, ampliações e demolições, com até 300m², raramente

formalizada com a aprovação de plantas e solicitação de alvarás (BRASIL, 2010).

Para Lima (2012), os geradores podem ser categorizados em função da forma como coletam e destinam os RCC:

- Geradores que descartam os RCC de forma irregular nos espaços urbanos, portanto, sem identificação;
- Geradores de pequenos volumes, cuja contratação de transporte por caçamba metálica é inviabilizada devido ao custo;
- Geradores de grandes volumes de RCC que são transportados em caçambas metálicas por veículos poliguindastes ou por caminhões basculantes.

A legislação do município de São Paulo, de acordo com o Decreto nº 57.662/2017, incorporou as definições trazidas pela Resolução CONAMA nº 307/2002 para os resíduos da construção civil, introduzindo alterações ao Decreto nº 46.594/2005 anteriormente em vigência no município. Essa alteração uniformizou a definição de RCC na legislação do município de São Paulo, os quais, a partir desta mudança, passaram a ser subdivididos nas classes A, B, C e D conforme o CONAMA 307 e alterações.

O conceito de grandes e pequenos geradores é estabelecido pelo Decreto Municipal nº 46.594, de 3 de novembro de 2005 e suas alterações. De acordo com este decreto, os grandes geradores de RCC são todos os que geram massa superior a 50 Kg diários.

A responsabilidade pela geração de RCC e a sua atividade é regada no município de São Paulo pela a Lei nº 14.803, de 26 de junho de 2008, a qual atribui aos geradores a responsabilidade pela destinação dos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições, bem como por aqueles resultantes dos serviços preliminares de remoção de vegetação e escavação de solo. A quantidade que diferencia pequenos e grandes volumes é também abordada pela Lei Municipal nº 14.803, de 26 de junho de 2008, a qual define:

- Pequenos volumes de resíduos da construção civil e resíduos volumosos são aqueles contidos em volumes até 1 m³ (um metro cúbico).

- Grandes volumes de resíduos da construção civil e resíduos volumosos são aqueles contidos em volumes superiores a 1 m³ (um metro cúbico).

Sendo assim, pelas denominações da legislação municipal de São Paulo, têm-se as seguintes situações para a geração de RCC conforme (Quadro 1):

Quadro 1 - Relação dos geradores e as quantidades de RCC produzidos

Descrição da situação	MASSA	VOLUME
Grandes geradores produzindo grandes volumes	> 50 kg	> 1,0 m ³
Grandes geradores produzindo pequenos volumes	> 50 kg	≤ 1,0 m ³
Pequenos geradores produzindo pequenos volumes	≤ 50 kg	≤ 1,0 m ³

Fonte: O autor

Nesse contexto, percebe-se uma faixa de categoria com unidades distintas e, ao mesmo tempo, determina-se que um grande gerador pode produzir pequenos volumes.

3.4.2 Transporte e coleta de RCC

O transporte e a coleta de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo passaram por muitas alterações. Segundo Pinto (1999), os grandes volumes de RCC eram transportados, até o final da década de 1980, via caminhões com carrocerias basculantes ou de madeira, porém, dependendo do volume, era muito significativa a presença de outros tipos de coletores que operavam com veículos isolados como "caminhonetes" e carroças a tração animal, embora este último agente seja mais comum em cidades de pequeno porte.

A atividade de transporte em caçambas estacionárias teve seu crescimento acelerado nos anos 1990, o que agilizou muito o descarte de RCC das obras e, ao mesmo tempo, gerou impactos socioeconômicos e ambientais

nas cidades. Esses impactos foram decorrentes do uso indiscriminado das caçambas por usuários geradores, transportadores e população, e também, por lentidão do processo de publicação de uma legislação que regulamentasse o uso das caçambas estacionárias no espaço urbano, o que só ocorreu mais tarde pelo Decreto 37.952, de 10 de maio de 1999.

A definição dos parâmetros quali-quantitativos, como a classificação dos RCC e sua quantificação como indicadores para a definição do tipo de transporte e o local mais adequado para a sua destinação foram determinantes para o avanço na gestão dos RCC no município de São Paulo.

A Lei Municipal de São Paulo n° 13.478, de 30 de dezembro de 2002, atualizada pela Lei Municipal n° 13.522, de 19 de fevereiro de 2003, determina, em seu artigo 22, item II, que pequenas quantidades geradas, até 50 Kg de resíduos inertes por usuário/dia, devem ser coletadas e transportadas pela própria Prefeitura Municipal, desde que os mesmos estejam acondicionados.

No caso dos pequenos volumes até 1 m³, os RCC gerados devem ser destinados (autotransportes) aos pontos de entrega voluntária, distribuídos pelo município de São Paulo, denominados de Ecopontos.

No caso dos grandes volumes, ou seja, acima de 1 m³, os grandes geradores de RCC devem contratar o serviço licenciado de empresas autorizadas⁴ de caçambas estacionárias, caçambas basculantes instaladas em veículos, carrocerias para carga seca ou equipamentos de transporte de terra, de acordo com o Art. 141 da Lei Municipal de São Paulo n° 13.478, de 2002, atualizada pela Lei Municipal n° 13.522, de 19 de fevereiro de 2003.

A PMSP disponibiliza, em seu *website*, a “lista dos transportadores de resíduos sólidos”, a qual indica as empresas autorizadas para a coleta e transporte de RCC. Além disso, as caçambas para o transporte de RCC seguem padrões e normas do município de São Paulo, como mostra a Figura 4.

⁴ Autorizatórios – Empresas ou particulares com autorização do governo para prestar serviço público (transporte de RCC) - https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/spregula/residuos_solidos/formularios/index.php?p=4631

Figura 4 - Caçamba estacionária cadastrada na AMLURB



Fonte: <https://alugueldecacambaemsp.com.br/locacao-de-cacamba-na-zona-norte-sp/>

A caçamba estacionária (Figura 4) é exemplo de caçamba utilizada para recolhimento e transporte de RCC não perigosos, com o número de cadastro, sinalizações e padrões de medidas exigidos, conforme Decreto nº 46.594, de 3 de novembro de 2005. As dimensões e sinalizações necessárias para a regularização de uma caçamba conforme o sistema de gestão do município de São Paulo estão detalhadas no (Anexo 1).

Este decreto traz outras determinações relevantes para o estabelecimento da base de dados do sistema como:

- São proibidos o armazenamento e o transporte de materiais orgânicos, perigosos e nocivos à saúde por meio de caçambas (Figura 5).
- Os materiais transportados pelos autorizatários somente poderão ser destinados aos locais devidamente licenciados pelos órgãos competentes.
- As caçambas deverão ser dotadas de tampa ou outro dispositivo de cobertura adequado de modo a impedir a queda do material durante o

período de transporte e restringir o seu conteúdo ao volume máximo de sua capacidade, limitado à sua altura e largura.

Figura 5 - Uso indevido de caçamba de entulho no transporte de RCC perigosos



Fonte:

<http://www.cvs.saude.sp.gov.br/up/amianto.manual%20demoli%C3%A7%C3%A3o.cci.vil.pdf>

Na figura 5, a caçamba de entulho para acondicionamento e transporte de RCC não perigoso está sendo utilizada de forma irregular, comportando telhas de cimento-amianto, material perigoso. O coletor não é apropriado para o transporte de RCC classe D e ainda a carga está ultrapassando o limite máximo permitido e sem a devida proteção de cobertura ou tampa, oferecendo risco ao ambiente e à saúde dos expostos.

O Decreto nº 57.662/2017 introduziu alterações ao Decreto nº 46.594/2005, incorporando definições trazidas pela Resolução CONAMA nº 307/2002 e suas alterações. Essa alteração tornou mais precisa e uniformizou a definição

de RCC na legislação do município de São Paulo. A partir desta mudança, os RCC passaram a ser subdivididos nas classes A, B, C e D. Esta modificação regularizou a coleta e transporte dos RCC classes A, B, C em um mesmo tipo de transporte, o que era irregular, pois a legislação anterior só permitia o transporte de resíduos inertes (classe A) em caminhões e caçambas. Essa mudança, portanto, trouxe uma nova possibilidade de escoamento regular desses resíduos, principalmente para as obras de menor porte.

A coleta e transporte de resíduos perigosos da construção civil não está sob a responsabilidade da gestão municipal de São Paulo. As empresas aptas a esse tipo de atividade devem seguir as normas específicas e os registros necessários para a movimentação dos resíduos classe D. O município de São Paulo segue as regras e as autorizações referentes ao CADRI – Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental obtidas junto à CETESB, (Anexo 2).

A gama de resíduos classe D é muito ampla e variada, a legislação remete o gerador a seguir normas específicas para o gerenciamento correto desses resíduos perigosos, porém faltam instruções técnicas normativas que o orientem para o manejo, coleta, transporte e destinação, direcionando o usuário à contratação de empresas especializadas no transporte, mesmo que para pequenos volumes.

O gerador de RCC classe D no Estado de São Paulo deve emitir o CADRI com as quantidades e tipos de resíduos gerados, nomear o destinatário licenciado para receber esses resíduos, os quais serão endereçados a um local regularizado para destino. Portanto no caso da retirada de materiais de cimento-amianto de uma obra, as etapas de desmontagem, embalagem, estoque, coleta, transporte ficam a cargo de empresas especializadas, conforme exigências do órgão fiscalizador. As empresas contratadas além de serem aptas tecnicamente e ambientalmente para o manejo e transporte de materiais perigosos, devem estar regularizadas no Ministério do Trabalho, que atua no processo de fiscalização do trabalhador.

3.4.3 Área de destino dos RCC

O sistema de gestão determina que as destinações dos RCC devem ocorrer conforme a finalidade do local de destino. Dessa forma, de acordo com as normas e legislações, os RCC podem ser depositados em: i) usinas de reciclagem, onde ocorre o beneficiamento dos RCC classe A, com a sua valorização e transformação em materiais para o retorno ao mercado consumidor; ii) locais de reservação para a valorização e aproveitamento futuro, nos aterros de Construção ou para terrenos que necessitam de reparações e estabilidade para futuras construções; iii) aterros de resíduos perigosos classe I ou incineradores para atendimento dos resíduos classe D; iv) ATTs, para separações e encaminhamento posterior, conforme o tipo e função do resíduo; e iv) Ecopontos para entrega voluntária de pequenos volumes de resíduos não perigosos.

3.4.3.1 Usinas de reciclagem de RCC

As usinas de reciclagem têm o objetivo de beneficiar materiais já triados para a produção de agregados com características para aplicação em obras de infraestrutura e edificações. Esse processo deve ser realizado de forma segura, sem comprometimento das questões ambientais, das condições de trabalho dos operadores dessas instalações e da qualidade de vida das populações vizinhas.

Em geral as usinas recebem os RCC já triados, ou seja, os derivados de rochas e minerais, classe A e mediante o processamento produzem agregados reciclados, a partir da transformação desses resíduos. A NBR 15114/ 2004 fixa os requisitos necessários para projeto, implantação e operação das áreas de reciclagem de RCC classe A.

No Brasil, ainda há poucas usinas instaladas, em 2015 foram contabilizadas 310 Usinas no país (ABRECON, 2016). Para Miranda *et al.* (2009), as usinas brasileiras de reciclagem de RCC, operando nas suas capacidades máximas, conseguiriam reciclar cerca de 4,5% do RCC gerado. Apesar de ser uma iniciativa sustentável a escala de implementação de

processos de aproveitamento de RCC ainda é pequena, diante das possibilidades da cidade de São Paulo (JACOBI e BENSEN, 2011).

Os RCC reciclados ao retornar à linha de consumo são destinados para a construção de sub-bases, bases asfálticas, argamassas, concretos e também para produzir blocos, tubos e lajotas de concreto com a mesma qualidade dos agregados naturais (MANFRINATO *et al.*, 2008).

Na usina de reciclagem (Figura 6), o processo inicia-se pelo depósito dos resíduos no pátio, no qual é feita a triagem manual, a fim de separar os recicláveis classes B e C. A parte predominante classe A é levada por uma pá carregadeira ao alimentador vibratório e à peneira, a qual separa os materiais finos do material grosso que vai para o britador. Na sequência, esse material segue em esteiras e passa por novas triagens, separadores magnéticos até o peneiramento final, o qual promove a classificação do agregado conforme granulometria desejada.

Figura 6 - Equipamentos constituintes de uma usina de reciclagem



Fonte: <http://www.proguaru.com.br/site/recicladora>

Foto autoria de Maurício Burim

3.4.3.2 Aterros de resíduos da construção civil

Os aterros de resíduos da construção civil, também denominados de aterros de inertes, são áreas nas quais são empregadas técnicas de disposição de RCC classe A (SINDUSCON, 2005). Embora concebidos como locais de disposição de resíduos, sua função é a reserva de materiais segregados a partir do emprego de técnicas de disposição, provisórias ou finais dos RCC inertes no solo, para utilização futura desses materiais ou o uso futuro da área.

O termo "reservação de resíduos", conforme a NBR 15113/2004, é o processo de disposição segregada de resíduos triados para reutilização ou reciclagem futura. A norma também fixa os requisitos para o projeto, a implantação e a operação dos aterros de resíduos classe A da construção civil.

Assim, diferentemente dos aterros sanitários, considerados como locais de disposição final, ou mesmo os aterros classe II A, que atenderiam as misturas de resíduos classes A, B, C e os aterros classe I para resíduos perigosos, os aterros de RCC classe A constituem-se em locais de disposição temporária, cujos RCC poderão, oportunamente, ser utilizados em obras futuras. Por outro lado, como não são constituídos por resíduos que sofrem degradação de matéria orgânica que geram chorume, por resíduos instáveis, perigosos que possam alterar ou mesmo contaminar o solo, não é previsto em seus projetos, obras de contenção, tratamento de percolados e de coleta de gases.

Aterro de resíduos da construção civil classe A com previsão de reservação de material agregado para uso futuro (Figura 7).

Figura 7 - Aterro de resíduos da construção civil classe A



Fonte: <https://www.cbrconstrutoradobrasil.com.br/aterro-construcao-civil/>

3.4.3.3 Aterros de resíduos perigosos

Os aterros de resíduos perigosos (classe I) se caracterizam como empreendimentos aptos a receber e dispor resíduos perigosos no solo, de forma adequada sem causar danos ao ambiente e saúde pública, por meio de princípios de engenharia sanitária-ambiental relacionados ao confinamento correto de resíduos. Aterros classe I e suas células operacionais (Figura 8), cuja implantação ocorre inicialmente pela seleção de uma área adequada para construção, envolvendo critérios como, caracterização topográfica da região, levantamento geológico e geotécnico (análise dos riscos), caracterização do solo, perfil do subsolo, o nível freático e mapeamento dos recursos hídricos (águas superficiais e subterrâneas) entre outros parâmetros (ZANON, 2016).

Figura 8 - Aterro classe I no estado de São Paulo



Fonte: <http://www.estre.com.br/solucoes-para-empresas/aterro-classe-i/>

A NBR 10.157/1987 estabelece critérios para projeto, construção e operação dos aterros industriais e a NBR 12.235/1992, determina as condições exigíveis para o armazenamento de resíduos sólidos perigosos de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente. A infraestrutura básica de um aterro industrial classe I é formada pelos seguintes elementos construtivos:

- Dreno subsuperficial: camada drenante de brita implantada entre o sistema de impermeabilização e o solo, para evitar a ocorrência de pressões provocadas pela presença de água subterrânea;
- Dreno testemunho: dreno vertical implantado entre as duas camadas de geomembrana de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) 1,5 a 2,0 mm de espessura, para detectar ou coletar eventuais percolações (vazamentos), caso ocorram no sistema de impermeabilização, sobretudo na primeira geomembrana;
- Sistema de coleta de percolado (sistema de drenagem de eventuais líquidos percolados): formado por um dreno vertical e drenos horizontais

instalados no interior do maciço de resíduos, para captação do percolado e direcionamento do mesmo a um reservatório de armazenamento para posterior encaminhamento para tratamento em estação de tratamento de efluentes industriais;

- Sistema de captação de águas pluviais (sistema de drenagem superficial para águas pluviais e bacias de contenção para armazenamento): sistemas de drenagens para coleta das águas pluviais incidentes na área do aterro e direcionamento para uma bacia de contenção impermeabilizada. O reuso das águas armazenadas só deve ser realizada após análise e controle de parâmetros. Seu principal uso é para a umectação dos acessos do aterro;
- Sistema de cobertura superior: i) sistema de cobertura das células operacionais de disposição final de resíduos; ii) cobertura operacional ou manta de sacrifício e; iii) cobertura definitiva no encerramento. Os sistemas de cobertura têm a função principal de proteger os resíduos da incidência de chuvas e intensificação da geração de percolado, principalmente nas etapas iniciais de operação do aterro e na cobertura final de topo;
- Sistema de lava-rodas: todos os caminhões que acessam a área do aterro devem realizar a lavagem dos pneus, antes de retornarem a seus destinos. No sistema de lava-rodas, os efluentes gerados são armazenados em um tanque e encaminhados para estações de tratamento de efluentes industriais;
- Poços de monitoramento ambiental de qualidade das águas subterrâneas. A construção dos poços deve atender a NBR⁵ 13.895:1997 - Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem;
- Monitoramento geotécnico deve averiguar as possíveis movimentações dos maciços, por meio de marcos de observações, placas de recalque e inclinômetros, medindo respectivamente as movimentações das superfícies do talude, os recalques e as deformações verticais;

⁵ NBR 13.895:1997 - substituída pela NBR15495-1 Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulados - Parte 1: Projeto e construção

Os aterros devem ser projetados e implantados de forma que ao término de sua vida útil, os impactos ambientais sejam minimizados e continuamente controlados. É de responsabilidade dos aterros, o monitoramento e manutenção por 20 anos após o seu encerramento. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes (ABETRE) em 2021 existiam 21 aterros industriais no país⁶; no Estado de São Paulo eram 3 unidades classe I, nas cidades de Caieiras, Jardinópolis e Tremembé (CETESB, 2022).

3.4.3.4 Incineradores

A incineração é tecnologia de tratamento térmico de resíduos sólidos com o objetivo principal de redução de volume. No Estado de São Paulo são 5 unidades licenciadas: i) Cosmópolis - produtos farmacêuticos; ii) Guaratinguetá - defensivos agrícolas; iii) Mauá - resíduos perigosos qualquer estado físico; iv) Suzano - incineração ou combustão de resíduos perigosos e; v) Taboão da Serra incineração ou combustão de resíduos perigosos, conforme informação CETESB⁷. No caso dos RCC não perigosos, os sistemas de tratamento das classes A já possuem um fluxo estabelecido para sua reciclagem, basicamente pela britagem mecânica dos RCC o que não comporta tratamento térmico e as classes B, plásticos, metais e gessos também possuem linhas de fluxo para sua reciclagem, direcionados a processos mecânicos, enquanto que para os derivados de madeiras priorizam-se os tratamentos com valorização energética. Portanto, a incineração de RCC é empregada para os classe D, cuja inertização é obtida por processos térmicos com técnicas que permitem a conversão para materiais inertes e com valor agregado (BERNAL *et al.*, 2016). Para os resíduos de cimento-amianto mesmo com grandes quantidades geradas, Spasiano e Pirozzi (2017) relataram que os principais tratamentos demandam alto consumo de energia e/ou reagentes, inviabilizando sua adoção em escala. Portanto, os aterros classe I ainda é a opção mais utilizada para sua destinação (SPASIANO *et al.*, 2019). O tratamento térmico será economicamente viável a partir de

⁶ Informação obtida por meio de comunicação realizada em 2022 ao Presidente da Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes (ABETRE), Sr. Luiz Gonzaga Pereira

⁷ CETESB HELPDESK. Chamado #33201 - Informação sobre os aterros classe I e incineradores em todo o Estado de São Paulo foi finalizado. Recebido via e-mail (Anexo 10) em 29/09/2022

inovações técnicas que possibilitem a redução de consumo de energia no processo e quando os volumes de RCC perigosos atingirem escala suficiente para seu tratamento.

3.4.3.5 Áreas de transbordo e triagem – ATT

A área de transbordo e triagem (ATT) dos RCC é considerada o local destinado ao recebimento de RCC e resíduos volumosos para: triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual beneficiamento e transformação, para posterior envio a destinação adequada, sem causar danos à saúde pública e ao ambiente (SINDUSCON, 2005). O material recebido é separado por tipo, sendo que o resíduo reaproveitável é comercializado e o rejeito encaminhado para aterros sanitários (PMSP, 2016), enquanto, o material de origem mineral (concreto, alvenaria, cerâmicas, areias, britas) é encaminhado para usinas de reciclagem ou para aterros de inertes.

No município de São Paulo, os resíduos recolhidos dos pontos viciados⁸ e dos Ecopontos são encaminhados para áreas distintas de disposição final, locais que além de funcionarem como ATT, também possuem a função de reservação e dispõem de unidades de reciclagem de resíduos classe A. As ATTs que atendem ao município de São Paulo, por cláusula contratual, devem reciclar no mínimo 10% dos RCC recebidos (PMSP, 2014).

De acordo com o Decreto Municipal nº 42.217/2002, nas ATTs não é permitido o recebimento de cargas de RCC constituídas predominantemente por resíduos classe D, considerando sua periculosidade, riscos ocupacionais e ambientais. Os requisitos exigíveis para o projeto, a implantação e a operação das ATTs de RCC e resíduos volumosos são fixados pela NBR 15112/2004. Nas ATTs é possível também, realizar o beneficiamento do RCC com base mineral, para isso é necessário, além da licença de funcionamento municipal, a licença de operação junto à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), sempre observadas as legislações que regem essa atividade e a Norma Técnica ABNT – NBR 15114/2004 (Resíduos da Construção Civil – Áreas de Reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação).

⁸ Áreas de descarte irregular de RCD no município de São Paulo

A Figura 9 apresenta uma ATT, na qual é observada uma grande quantidade de resíduos classe A, como os componentes cerâmicos, argamassas, solos e concretos e a presença de resíduos recicláveis (classe B) ao fundo, como papel/papelão e plásticos.

Figura 9 - ATT localizada no bairro do Pari município de São Paulo



Foto: O autor

3.4.3.6 Áreas de entrega para pequenos volumes

As áreas de entrega voluntárias para pequenos volumes são áreas públicas ou viabilizadas pela administração pública, aptas ao recebimento de pequenos volumes de RCC. No município de São Paulo, essas áreas são denominadas “Ecopontos”, caracterizadas como locais de entrega voluntária de RCC na quantidade de até 1 m³ por dia de objetos volumosos (móveis, podas de árvores etc.) e resíduos recicláveis como metais, plásticos, madeiras, vidros, papéis e papelões. Nesses locais, o usuário gerador pode destinar o material gratuitamente em caçambas específicas para cada tipo de resíduo (PMSP, s.d.), como indicado na Figura 10.

Figura 10 - Ecoponto com coletores PEVs no município de São Paulo



Foto: O autor

A Figura 10 também mostra a presença de PEVs (Pontos de Entrega Voluntária) em Ecopontos. Por serem pontos de coleta de resíduos recicláveis secos, eventualmente os PEVs podem servir como locais de escoamento de pequenos volumes de RCC, principalmente os gerados em áreas administrativas de canteiros de obra, como os plásticos, papéis e vidros (garrafas). Os PEVs, portanto, são contêineres fechados, padronizados na capacidade, cor e informações disponíveis aos usuários.

Os Ecopontos recebem no máximo 1 m³ de RCC por usuário, por dia, com a restrição ao recebimento de cargas constituídas predominantemente por RCC classe D (amianto, tintas, solventes, óleos, resíduos provenientes de instalações industriais e outros), conforme o Decreto Municipal nº 42.217, de 24 de julho de 2002. Apesar da restrição quanto à predominância, os Ecopontos do município não aceitam RCC classes D (Figura 11), com isso os resíduos de tintas e cimento-amianto, muito comuns em pequenas obras, reparos e reformas, ficam impossibilitados de serem entregues, mesmo que em pequenos volumes nos pontos de coleta.

Figura 11 – Materiais aceitos e não aceitos em Ecoponto – município de São Paulo

Ecoponto

O jeito mais inteligente e correto de descartar o que você não usa mais

CIDADE DE SÃO PAULO
SUBPREFEITURA
VILA MARIANA

✓ Materiais ACEITOS

Entulhos de construção e demolição, madeiras, móveis velhos, sobras de poda e materiais recicláveis em geral, como metais, papéis, plásticos e vidros

✗ Materiais NÃO ACEITOS

Pneus, amianto, gesso, resíduos industriais e domiciliares, material elétrico, eletrônico e de informática, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, tinta, material hospitalar

Endereços na Sub Vila Mariana

Mirandópolis: Av. Casemiro da Rocha, 1220 (esquina com Av. José Maria Whitaker)

Saioá: Rua Prof. Oswaldo Gomes Cardim (acesso pela Av. Dr. Ricardo Jafet)

Vila Mariana: Rua Afonso Celso, esquina com Rua Mauricio Francisco Klabin

De segunda a sábado, das 6h às 22h, e domingos e feriados, das 6h às 18h

Fonte: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/vila_mariana/dados/index.php?p=81062

Os Ecopontos ocupam, preferencialmente, áreas já degradadas por descarte irregular de entulho e sem comprometimento de suas funções. Além disso, podem ser utilizados de forma compartilhada por grupos locais, que desenvolvam ações de coleta seletiva de resíduos sólidos recicláveis de origem domiciliar, de acordo com o Decreto Municipal de São Paulo nº 42.217, de 24 de julho de 2002. A implantação de Ecopontos, além da coleta dos RCC, visa também à revitalização de áreas degradadas, como mostram as Figuras 12 (a) e 12 (b).

Figura 12 - Áreas degradadas, antes e depois após implantação de Ecoponto

a- Área degradada bairro Penha-São Paulo



b- Revitalização do bairro - Ecoponto Penha I



Fonte:

http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/limpurb_1319723691.pdf

3.4.3.6.1 Funcionamento dos Ecopontos

Os Ecopontos possuem funcionários para recepção e orientação aos usuários, para quais áreas internas os resíduos devem ser depositados. Porém não há registro de entrega (gerador ou transportador) e recebimento, o que dificulta o controle dos tipos de RCC recebidos, principalmente os ensacados. A emissão deste documento com a descrição e quantidade dos materiais entregues, propiciaria o controle sobre os tipos de resíduos destinados, o rastreamento e segregação, assim como o controle da quantidade diária depositada por usuário.

A adesão ao uso dos Ecopontos pelos usuários geradores reflete significativamente na diminuição dos pontos viciados de descarte irregular no município. Segundo a SP REGULA (2021) houve uma diminuição de 50% dos pontos viciados no período de 2016 a 2020 com uma redução de 4 mil pontos viciados para 1980. A Tabela 2 mostra as quantidades de RCC e RSU recebidos pelos Ecopontos no município de São Paulo no período de 2012 a 2020.

Tabela 2 - Quantidades de RCC e RSU entregues nos Ecopontos no município de São Paulo para o período 2012 a 2020⁹

ano	Unidades	RCC (t)	%	RSU (t)
2012	59	110.773,00	27%	406.617,30
2013	76	135.797,14	29%	466.397,51
2014	78	140.647,30	29%	488.577,34
2015	90	160.049,77	30%	541.054,00
2016	97	279.913,49	39%	720.855,99
2017	100	128.159,85	35%	366.171,00
2018	102	144.837,35	35%	413.821,00
2019	104	156.707,25	35%	447.735,00
2020	118	130.664,80	35%	373.328,00

Fonte: adaptado PMSP

<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/amlurb/index.php?p=185375>

No período de 2012 a 2019 foi registrado aumento médio de 46% de RCC e de 10% de RSU nos Ecopontos. Já no ano de 2020, devido à pandemia de Covid 19, houve queda similar no recebimento de ambos os resíduos, 17%. Estima-se que 35 % dos resíduos entregues nos Ecopontos são RCC (PMSP, 2021).

3.4.4 O Poder Público e a fiscalização

O poder público tem papel fundamental na fiscalização dos fluxos e no controle qualitativo no processo de geração, transporte e destinação de RCC em todas as etapas. Cada fase tem a sua particularidade e, conforme o princípio básico da PNRS, a redução na geração é primordial, seguida da reutilização do material gerado, de preferência no próprio local da obra, para posteriormente, proceder-se à reciclagem.

Os RCC devem ser segregados de acordo com a classe, o volume e a massa, para serem coletados e transportados adequadamente, ou seja, em concordância com as normas e legislações vigentes.

⁹ Para a conversão da Tabela 2 em toneladas, foi adotada a relação de 1,0 t de RCC corresponde ao volume de 1,0 m³.

Na coleta e no transporte, além das restrições quanto à classe, volume, massa e grau de separação, existe uma legislação específica, o Decreto municipal nº 46.594, de 3 de novembro de 2005 que determina como as caçambas estacionárias devem-se portar em relação à legislação de trânsito e respeitar normas, como as dimensões físicas, os limites de carga e a proteção superior, para não impactar o ambiente em que circulam.

Para os locais de destino, são previstas áreas públicas e privadas para recebimento de RCC. Essas áreas seguem regras rígidas de instalação, manutenção, deposição e disposição final, conforme as normas apresentadas: NBR 15112/2004, para as ATTs e Ecopontos; a norma NBR 15113/2004 para os aterros da construção civil; e a NBR 15114/2004 para as usinas de reciclagem. No caso da destinação de pequenos volumes, até 1 m³, os Ecopontos são os postos de entrega voluntária, administrados pelo poder público. Para garantir o controle dos RCC coletados, transportados e a sua destinação, foi criado um instrumento de fiscalização e rastreamento dos resíduos no município de São Paulo, denominado de Controle de Transporte de Resíduos - CTR.

3.4.4.1 O sistema de rastreamento

O tema gerenciamento de resíduos em obras de construção ou demolição foi abordado e discutido amplamente nos trabalhos de Lu e Yuan (2011) que recuperaram 147 artigos de pesquisa de gerenciamento de RCC no período de 1996 a 2010, sendo abordados temas importantes como a redução, reuso e reciclagem dos RCC em obras pelo uso de tecnologia, abordagem legislativa, novos conceitos em projeto, aprimoramento da mão de obra para reduzir desperdício e processos de reciclagens mais eficientes (POON; CHAN, 2007).

A gestão dos RCC amplia as ações para fora dos limites da obra, sob olhar da fiscalização pública, abrange além da geração, os fluxos na coleta, transporte e destinação dos RCC no meio urbano. Para Galharda (2018), este assunto necessita de mais estudos e pesquisas para aprimoramento.

Além dos impactos socioeconômicos e ambientais da geração dos RCC, os Sistemas de Gestão devem considerar os problemas associados, ou seja, a interação entre os equipamentos utilizados e o ambiente, como no caso dos veículos de transportes e seu impacto no trânsito, em vias urbanas, ou quando estacionados, assim como as emissões de gases e particulados na atmosfera. Destacam-se ainda os problemas de Saúde Pública ocasionados por descartes irregulares de RCC em vias e logradouros públicos, córregos e em terrenos inadequados para o seu recebimento.

Para a redução dos impactos socioeconômicos e ambientais, os Sistemas de Gestão dos RCC requerem mecanismos de controle e fiscalização em todas as suas etapas: geração, acondicionamento, coleta, transporte e destinação. Uma forma de redução é a aplicação de instrumentos de impactos econômicos na formação de políticas ambientais, como ocorreu na Dinamarca no ano de 1987, quando houve a criação de taxas sobre os insumos básicos da construção (agregados) e também, medidas de recompensas ao gerador. O instrumento determinava que a taxa de entrega nas áreas de destinação seria reembolsada caso os RCC gerados fossem reutilizáveis ou recicláveis. Medidas que reduziram 64% da quantidade de RCC destinada à aterros sanitários no período de 1987 a 1993 (ANDERSEN, 1998). A medida evidencia que o aumento do valor das taxas para a destinação de RCC, em aterros de inertes, pode estimular métodos de redução de sua geração, como a demolição seletiva (COELHO e BRITO, 2021).

O rastreamento de resíduos é um instrumento de fiscalização direcionado ao controle dos RCC, pois abrange todo o seu fluxo, ou seja, as etapas de geração, acondicionamento, coleta, transporte e destinação. No Sistema de Gestão dos Resíduos da Construção Civil (SGRCC) do município de São Paulo, os RCC seguem o seu fluxo conforme sua classificação, volume e grau de separação (LOMBARDI FILHO *et al.*, 2019, p.88).

Na França, o *software* de rastreabilidade Ivestigo, relacionado entre as melhores práticas de gestão de resíduos do relatório da Comissão Europeia (CE), foi adotado para assegurar o cumprimento da Legislação pelos geradores, ou seja, com ele é possível acompanhar os fluxos dos RCC perigosos e não

perigosos, e manter um registo dos resíduos relativos a cada obra de demolição (EUROPEAN COMMISSION, 2018).

Em Portugal, o sistema de rastreamento prevê a emissão de guias eletrônicas (e- GAR) que substituíram as guias de transporte de RCC em papel. São preenchidas *online* e têm validade no transporte rodoviário, ferroviário, marítimo e aéreo de resíduos em território nacional. O sistema abrange o gerador ou detentor, transportador e destinatário, e devem disponibilizar os seguintes dados: i) identificação, quantidade e classificação detalhada dos resíduos; ii) origem, destino dos resíduos e operação a realizar; iii) identificação dos transportadores e; iv) identificação da data do transporte de resíduos¹⁰.

3.4.4.2 Controle de transporte de resíduos (CTR) em São Paulo

O município de São Paulo recebe diariamente, nos aterros de RCC conveniados com a PMSP, apenas uma parte do que é gerado no município. Segundo Jacobi e Besen (2011), esses RCC, quando descartados de modo irregular em avenidas, ruas e praças, provocam enchentes e privam a população de espaços que poderiam ser destinados para lazer e recreação.

Para inibir esse problema e melhorar a fiscalização, foi criado o Controle de Transporte de Resíduos da Construção Civil (CTR), por meio do Decreto Municipal n° 42.217, de 25 de julho de 2002, reformulado pelo Decreto Municipal n° 46.594, de 3 de novembro de 2005. O CTR faz parte, portanto, do sistema de limpeza urbana e é documento de porte obrigatório para os operadores que fazem a coleta e o transporte de resíduos da construção civil no município de São Paulo, para comprovar a correta destinação deste material (PMSP, s.d.b).

O CTR eletrônico do município de São Paulo foi concebido para exercer o monitoramento mais efetivo desde a geração até a destinação dos RCC, a fim de possibilitar a rastreabilidade das caçambas em vias públicas, dos caminhões em trânsito e das áreas de destinação não cadastradas, para coibir a atuação de transportadores clandestinos.

¹⁰ APA- Portaria n.º 145/2017, de 26 de abril- <https://dre.pt/dre/detalhe/portaria/145-2017-106926975>

A fiscalização dos fluxos dos RCC é realizada pelo Sistema Coletas Online (SCO) da PMSP, pelo qual é possível o rastreamento e preenchimento do documento do Controle de Tráfego de Resíduos (CTR) *online*. O CTR deve ser declarado pelos respectivos atores do processo: i) gerador - relatar a origem e os tipos de resíduos gerados; ii) transportador - definir o tipo de transporte e o local de destinação e; iii) receptor - verificar se os dados declarados conferem com o material entregue. Caso os resíduos declarados sejam diferentes dos entregues, o sistema detecta uma não conformidade e os resíduos podem ser rejeitados pelo destinatário. Os CTRs não baixados são bloqueados e o transportador estará sujeito às sanções previstas nas leis 13.478/2002 e 14.803/2008 (PMSP, 2018).

A Figura 13 apresenta a forma como as informações são requeridas na tela de preenchimento de dados *online* do CTR eletrônico da PMSP / AMLURB.

Figura 13 - Imagem do Sistema Coletas Online - área de pesquisa do CTR online, 2020

The image shows a screenshot of the AMLURB (Autoridade Municipal de Limpeza Urbana) web application. The header includes the AMLURB logo and the Prefeitura de São Paulo logo. The user is logged in as 'Piem Vindo' and is in the 'Módulo: Secretaria' section. The main content area is titled 'Início Módulo/Controle de CTR'. Below this, there is a search form for 'Pesquisa Avançada de CTRs'. The form includes options for data selection (Período de Envio, Retirada, or Recebimento) and date ranges (Desde: 19/05/2018, Até: 19/06/2018). There are also input fields for 'Gerador (Digite o Nome/CPF/CNPJ)', 'Nº CTR', 'Nº Ident. Caçamba', and 'Placa Veículo'. Below the form are buttons for 'PESQUISAR' and 'EXPORTAR'. A green box indicates 'Total de CTRs: 0'. At the bottom, there is a table header for 'CTR's' with a search bar and a message 'Nenhum registro encontrado!'. The page also shows 'Itens por página: 10' and navigation links for 'Página', 'Anterior', 'Próximo', and 'Último'.

Fonte:

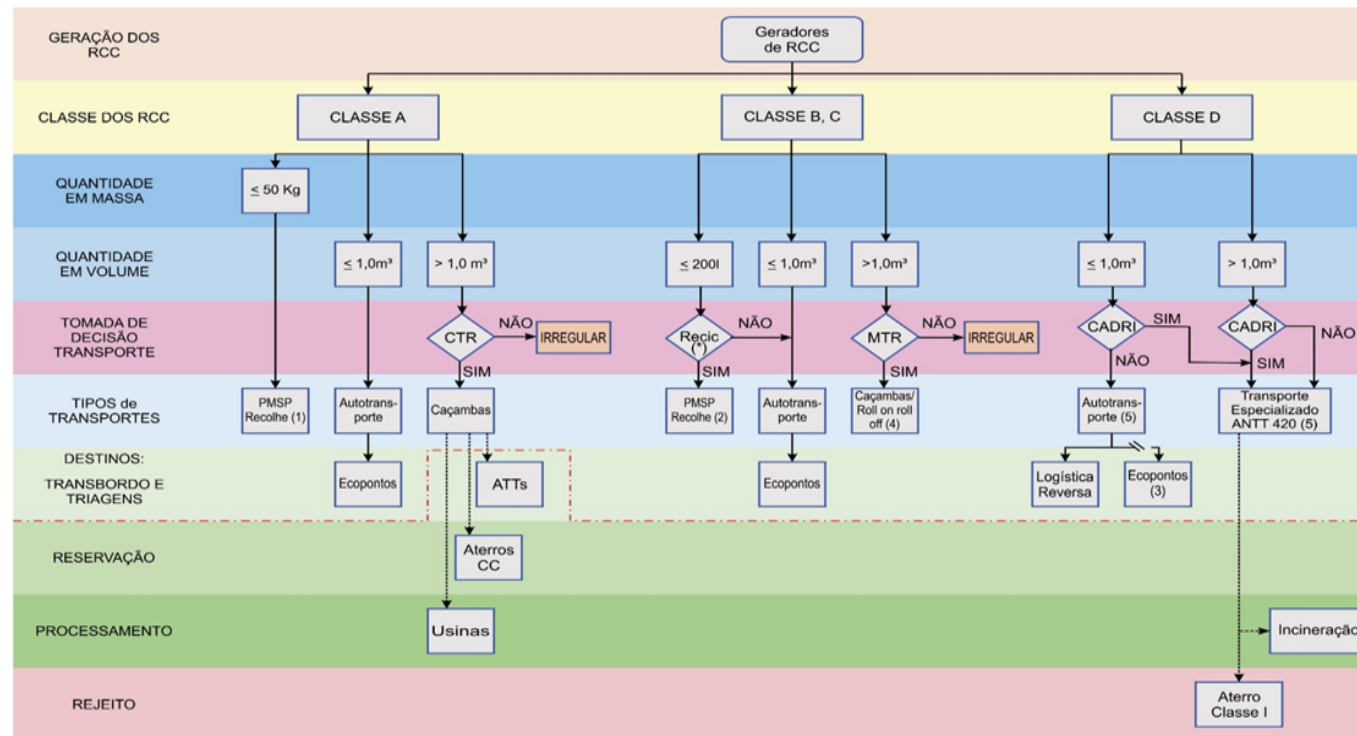
https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/PEQUENO%20GERADOR%20AMLURB_rev1.pdf

Observa-se na figura 13, a tela inicial que indica a entrada de dados de busca de CTRs conforme o período e o identificador do gerador. Esse sistema aprimorou o CTR com guias em papel para o modo eletrônico, o qual foi desenvolvido prioritariamente para o aprimoramento do rastreamento dos RCC gerados no município de São Paulo durante os seus fluxos de transporte e destinação.

3.4.4.3 O Fluxo dos RCC no município de São Paulo

O fluxo do sistema integrado de geração, coleta, transporte e destinação de RCC do município de São Paulo após o Decreto nº 57.662/2017 é apresentado na Figura 14. O Sistema apresenta inicialmente três possibilidades de fluxos conforme a classe e a separação do resíduo gerado: os RCC classes A, os misturados classes A,B,C, e os classes D representados pela faixa amarela do fluxograma. Como segunda etapa, inseridos na faixa azul escuro, as quantidades geradas, em volumes ou massa, sendo que a combinação dessas informações e a tomada de decisão do usuário (faixa rosa) definem os tipos de transportes utilizados e os locais de destino (faixas azul claro e verde). Por exemplo, para os RCC classe A gerados até 50 Kg são coletados pela PMSP, os RCC gerados até 1,0 m³ / usuário dia devem ser encaminhados (autotransporte) aos Ecopontos. A linha pontilhada vermelha indica o limite do alcance da decisão do gerador, ou seja, em uma contratação de caçamba para resíduos não misturados classe A, a decisão para onde o RCC será entregue é da empresa de transporte e não do gerador do resíduo.

Figura 14 - Fluxograma da gestão de RCC no município de São Paulo



Legenda: Início do sistema, no caso da Geração de RCC; Parâmetros (classes, massas, volumes, graus de separação) e destinações; Tomada de decisão;
 —> Fluxos do sistema sob tomada de decisão dos geradores; - - -> Fluxos do sistema que não fazem parte da tomada de decisão dos geradores; \Rightarrow Interrupção no fluxo (seta obstruída); - . - . - . Linha demarcatória de tomada de decisão pelo gerador.

Fonte: O autor

(1)Lei Municipal nº 13478 / 2002 art. 22 item III; (2)Lei Municipal nº 13478 / 2002 art. 22 item II; (3)Decreto Municipal nº42.217/2002; (4)Decreto Municipal nº 45.668/ 2004: regulamentação de caçambas não inertes; (5)ANTT 420 /2004 - agência nacional de transportes terrestres - resolução nº 420, de 12 de fevereiro de 2004: Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos; (*)Recicláveis resíduos sólidos recolhidos pela coleta de recicláveis da PMSP ver Figura 14, listagem PEVs

Os RCC misturados classes A, B, C, com volumes maiores que 1,0 m³, podem ser destinados para as ATTs para segregação e posterior direcionamento do material segregado.

No caso dos RCC perigosos o fluxo divide-se em duas possibilidades dependendo do volume gerado. Para volumes menores que 1 m³, quando não for solicitada a emissão do Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental (CADRI) é permitido o autotransporte, porém, o fluxo não direciona o usuário gerador à rede de Ecopontos, ou seja, o gerador deve buscar sistemas de logística reversa (LR) como alternativa ao direcionamento de pequenos volumes classe D. A PMSP, no ano de 2021, publicou um comunicado (Figura 15), que direciona o usuário gerador de RCC a procurar sistemas de logística reversa para a destinação de determinados resíduos, entre eles, os resíduos de cimento-amianto.

Para volumes de RCC perigosos maiores que 1 m³, o fluxo leva a uma tomada de decisão, considerando a necessidade ou não da emissão do CADRI pelo gerador. Em ambos os casos, o caminho leva às empresas especializadas no transporte e endereçamento seguro dos resíduos perigosos. O local de destinação vai depender do tipo de resíduo, podendo ser encaminhados para recuperação ou tratamento (incineração), ou para disposição no solo em aterros para resíduos perigosos (classe I). Na Figura 14 os aterros classe I estão relacionados à faixa de rejeitos do fluxograma (cor salmão), situação que pode ser revertida conforme o valor agregado do material depositado. Na Europa e Estados Unidos, minerais com alto valor agregado como ouro e prata estão sendo “garimpados” nos aterros industriais de produtos eletrônicos e os elementos Terra Raras são resgatados pelo seu custo de extração na Natureza. São procedimentos já utilizados em alguns países, como o denominado *Mining* que segundo Krook *et al.* (2012), é utilizado para extrair materiais ou recursos naturais sólidos que foram descartados e enterrados no solo e o *Urban Mining* que se caracteriza pelas atividades que usam o meio urbano, normalmente os aterros de resíduos, como fonte potencial secundária de insumos (FRICKE, 2009; COSSU, 2013).

Figura 15 - Orientação da PMSP sobre a coleta e destinação de RCC perigosos

CIDADE DE SÃO PAULO
SUBPREFEITURAS

Serviços Mapa de Serviços Acessibilidade Legislação

Palavra-chave **Pesquisar**

Coleta e destinação de resíduos eletrônicos, químicos (tinta), gesso e amianto fazem parte do sistema de logística reversa

Fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes precisam estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor

12:00 05/01/2021

A Prefeitura de São Paulo, por meio da Autoridade Municipal de Limpeza Urbana (AMLURB), informa que a coleta e destinação de resíduos eletrônicos, gesso, amianto, resíduos químicos (tinta), entre outros, fazem parte do sistema de logística reversa. Saiba mais clicando aqui.

Segundo a Lei Federal 12.305/2010 da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes precisam estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos.

Ainda de acordo com a resolução 348/2004 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), é proibido descartar gesso e amianto em caçambas de entulho. Os materiais que contêm gesso e amianto deverão ser devidamente acondicionados e descartados em aterros específicos e autorizados pela CETESB, assim como os produtos químicos, como tintas. Vale ressaltar que existem empresas transportadoras de resíduos da construção civil e outras cadastradas na AMLURB que executam esse serviço.

A contribuição da população é fundamental para manter as ações de zeladoria na cidade. Descartar material em área pública é passível de multa no valor de R\$819,81, de acordo com a Lei de Limpeza Urbana nº 13.478/02, art. 160, além de ser considerado crime ambiental.

Resíduos de Logística Reversa:

- Pilhas e baterias;
- Pneus;
- Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio, mercúrio e de luz mista;
- Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- Produtos eletrônicos e seus componentes;
- Eletrodomésticos;
- Resíduos de embalagens de agrotóxicos

Iniciativas Municipais

Apesar da cidade de São Paulo ainda não possuir uma lei específica que determina a logística reversa municipal, a Prefeitura, por meio da AMLURB, tem aberto diálogos com os referidos setores, com o objetivo de implantar um modelo de logística reversa municipal até de resíduos não obrigatórios como, por exemplo, gesso e tecido.

A autarquia também iniciou diálogo e aproximação com os setores responsáveis por lâmpadas (RECICLUS), pneus (RECICLANIP), eletrônicos de pequeno porte, pilhas e baterias (ABINEE). No caso dos Pneus, a Prefeitura já mantém convênio com a RECICLANIP, firmado antes da PNRS, para a logística reversa deste tipo de resíduo e que tem demonstrado grande eficácia. Após esta fase de negociação em curso, em caso de não haver acordo entre as partes, AMLURB discutirá outras possibilidades de ação por meio de regulamentos.

No caso do isopor, os municípios podem destinar na coleta seletiva ou na ReciFavela, uma das cooperativas habilitadas da Prefeitura. Como alternativa para o descarte correto de resíduos eletroeletrônicos, a Cooperativa Coopemiti, habilitada na AMLURB, disponibiliza pontos de entrega voluntária em diversos parques e prédios públicos do Município. Mais informações no site:

Fonte: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/noticias/?p=306938>

A subprefeitura de Pirituba e Jaraguá do município de São Paulo orienta o gerador sobre o descarte das telhas de cimento-amianto (TCA) que devem ser transportadas por empresas especializadas e destinadas em aterros específicos (Figura 16). Como não há no Brasil um sistema de logística reversa ou mesmo orientações técnicas para a coleta, transporte e destinação de pequenos volumes de CA, o gerador é obrigado a contratar empresas especializadas, mesmo para descartes de pequenos volumes.

Figura 16 - Instruções para descarte de TCA - subprefeitura de Pirituba e Jaraguá, município de São Paulo, 2019



Fonte:

https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/pirituba_jaragua/noticias/index.php?p=90968

Conforme consulta ao sistema de suporte SIGOR da CETESB, chamado # 5129, foi solicitado informações para transporte e destinação de pequenos volumes de RCC, cuja orientação da CETESB é que os RCC perigosos, mesmo os pequenos volumes, não são coletados pela PMSP e é necessária a contratação de empresas especializadas para sua destinação (Anexo 3).

Resumindo, o sistema de gestão dos resíduos da construção civil do município de São Paulo atende às demandas de RCC classe A por meio dos fluxos estabelecidos para locais de segregação, reserva e beneficiamento de resíduos a base de minerais, como cimentícios, cerâmicas, argamassas e as peças de concreto, além dos grandes volumes de solo (mais de 50% do total), conforme dados coletados pelo autor¹¹. Os RCC classes B e C, com destaque às subclasses, madeira, gesso e metais férricos também possuem caminhos definidos, porém são mais dependentes das ATT para segregação e estoque de

¹¹ Dados do sistema Coletas Online, disponibilizados pela AMLURB e compilados pelo autor em 2019.

materiais para sua valorização. Ambos os fluxos são fiscalizados e rastreados pelo sistema Coletas Online do município de São Paulo que reduz o descarte irregular. Para os RCC classe D o sistema recorre às empresas licenciadas para coleta e transporte e aos aterros classe I, regulamentados para a recepção, sob a fiscalização da CETESB. Quanto aos pequenos volumes o sistema atende às demandas dos resíduos classes A,B,C por meio de autotransporte do gerador e a destinação de até 1,0 m³ por usuário/dia nos Ecopontos distribuídos pelo município. Para o fluxo dos pequenos volumes de RCC perigosos não é possível o depósito em Ecopontos, pelo fato destes pontos de coleta não estarem equipados para o recebimento de resíduos perigosos. O gerador é orientado pelo Poder Público a procurar fluxos de logística reversa que não abrange a todos os RCC classe D, entre eles os resíduos de cimento-amianto, muito comuns em obras de reforma e demolições. Portanto, o único caminho para o fluxo de pequenos volumes de RCC perigosos é a contratação de empresas especializadas com emissão de CADRI para coleta, transporte e destinação, situação essa não condizente aos orçamentos das obras de pequeno porte, sendo esses resíduos em grande maioria, descartados de forma irregular no município de São Paulo. Problema que será analisado na PARTE II desse estudo.

PARTE II - O ESTUDO DA GESTÃO PARA PEQUENOS VOLUMES DE MATERIAIS E RESÍDUOS DE CIMENTO-AMIANTO

3.5 O ESTUDO DO CIMENTO-AMIANTO EM SEUS ASPECTOS E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS

Esse estudo abrange os seguintes itens:

- O amianto no contexto socioeconômico;
- O mineral amianto;
- A produção de crisotila no mercado nacional e internacional;
- O consumo de crisotila e manufaturados;
- O amianto e os impactos na saúde global;
- Os materiais de cimento-amianto no Brasil;
- A degradação de materiais de cimento-amianto;
- A destinação de materiais de cimento-amianto;
- A gestão dos compósitos de cimento-amianto no Brasil.

3.5.1 O amianto no contexto socioeconômico

Muito se discute sobre o amianto e a sua periculosidade em todas as fases: na extração em minas, no processamento das fibras e no uso de produtos, como exemplo, os compósitos de fibrocimento na indústria da construção civil. O momento atual requer uma discussão do fim de vida desses produtos que já estão no mercado brasileiro há mais de 70 anos (BRASILIT, 2021) e como lidar com esta significativa demanda de resíduos de cimento-amianto (RCA).

O mercado do amianto mudou muito no mundo com os estudos das doenças provocadas pela inalação dos diversos tipos de fibras de amianto pelos seres humanos, como a asbestose, mesotelioma de pleura e peritônio (MENDES, 2001), a comprovação de sua periculosidade pela *International*

Agency for Research on Cancer (IARC) e que todos os tipos de asbestos são classificados como carcinogênicos (WHO, 2018). Sendo assim, o seu comércio alterou muito em várias partes do mundo como nos Estados Unidos, onde o consumo de amianto diminuiu durante décadas, caindo de um recorde de 803 mil toneladas em 1973 para cerca de 450 toneladas em 2020 (*“Mineral Commodity Summaries”*, 2021), além de seu banimento¹² em vários países.

Em contrapartida, abriu-se mercado aos compósitos com o uso do amianto branco, onde as fibras estão envolvidas por materiais aderentes como o cimento, os quais atuam como fixadores da fibra crisotila ao composto. Esses materiais atendem muito bem às expectativas do mercado da construção quanto ao desempenho térmico, mecânico (tração) e ao bom isolamento acústico, (SCLIAR, 1998), além de serem muito duráveis, com estimativa de uso de 50 anos (MARQUES *et al.*, 2016). Mesmo com os substitutos como as fibras sintéticas, os materiais de CA continuam sendo muito procurados nos mercados abertos ao seu uso como a Índia, México e Indonésia, onde há demanda extensiva em obras de infraestrutura (VIRTA, 2005). Também foram muito comercializadas no Brasil desde 1940, início de sua produção, até 2017, ano de seu banimento por determinação do Supremo Tribunal Federal.

3.5.2 O mineral amianto

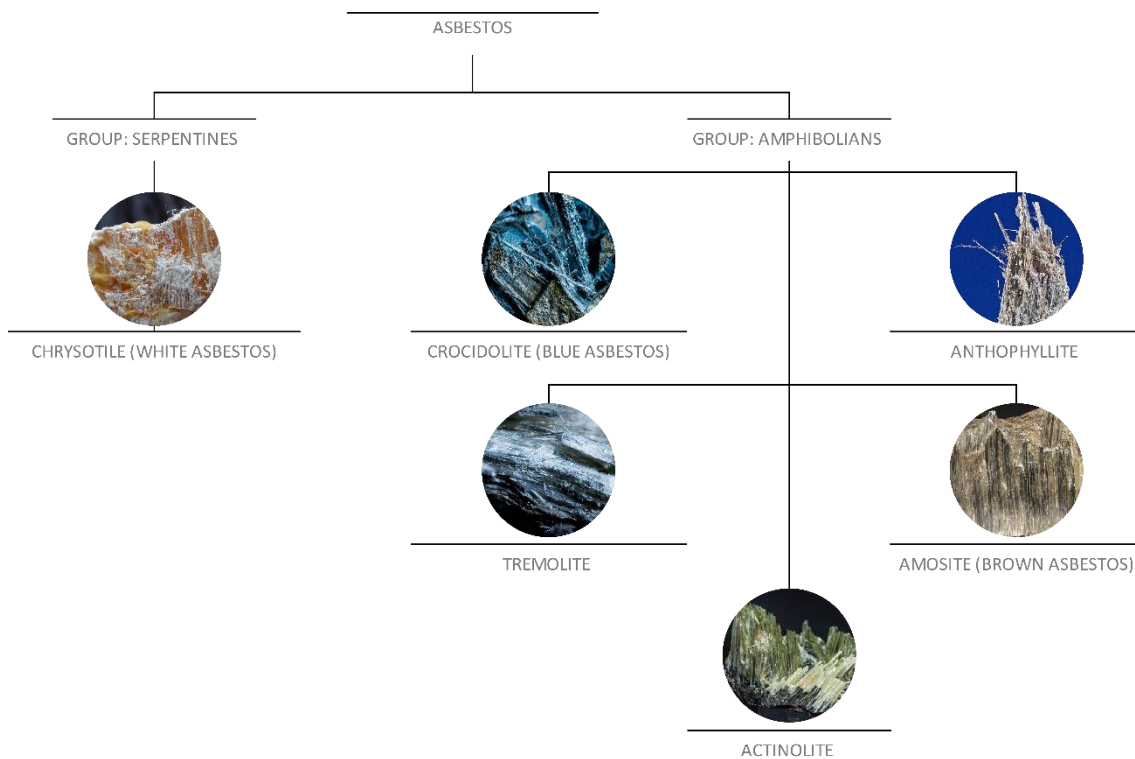
Amianto ou asbestos é a denominação genérica dada a um conjunto heterogêneo de fibras minerais compostas basicamente por silicatos de magnésio hidratado, pertencentes ao grupo dos silicatos fibrosos, encontrados em abundância na natureza. Derivadas de rochas magmáticas e metamórficas, que por processos naturais transformam-se em material fibroso, forma esta como são encontradas na natureza (BECKLAKE, 1998).

Embora exista cerca de trinta minerais asbestiformes conhecidos, comercialmente, o termo amianto, abrange dois grupos principais: as serpentinas e os anfibólios. Sendo a crisotila (amianto branco) pertencente ao grupo dos serpentinitos, enquanto a amosita (amianto marrom), a crocidolita

¹² Lista de países que baniram o uso do amianto: http://www.ibasecretariat.org/alpha_ban_list.php

(amianto azul) e as fibras tremolita e antofilita pertencem ao grupo dos anfibólios (GUALTIERI, 2017), conforme pode ser visualizado no esquema da Figura 17.

Figura 17 - Principais tipos comerciais de amianto



Fonte: O autor

Por possuírem diferentes características e propriedades, como fibras retas e cilíndricas (DNPM, 2017), o grupo dos anfibólios é considerado como asbestos de melhor qualidade. A crocidolita (amianto azul), encontrada principalmente na África do Sul e Austrália, apresenta característica de baixo ponto de fusão e alta resistência aos ácidos, enquanto o amianto marrom (amosita) possui fibras brilhantes, excelente resistência térmica, mecânica e boa elasticidade, encontrada em minas da África do Sul (MENDES, 2001).

A antofilita é constituída por fibras normalmente fracas e curtas, com alta resistência ao calor, aos ácidos e às substâncias químicas em geral, com principais jazidas na Finlândia e no Brasil (Jiramataia, Alagoas), ambas desativadas. Por outro lado, a tremolita possui fibras longas, sedosas e pouco resistentes à tração, assim como a actinolita que possui fibras quebradiças,

sendo pouco encontrada na forma fibrosa, se apresenta em pequenas quantidades nas reservas de amosita e crisotila. O grupo dos amiantos anfibólios está proibido em âmbito global e praticamente banidos do mercado.

Dentre as fibras de amianto, a crisotila (silicato hidratado de magnésio) é a mais abundante na natureza e causa o menor impacto nas vias respiratórias pela geometria e tamanho de suas fibras, sendo menos biopersistentes nos pulmões que os anfibólios (SCHERPEREEL *et al*, 2020). Apresenta-se na forma de fibras flexíveis, finas e sedosas, com comprimento que varia de menos de 1 a 40 mm; um quilograma dessa fibra pode produzir até 20 mil metros de fio. Por serem resistentes ao calor e à alcalinidade forte, essas fibras podem ser facilmente tecidas, porém tornam-se instáveis em presença de ácidos (MENDES, 2001).

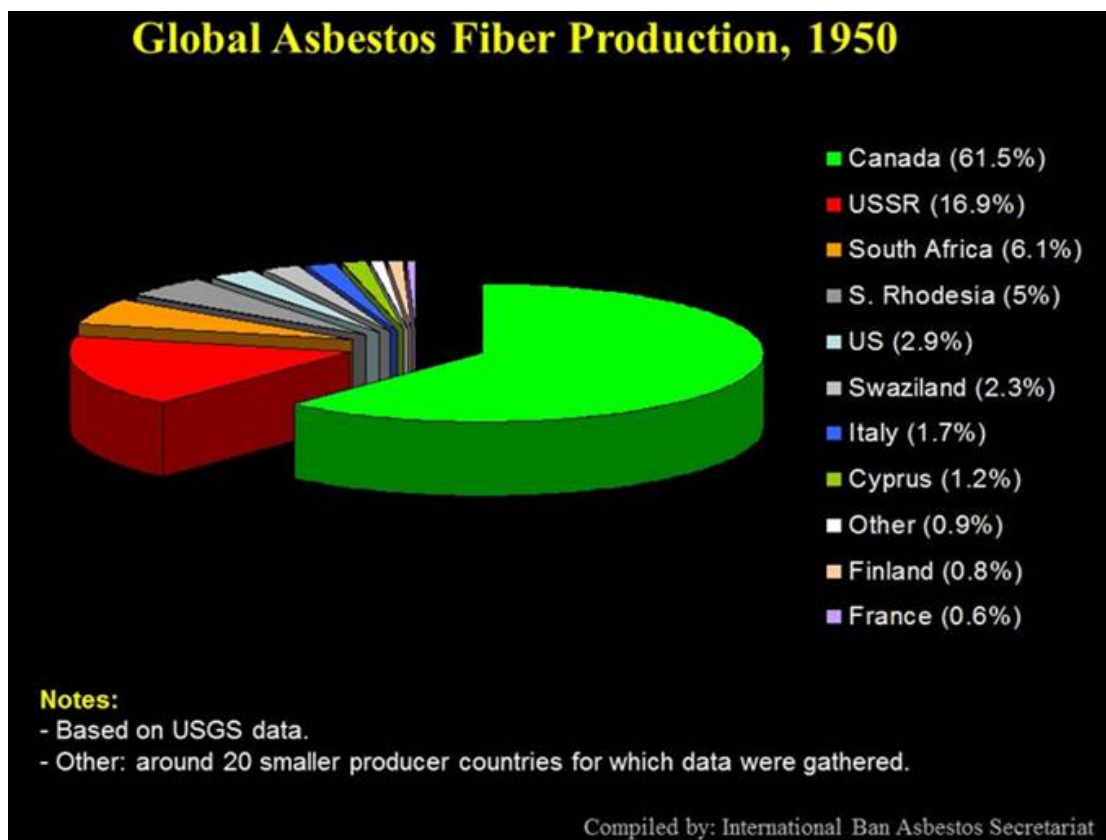
3.5.3 Produção de crisotila no Brasil e no mundo

A exploração comercial do amianto começou em 1878, na região de Quebec, no Canadá, e o seu consumo mundial, durante o período da II Revolução Industrial, aumentou abruptamente devido à sua ampla utilização industrial (CAPELOZZI, 2001).

No Brasil, até o final da década de 1930, todo o amianto consumido era importado. Nos anos 1940 foram descobertas pequenas jazidas, porém com produção insuficiente para o mercado interno: Pontalina, sul de Goiás; São Félix, município de Poções na Bahia; São João, Piauí; e Batalha, em Alagoas. Esse panorama mudou com a descoberta da jazida de Cana Brava (1962) no município de Minaçu em Goiás, cuja reserva proporcionou autossuficiência ao setor, com perspectiva para o consumo por aproximadamente 50 anos (TST, 2012).

Em âmbito global, no ano de 1950, o Canadá destacava-se como o principal produtor de fibras de asbesto com mais de 60 % do mercado, seguido pela União Soviética 16,9% e África do Sul 6,1%, (Figura 18).

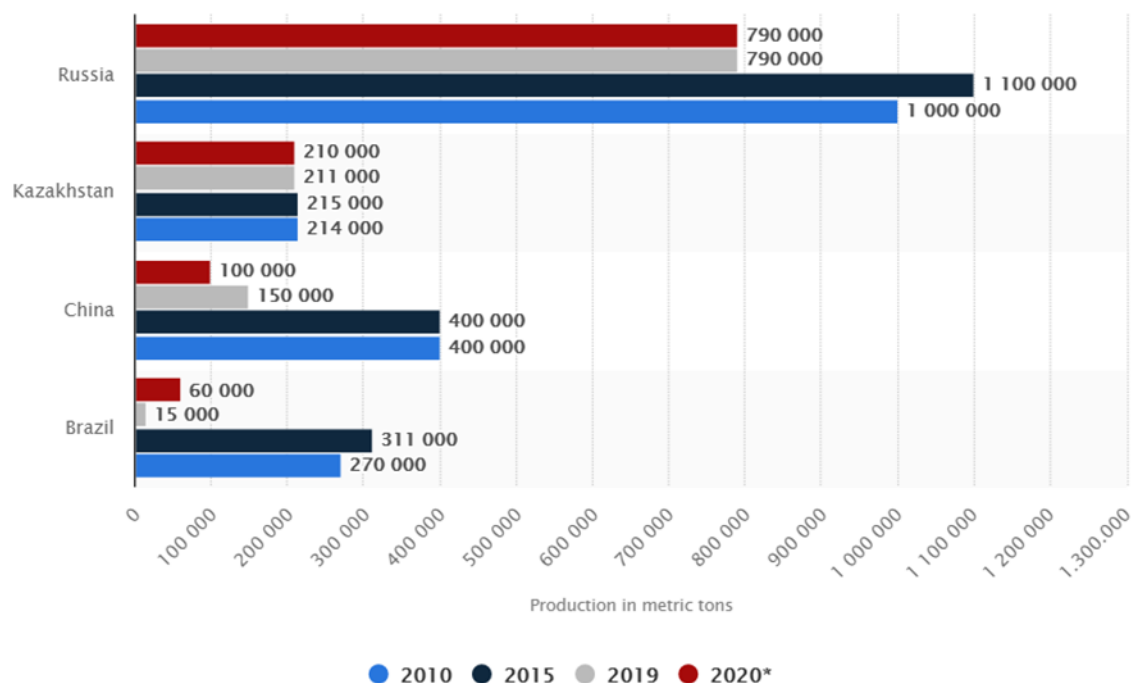
Figura 18 - Produção global de fibra de amianto no ano de 1950



Fonte: *International Ban Asbestos Secretariat -2017*

O avanço dos estudos sobre os impactos do amianto na saúde humana, a adoção de políticas de banimento e as descobertas de novas jazidas pelo mundo foram fatores que mudaram esse panorama e o quadro se alterou em 2010, quando o principal produtor passou a ser a Rússia com um milhão de toneladas, responsável por mais da metade da produção mundial no período. Outros países que se destacaram nesse setor e mantiveram sua produção em 2015 foram: China (400 mt), Brasil (270 mt) e Cazaquistão (214 mt) (Figura 19).

Figura 19 - Principais países na produção de asbesto no período de 2010 a 2020



Fonte: <https://www.statista.com/statistics/264923/world-mine-production-of-asbestos/>

Em 2019, houve uma redução significativa na produção de asbesto no Brasil, resultado da decisão do STF em 2017 pelo seu banimento em território brasileiro, porém o amianto continua sendo explorado em Minaçu, no norte do estado de Goiás, amparado pela lei estadual nº 20.514, sancionada em julho de 2019, o que refletiu no aumento da produção para exportação em 2020.

3.5.4 Consumo de fibras crisotila e manufaturados

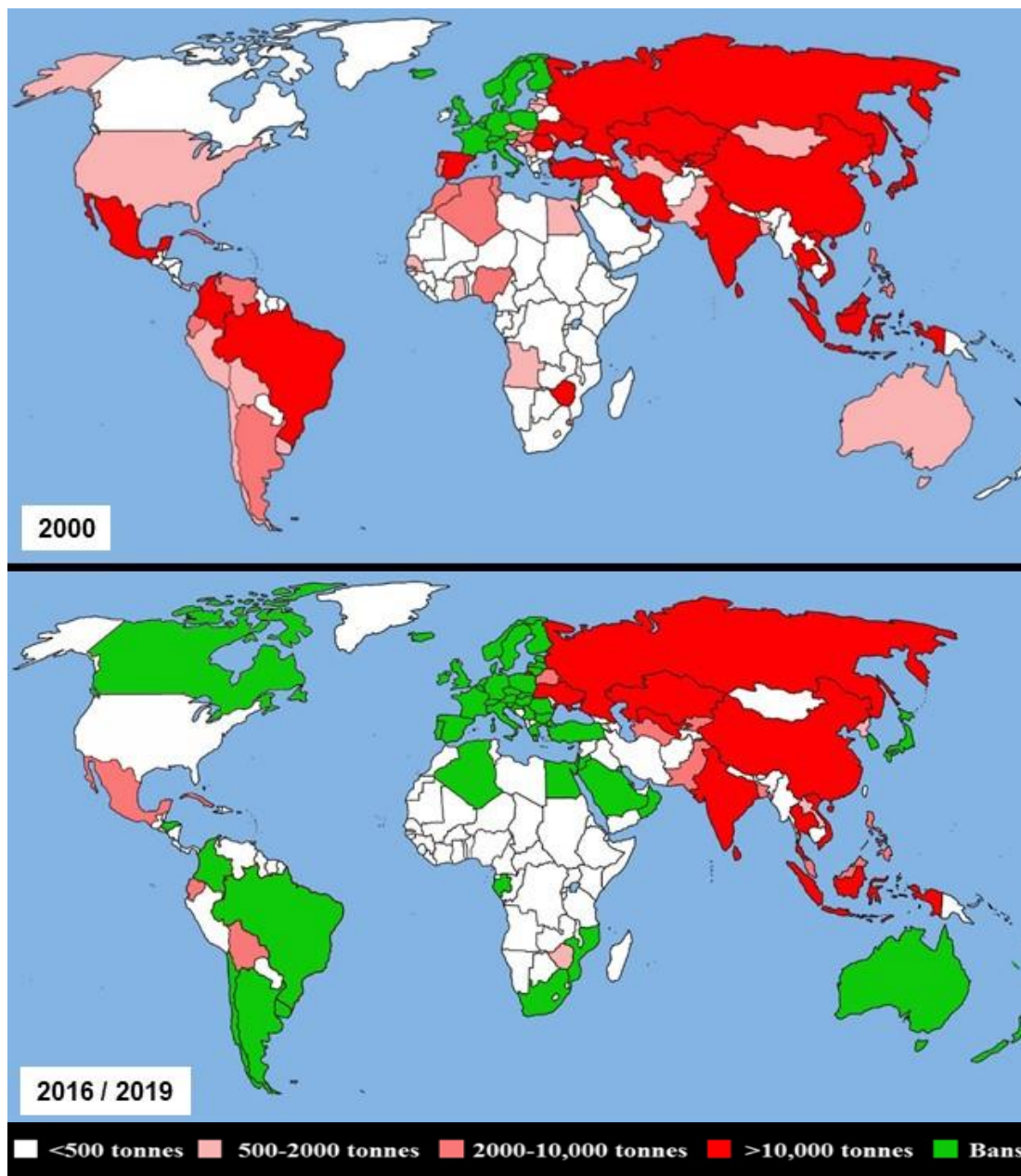
As exportações de fibra crisotila destinam-se, principalmente, a países em desenvolvimento com grande contingente populacional e em processo de urbanização crescente, o que justifica o uso das fibras como matéria-prima na confecção de produtos em grande escala, voltados às populações de baixo poder aquisitivo, como telhas, caixas d'água e tubulações para infraestrutura de rede de abastecimento de água e esgoto. Em 2015, os principais compradores das fibras de amianto nacional foram: Índia (US\$ 40,70 milhões), Indonésia (US\$ 16,36 milhões), Colômbia (US\$ 5,32 milhões), México (US\$ 4,65 milhões) e

Tailândia (US\$ 2,25 milhões) (DNPM, 2015). Por outro lado, produtos manufaturados com amianto apresentam perfil de compra diferenciado, sendo os principais países de destino: Estados Unidos (31,0%), Alemanha (21,0%), Argentina (7,0%), Paraguai (4,6%), e México (4,6%) (DNPM, 2017).

A Figura 20 mostra a evolução do consumo mundial das fibras de crisotila no período de 2000 a 2019. Observa-se que, no período, a Rússia, China e Índia mantiveram o consumo acima de 10.000 toneladas/ano. Outros países como a Austrália e Egito baniram a utilização de fibras de asbestos em 2015, o mesmo ocorrendo com Espanha e Japão, apesar de terem figurado como grandes consumidores no ano 2000. Na América do Sul, Chile e Argentina baniram o uso em 2001 e Uruguai em 2002 (IBAS, 2022).

Em 2000, o Brasil figurava como grande consumidor de crisotila (Figura 20). No entanto, a partir do ano 2017, o cenário brasileiro se alterou significativamente com a proibição de consumo em território nacional, apesar de o país continuar a produzir fibras de crisotila para exportação.

Figura 20 - Mapeamento mundial do consumo aparente, anos 2000 e 2016 e banimento 2000 e 2019



Fonte: *International Ban Asbestos Secretariat, 2021*

Na Figura 20, as quantidades em toneladas da legenda representam o consumo aparente das fibras, representado pelas cores branco, rosa claro, escuro e vermelho, sendo definido como a produção somada às importações, descontando-se as quantidades exportadas no mesmo período, para cada país. A cor verde representa o banimento nos países.

3.5.5 O amianto e os impactos na saúde global

O estudo de doenças respiratórias relacionadas ao amianto começou com a expansão do uso das fibras na Inglaterra, país pioneiro na regulação deste tipo de produto. O primeiro artigo médico sobre os perigos da poeira de amianto apareceu no *British Medical Journal*, em 1924 (BARTRIP, 2004).

Na década de 1960, os pesquisadores estabeleceram uma correlação segura entre o tempo de exposição à fibra e o câncer de pulmão (SELIKOFF, CHURG, and HAMMOND, 1964; MURRAY, 1990). A primeira doença descrita foi a asbestose, seguidos do câncer de pulmão, das alterações pleurais benignas e do mesotelioma de serosas, principalmente pleura e peritônio. (MENDES, 2001).

A periculosidade das fibras de amianto, incluindo a crisotila, aplicada em compósitos de cimento-amianto é reconhecida em todo o mundo e por diversas entidades. Segundo a International Agency for Research on Cancer (IARC), todos os tipos de asbestos são classificados como carcinogênicos para os humanos e para a Organização Mundial de Saúde (OMS), não há nenhum limite seguro de exposição para o risco carcinogênico. Para Van Zandwijk *et al.* (2020), o uso seguro da crisotila é injustificado, logo não pode ser usada com segurança.

O perigo não é somente para os indivíduos que tiveram contato com as fibras de amianto. Segundo Marinaccio *et al.* (2018) é relevante os casos de mesotelioma pela exposição não ocupacional ao amianto em mulheres, sendo a doença diagnosticada também em esposas ou parentes de trabalhadores expostos ocupacionalmente, pela inalação de fibras presas às superfícies de roupas contaminadas (FERRANTE *et al.*, 2007).

Estima-se que a exposição ao amianto, tanto em áreas ocupacionais quanto ambientais, cause anualmente cerca de 255.000 mortes em todo o mundo (FURUYA *et al.*, 2018). Por outro lado, a exposição ao amianto via água recebe menos atenção, apesar do aumento dos riscos de câncer de estômago devido ao amianto ingerido (FORTUNATO E RUSHTON, 2015).

No Brasil há uma parcela representativa de trabalhadores informais, principalmente na construção civil, atuando em atividades como reformas,

demolições e autoconstruções onde se encontram as coberturas de telhas e reservatórios de CA, com risco de inalação de fibras crisotila, e que estão à margem das políticas públicas de saúde do trabalhador. Para Algranti (2001), estima-se que os casos de mesotelioma no país continuarão crescendo, devendo atingir o pico entre os anos de 2021 e 2026.

3.5.6 O cimento-amianto na construção civil

Compósitos em geral são associações de materiais de duas ou mais fases insolúveis e distintas quimicamente, cujas propriedades e desempenho são superiores aos dos constituintes quando atuando isoladamente (GUTIÉRREZ *et al.*, 2014). No entanto, nem todos os compósitos podem ser avaliados exclusivamente por sua inovação e competitividade, pois entre eles também ocorrem os que causam impactos nocivos à saúde humana.

O material de cimento-amianto (MCA) ou simplesmente cimento-amianto (CA) é decorrente da associação do cimento tipo Portland com fibras de crisotila. Para Bentur e Mindness (1990), as fibras de amianto podem ser utilizadas em grandes volumes por sua alta resistência mecânica e pelo alto módulo de elasticidade, podendo ultrapassar os 10% em volume. Para Douguet *et al.* (1997), o CA contém uma proporção correspondente a aproximadamente 10% de fibras de amianto, incorporadas em 90% de cimento.

O CA enquadra-se no grupo de compósitos que envolvem e aderem as fibras de amianto, internas à peça, com a denominação *Cement Bonded Asbestos* que se distinguem dos materiais friáveis, os *Asbestos Insulation Board*, que possuem um grau de periculosidade maior, exigindo outras formas de cuidados para o manejo, coleta, transporte e destinação, devido à facilidade com que as fibras se desprendem do material e dispersam no ambiente (HPA, 2021). O CA tem sido amplamente utilizado em dutos, chapas planas, telhas onduladas e placas de isolamento, produtos que representam 80% da produção mundial de amianto (BORDEBEURE, 2017).

Para o consumo interno, no ano de 2014, foram comercializadas 181.000 toneladas de fibras de crisotila (USGS, 2017). As vendas destinaram-se

principalmente à cadeia produtiva de artefatos de fibrocimento para a indústria da construção civil como telhas, caixas d'água e tubulações, que corresponderam a 98,86% do total comercializado no país. Além destes, as fibras foram utilizadas também para a fabricação de peças para freios (0,85%) e para produtos de cloro/álcalis (0,29%) (DNPM, 2015).

Na legislação nacional os materiais e resíduos de cimento-amianto estão enquadrados como perigosos, conforme Resolução Conama 307 e alterações que passou a ser redigido conforme alterações publicadas na Resolução Conama 348/2004:

Art. 1º O art. 3º, item IV, da Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 3º

IV - Classe "D": são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde".

3.5.7 A degradação de materiais de cimento-amianto

Como grande parte dos compósitos de fibrocimento, sua matriz está sujeita a deterioração por agentes químicos agressivos, similar a outros produtos à base de cimento Portland como o concreto e a argamassa (DIAS *et al.*, 2008). Danos podem ocorrer no transporte, na instalação, durante o uso por exposição à umidade, ação do vento e chuvas. A lixiviação nos compósitos cuja matriz é o cimento Portland pode ainda enfraquecer o material (TAYLOR, 1997).

Para as TCA, devido a sua pequena espessura com variações de mercado de 4 a 10 mm, os efeitos da corrosão, mesmo que de proporções menores em relação à profundidade, podem gerar impactos significativos na força de curvatura das telhas, fragilizando o material (DIAS *et al.* 2008).

Conforme Campopiano *et al.* (2009), os ácidos sulfúrico e nítrico reagem com a estrutura química do cimento, pelo deslocamento do ácido silícico, causando a transformação do silicato de cálcio, insolúvel em água, em sulfato ou nitrato de cálcio, solúveis em meio aquoso. Com isso, corrosões superficiais

com remoção erosiva das camadas subsequentes do cimento dissolvido podem ocorrer, o que propicia a liberação das fibras de amianto. Wasserbauer *et al.* (1988) mostraram que bactérias nitrificantes como as *Nitrosomonas* e *Nitrobacter* aumentam a porosidade dos telhados de cimento-amianto e reduzem a resistência devido à produção de ácido nitroso e nítrico.

O perigo inerente ao cimento-amianto (CA) é a grande quantidade de fibras que, ao se descolarem dos compósitos e serem liberadas ao meio, tornam-se inaláveis. Para Cilia *et al.* (2015) e Ervik *et al.* (2021) a liberação das fibras nos telhados de CA deve-se principalmente ao intemperismo. Outro fator determinante à degradação dos compósitos de CA é a exposição à chuva ácida, decorrente da degradação da qualidade do ar em meios urbanos (FORNARO, 2006). Para Ferrante *et al.* (2016) há risco aumentado de mesotelioma em relação a exposição ambiental e doméstica de indivíduos que residem próximos ou em casas que possuem coberturas em telhas de cimento-amianto.

Não só as telhas representam problemas, os dutos de CA, geralmente utilizados em sistemas de distribuição de água, podem sofrer corrosão resultante da ação de bactérias formadoras de limo e aeróbias heterotróficas, fenômeno esse que leva à corrosão da superfície interna desses dutos, devido à produção de ácido resultante do metabolismo bacteriano (WANG *et al.*, 2011).

Figura 21- Dutos de cimento-amianto para distribuição de água



Fonte: <https://tratamentodeagua.com.br/tubos-amianto-rede-agua-ceara/>

Nem sempre a ação do tempo traz impactos negativos aos compósitos. As coberturas de TCA colonizadas por uma camada de 25% de líquens, modifica as propriedades físicas e químicas das telhas, formando uma barreira física para o desprendimento das fibras de amianto (FAVERO-LONGO *et al.*, 2009).

A Figura 22 mostra uma orientação publicada na rede social *YouTube*, com “dicas” de como lavar telhas de cimento-amianto, prática imprópria que coloca o operador e ambiente em perigo pelos fatores: i) aceleração do processo de descolamento das fibras crisotila da matriz cimentícia, ii) retirada de possível camada de proteção (líquens) com o uso de jato d’água sem controle de pressão; iii) dispersão de fibras no ambiente e; iv) produção de água residual com fibras de amianto sem coleta e tratamento adequado.

Figura 22 - Orientação indevida sobre lavagem de TCA



Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=7W_NPR1DQig

O vídeo, postado livremente em rede social é decorrente da falta de conhecimento geral dos perigos que os materiais de cimento-amianto proporcionam para a saúde e ao ambiente.

3.5.8 A destinação de materiais de cimento-amianto

Os materiais de CA conforme legislação brasileira CONAMA 307, são classificados como perigosos e portanto, devem ser destinados em aterros industriais classe I, que requerem cuidados em sua execução como: seleção de área apropriada, análise de riscos , caracterização do solo , drenos , sistema de coleta de percolados , impermeabilização da área de depósito dos resíduos, proteção das águas pluviais , poços de monitoramento e controle de amostras , NBR10.157 /1987 e NBR 12.235/1992 , capítulo 3.4.3.3.

Apesar de todos os critérios técnicos na execução, operação e encerramento, a destinação de RCA em aterros classe I não reduz totalmente o risco da liberação da crisotila, visto que a ocorrência de danos em seu armazenamento em aterros industriais pode potencialmente liberar fibras de amianto no ambiente circundante (DAVID *et al.*, 2021). Além disso, esses locais de disposição final caracterizam-se como áreas privadas de seu uso mais nobre para abrigarem resíduos, tornando-se áreas degradadas e passivos ambientais.

Outro método de destinação de resíduos de cimento-amianto é a incineração, porém o processo térmico de inertização das fibras do amianto requer temperaturas elevadas e tratamento prolongado, o que demanda alto consumo de energia (SPASIANO; PIROZZI, 2017).

As alterações na microestrutura material e morfologia da fibra de amianto dependem fortemente da temperatura aplicada (IWASZKO, 2019). O tratamento térmico com tecnologia já difundida, ao final, resulta em quantidade reduzida de rejeitos, sendo inertes à maioria dos agentes químicos ou biológicos, o que possibilita a disposição final em aterros sanitários (PAOLINI *et al.*, 2018). O tratamento em forno micro-ondas é uma alternativa à inertização térmica devido ao RCA apresentar baixa condutividade térmica (YOSHIKAWA *et al.*, 2015).

Além do tratamento térmico, outros como solidificação, vitrificação, tratamentos químicos, mecânicos e biológicos são também utilizados na inertização dos resíduos de cimento-amianto (SPASIANO; PIROZZI, 2017).

3.6 A GESTÃO DOS RESÍDUOS DE CIMENTO-AMIANTO NO BRASIL

Apesar de seu banimento, o amianto continua em uso no país em sua maioria pelas telhas de cimento-amianto, devido a sua alta durabilidade (VIRTA, 2006). Com isso, as orientações para atividades associadas ao uso, operações de manutenção, e na situação de resíduos para manejo, embalagem, estoque, coleta, transporte e destinação devem estar regulamentadas. Para Furuya *et al.* (2018), cerca de 255.000 mortes ocorrem em todo o mundo tanto em áreas ambientais quanto ocupacionais .

A Resolução CONAMA 307/2002 e alterações classifica os RCC que contenham amianto como classe D e, portanto, devem ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

A NR 15 que regulariza as “Atividades e Operações Insalubres” estabelece conceitos importantes em relação ao uso de materiais perigosos, como os limites de tolerância, correspondentes à concentração, ou intensidade máxima ou mínima, relacionada a natureza e o tempo de exposição ao agente (fibras de amianto), que não causem danos à saúde do trabalhador durante a sua vida laboral. Em seu anexo 12, a NR15 determina os limites ao segmento, poeiras minerais e também, estabelece que:

- A exposição ao amianto no trabalho corresponde ao contato com as fibras de asbesto respiráveis ou poeira de asbesto em suspensão no ar, originada pelo asbesto ou por minerais, materiais ou produtos que contenham amianto;
- Determina que o limite de tolerância para fibras respiráveis de asbesto crisotila é de 2,0 f/cm³ e mensura as fibras:

“ fibras respiráveis de asbesto são aquelas com diâmetro inferior a 3 micrômetros, comprimento maior que 5 micrômetros e relação entre comprimento e diâmetro superior a 3:1”.

Outros pontos de destaque da NR15 são os cuidados específicos relacionados aos riscos ambientais e à saúde humana, associados à exposição do amianto, entre eles:

“ Os empregadores em serviços de demolição devem proporcionar toda proteção necessária aos trabalhadores; limitar o desprendimento da poeira de amianto no ar, eliminar os resíduos que contenham amianto”.

Na regulamentação do Trabalho e Ambiente, a Coordenadoria de Defesa do Meio Ambiente de Trabalho (CODEMAT), ligada diretamente ao Procurador Geral do Trabalho, tem a finalidade de promover a articulação de ações institucionais na defesa da saúde e da segurança dos trabalhadores e o Programa Nacional de Banimento do Amianto (PNBA), objetiva analisar sistematicamente a questão do amianto, tanto pela via judicial, como pelo incentivo à criação de políticas públicas voltadas para a matéria.

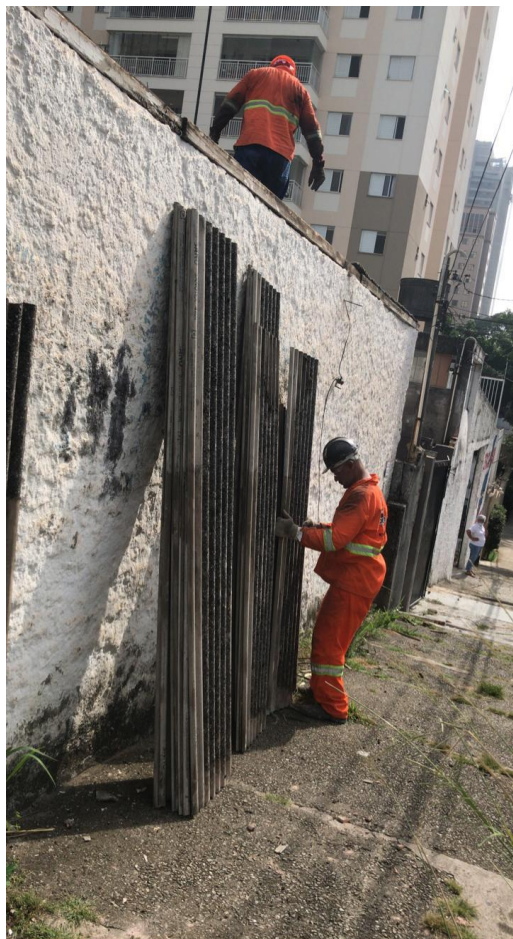
O SINDUSCON (2015) remete-se a NR15 para orientação do uso de EPIs adequados para a retirada das TCA, que devem ser executadas preferencialmente inteiras, paletizadas e rotuladas e recomenda-se o seu umedecimento antes de sua desmontagem. Os big bags para coletar fragmentos de CA devem ter a trama fina o suficiente para reter as fibras de amianto.

Para a gestão de pequenos volumes de CA, não há no município de São Paulo, normatização e orientação técnica para o seu manejo, transporte e destinação.

Na Figura 23 observa-se o manejo, coleta e transporte de pequenos volumes de telhas de cimento-amianto realizado em bairro da zona oeste da cidade de São Paulo. Os serviços foram realizados sem os equipamentos de segurança adequados, EPIs e EPRs, como: máscaras, botas, e macacões, ver capítulo 5.4. As telhas, apesar de terem sido preservadas na sua retirada, não foram embaladas e paletizadas para a sua coleta, ver capítulo 5.5. Para o transporte (Figura 24) foi utilizado um caminhão com carroceria aberta, sem estrutura adequada para contenção da dispersão das fibras pelo descolamento, por atrito ou ruptura, durante o transporte.

Figura 23 -Retirada e coleta de TCA em obra de demolição em São Paulo

a- Retirada de TCA com EPI incompletos b - TCA com informações impressas



Fonte: O autor (2022)

Na Foto 23b é possível observar as informações vindas de fábrica impressas na telha, como a espessura de 4,0 mm, o símbolo da presença de amianto e as frases de alerta:

- “CUIDADO ESTE PRODUTO CONTÉM FIBRAS DE AMIANTO ...”
- “RESPIRAR AMIANTO PODE PREJUDICAR GRAVEMENTE SUA SAÚDE”
- “O PERIGO É MAIOR PARA OS FUMANTES”

O que indica o perigo do uso do material, porém não orienta o suficiente para seu manejo, coleta, transporte e destinação de forma adequada, colocando em risco a saúde dos trabalhadores e o ambiente no entorno.

Figura 24 -Caminhão com carroceria aberta para transporte de TCA em São Paulo



Foto: O autor (2022)

3.6.1 Iniciativas para a identificação de cimento-amianto em edificações

Conforme BASSANI *et al.* (2007) é possível a utilização de equipamentos tipo escâner hiperespectral¹³, para identificação do estado de deterioração de TCA. CILIA *et al.* (2015), propôs, pelo sensoriamento remoto, o mapeamento da área de cobertura de telhas de fibrocimento em áreas urbanas de cinco municípios do norte da Itália (Monza, Muggiò, Lissone, Seregno, Biassono), abrangendo uma área de cerca de 65 km² com uma população de aproximadamente 248.000 habitantes. O projeto envolveu o desenvolvimento de um índice espectral (índice de deterioração de superfície da TCA) que servisse de parâmetro para o estado de conservação dos telhados analisados, como ferramenta de apoio para remoção das TCA das cidades, com base em seu estado de conservação.

¹³ O escâner hiperespectral fornece informações sobre as propriedades físico-químicas dos materiais na superfície imageada, incluindo composição química/bioquímica, grau de cristalinidade e morfologia. <https://mundogeo.com/2004/08/23/sensoriamento-remoto-hiperespectral/>

Figura 25 - Mapa de classificação de tipos de telhados, Itália

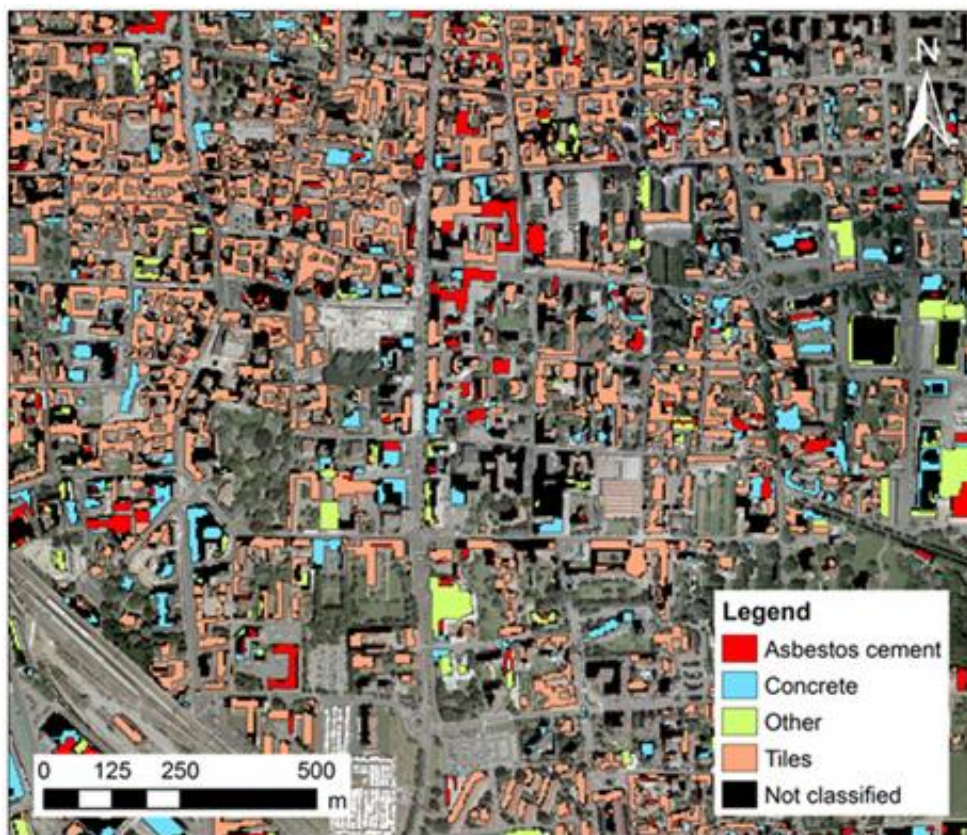


Foto: <https://www.mdpi.com/2220-9964/4/2/928/htm#B12-ijgi-04-00928>

O projeto (Figura 25) identificou e diferenciou pelo algoritmo as coberturas, conforme a legenda: i) coberturas de cimento-amianto (vermelho); ii) cobertura de concreto (azul); iii) Coberturas cerâmicas (laranja); e iv) outra cobertura (preto). Como extensão do projeto, as coberturas com amianto foram identificadas conforme seu estado de conservação e classificadas pela prioridade de remoção (CILIA *et al.*, 2015).

Em Portugal o processo para remoção de materiais com cimento-amianto em todo o país, iniciou-se com a elaboração de uma lista de identificação de edifícios públicos com amianto (PORTUGAL, 2011) e definiu diretrizes para a remoção de amianto em edifícios, instalações e equipamentos de empresas.

O Parecer do Comitê Econômico e Social Europeu sobre o tema “Eliminar o amianto na UE”, 2015/C 251/03, propõe a erradicação completa de todo o amianto presente nos países membros até o final de 2032, com planos de

ação de eliminação e gestão do amianto, que incluem programas de educação, monitoramento e financiamento (PLOSCEANU; GIBELLIERI, [s.d.]).

No Brasil, em Florianópolis, foi sancionada a Lei Municipal 10.607/2019 (SANTA CATARINA, 2019), primeira Lei brasileira que estabelece diretrizes para a remoção dos materiais com amianto, pelos órgãos de administração direta ou indireta e define a responsabilidade da destinação final dos resíduos nos empreendimentos conforme a área. Quantidades inferiores a cem metros quadrados de substituição de amianto ficam sob a responsabilidade e cargo de uma autarquia¹⁴ do município. Essa legislação promove um avanço para a retirada dos materiais de cimento-amianto em uso no país, o que demandará instruções para a desmontagem dos TCA, com orientações técnicas e capacitação da mão de obra para manejo, coleta, transporte e o questionamento às rotas de destinação dos RCA, com tratamento adequado e retorno ao mercado consumidor.

¹⁴ Companhia Melhoramentos da Capital (COMCAP) - empresa de economia mista- responsável pela destinação final de resíduos sólidos e pela limpeza pública de Florianópolis, contratada pela Prefeitura Municipal (acionista majoritária).

4. MÉTODO

A PARTE I: A atualização do estudo da gestão dos resíduos da construção e demolição no município São Paulo possibilitou a identificação do gargalo do fluxo dos pequenos volumes de RCC perigosos. A destinação por meio da logística reversa não atende a todos os RCC, entre eles, os resíduos de cimento-amianto, objeto deste estudo. Como única opção ao gerador, a contratação de empresa especializada em coleta e transporte de resíduos perigosos, que geralmente atende a grandes geradores e exige a emissão do CADRI, é economicamente incompatível com as obras autoconstruídas de pequeno porte, reparos e reformas. O sistema de gestão municipal de São Paulo para os resíduos da construção também não fornece orientações técnicas sobre como manejar, transportar e para onde destinar, de forma segura e sustentável, os pequenos volumes de RCC perigosos.

O direcionamento do estudo da gestão para os pequenos volumes de materiais e resíduos perigosos de cimento-amianto (PARTE II), propiciou o conhecimento aprofundado do mineral asbesto, dos compósitos de cimento-amianto e das demandas necessárias para a sua gestão: i) o manejo, coleta, transporte e destinação seguros e; ii) os perigos à saúde e ao ambiente pela degradação da matriz cimentícia dos materiais de cimento-amianto ao longo do tempo.

Portanto, o método definido neste trabalho, para a análise e melhoria do sistema de gestão dos MCA e RCA segue as etapas:

4.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

PARTE A

Para a contextualização do tema proposto, foi realizada pesquisa documental às normas, resoluções, legislações, nas esferas municipais, estaduais e federais, referentes ao tema resíduos da construção civil, sob os aspectos da geração, coleta, transporte, destinação e fiscalização pelo poder público no município de São Paulo e no Brasil.

A pesquisa utilizou a base de dados das plataformas eletrônicas, disponibilizados pelos Governos Federal, Estadual e Municipal, ou seja, as páginas oficiais do Planalto, da Câmara dos Deputados, da Câmara Municipal e das autarquias. Durante o período de pesquisa, houve uma mudança importante na estrutura das secretarias do município de São Paulo, em junho de 2021 a Autoridade Municipal de Limpeza Urbana (AMLURB) foi extinta¹⁵ e conforme o decreto municipal de São Paulo nº 60.353, a Agência Reguladora de Serviços Públicos do Município de São Paulo (SP REGULA) ficou responsável pela regulação e fiscalização dos serviços divisíveis de limpeza urbana, bem como os contratos geridos pela AMLURB.

PARTE II

A partir da detecção do gargalo no fluxo de pequenos volumes de RCC perigosos do sistema de gestão do município de São Paulo a pesquisa bibliográfica foi realizada por meio de leituras e análises de artigos científicos disponíveis nas bases Web of Science, Scielo, Scopus, Pubmed e também em Banco de Teses CAPES e USP.

As palavras chaves utilizadas foram: materiais de cimento-amianto, resíduos de cimento-amianto, remoção de telhas de cimento-amianto, gerenciamento de resíduos, crisotila, impactos à saúde, exposição ao amianto.

Keywords: asbestos-cement materials, asbestos-cement waste, asbestos-cement tile removal, waste management, chrysotile, health impacts, asbestos exposure.

A pesquisa bibliográfica se estendeu para os sites internacionais na área de gestão de RCC perigosos, gestão internacional do cimento-amianto e para os impactos das fibras de amianto na saúde e no ambiente por meio dos institutos: *International Ban Asbestos Secretariat (IBAS)*, *International Agency for Research on Cancer (IARC)* os sites de Órgãos e Agências de Proteção Ambiental de

¹⁵ Notícia veiculada no site oficial da PMSP - Autoridade Municipal de Limpeza Urbana (Amlurb) foi extinta na última quarta-feira (29) e passa para a gestão da SP Regula - <https://www.capital.sp.gov.br/noticia/reforma-administrativa-garante-eficiencia-e-economia-aos-cofres-municipais>

países referências como: Portugal - Agência Portuguesa do Ambiente (APA), Itália - *Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente* (SNPA) , Estados Unidos - *Environmental Protection Agency* (EPA), Europa - *European Environment Agency* (EEA) e Reino Unido - *Health and Safety Executive* (HSE). Para essa pesquisa utilizou-se as seguintes palavras chaves: materiais de cimento–amianto, resíduos de cimento-amianto, remoção de telhas de cimento-amianto, identificação de materiais de cimento-amianto, rastreamento de materiais de cimento-amianto, gerenciamento de resíduos, crisotila, impactos à saúde humana, exposição ao amianto.

Keywords: asbestos-cement materials, asbestos cement waste, asbestos cement tile removal, asbestos cement material identification, asbestos cement material tracking, waste management, chrysotile, human health impacts, asbestos exposure.

Para a obtenção de índices, estatísticas e indicadores da Construção Civil, de Saúde e Sustentabilidade relacionados ao cimento-amianto a busca foi realizada em portais e sites, nacionais e internacionais de Instituições, Organizações e Fundações, assim como as publicações em revistas científicas, como exemplos, IBGE, IPEA, CIB, ONU, Fundação Ellen MacArthur e Science Direct.

Durante o período de pesquisa foram criadas alertas nos sistemas de busca, *Google, Firefox, Microsoft Bing* com as palavras chave para disponibilização de materiais atualizados associados ao objetivo de busca.

Para os capítulos 4.3, 4.3.1, 4.3.2 e 4.5, além das informações obtidas pela pesquisa documental e bibliográfica, o estudo foi direcionado ao sistema de gestão do Reino Unido para resíduos da construção e demolição, com pesquisa realizada nos seguintes sites institucionais:

- Agência governamental Executiva de Saúde e Segurança *Health and Safety Executive* (HSE)
- Departamento de Meio Ambiente, Alimentos e Assuntos Rurais - *Department for Environment, Food and Rural Affairs* (DEFRA)
- Plano de gerenciamento de resíduos da Inglaterra - *Waste Management Plan for England*,

- Agência Ambiental Europeia - *European Environment Agency* (EEA)

4.2 O CÁLCULO DA QUANTIDADE DE MCA NO BRASIL

O cálculo da quantidade de MCA no Brasil foi embasado nos parâmetros:

4.2.1 O período de estudo

O recorte temporal estipulado para o cálculo da quantidade de MCA no Brasil foi o da produção e consumo das fibras crisotila no país, ou seja, o período de 1998, ano seguinte à aprovação do Decreto nº 2350/1997 que vetou a extração, produção, industrialização, utilização e comercialização dos tipos, amianto marrom e azul, permitindo somente o uso da crisotila (amianto branco) no país, até 2017, ano em que foi decretado judicialmente pelo STF a proibição da extração, produção, venda e uso do amianto em território nacional.

4.2.2 As fontes de dados

O cálculo das estimativas dos MCA em uso no país e da geração de RCA foi realizado com base em dados de produção e consumo. As informações de produção e comércio de mineração no Brasil foram obtidas no site do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e os dados de geração de RCA, no Painel da Geração de Resíduos (PGR), ferramenta que permite a busca de informações por atividade produtiva, tipo de resíduo gerado e CNPJ das empresas declarantes, com dados embasados em informações de mais de 60 mil empresas disponíveis no Relatório de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (RAPP), obtido no site do IBAMA.

Os dados de consumo aparente foram obtidos no site do Instituto de pesquisa geológica dos Estados Unidos - *U.S. GEOLOGICAL SURVEY (USGS)* e *MINERAL COMMODITY SUMMARIES*, sendo o consumo aparente para cada

país, o resultado da produção somado a importação das fibras, subtraindo as exportações (USGS, 2021).

Foram pesquisadas as instituições e empresas de comércio e produção de materiais em fibrocimento no Brasil, sendo as principais, a ETERNIT S.A. e BRASILIT-SAINT GOBAIN LTDA, e para o cálculo foi realizada pesquisa de dados, por meio de ferramentas de buscas, base de dados, portal de periódicos da CAPES, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Scopus e Google Acadêmico.

4.2.3 Critérios e fórmulas para cálculo das fibras e do MCA

O cálculo das fibras crisotila:

A estimativa de cálculo das quantidades do consumo aparente das fibras crisotila utilizadas para a produção de MCA (QFMCA), foi obtida conforme embasamento e Equação 1:

Embasamento: Percentual de comercialização das fibras conforme seu fim, considerando que 98,86% da comercialização das fibras de amianto no mercado nacional são destinadas à produção de materiais em fibrocimento (DNPM, 2015).

$$QFMCA = QFC \times PFC \text{ (Equação 1)}$$

Sendo:

QFMCA - Quantidade de consumo aparente de fibras crisotila destinadas à produção de MCA em toneladas.

QFC - Quantidade de consumo aparente de fibras crisotila no Brasil em toneladas.

PFC - Percentual de fibras crisotila, destinadas à produção de MCA, sendo = 98,8%

O cálculo dos materiais de cimento-amianto (MCA):

A estimativa de produção de MCA para o mercado interno foi embasada nas propriedades dos compósitos de fibrocimento amianto, na expectativa de vida útil e nos percentuais de fibras em sua composição, sendo o cálculo das quantidades de produção dos MCA (QMCA), obtido conforme embasamento e a Equação 2:

Embasamento: Os MCA em média possuem 10 % de fibras crisotila e 90 % de cimento Portland em sua composição (DOUGUET *et al.* 1997) (BENTUR e MINDESS, 1990).

$$QMCA = \frac{QFMCA}{PFCCA} \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo:

QMCA - Quantidades de produção dos MCA em toneladas.

QFMCA - Quantidade de consumo aparente de fibras crisotila destinadas à produção de MCA em toneladas (Equação 1).

PFCCA - Percentual de fibras crisotila, na composição do MCA, sendo =10%.

4.3 O SISTEMA DE GESTÃO INTERNACIONAL PARA ESTUDO

A definição do sistema de gestão Internacional foi embasada em critérios que permitiram avaliar sua relevância mundial, sua funcionalidade em relação ao problema do fluxo de pequenos volumes de RCC perigosos para materiais de cimento-amianto e que possibilitasse a sua adaptação à realidade brasileira.

4.3.1 A escolha do sistema de gestão

Os critérios adotados para a escolha do sistema de gestão internacional para pequenos volumes de resíduos de cimento-amianto foram:

- A relevância do sistema de gestão em relação aos índices de reciclagem e metas estabelecidas por sistemas internacionais de controle ambiental;
- O sistema de gestão associado a uma região ou país com histórico relevante de estudo de doenças provocadas pela inalação das fibras de amianto (mesotelioma, asbestose, câncer de pulmão) e com instrumentos de gestão (instruções) para lidar com a presença de materiais e resíduos com amianto no meio urbano;
- Sistema de gestão que abrangesse o fluxo de pequenos volumes de cimento-amianto com orientações técnicas acessíveis aos usuários para o manejo, coleta, transporte e destinação dos resíduos gerados;
- Sistema de gestão com casos implementados, práticos e seguros para a coleta e destinação de pequenos volumes de resíduos de cimento-amianto.

Para Yin (2005) o estudo de caso proporciona investigar um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real e dentre várias possibilidades, permite identificar programas bem-sucedidos.

4.3.2 Análise do sistema de gestão no RU

A pesquisa documental foi embasada nas instruções técnicas do site do *Health and Safety Executive* (HSE), o Departamento de Segurança e Saúde do Governo do Reino Unido, relacionadas aos serviços de manejo, coleta, transporte e destinação de resíduos de cimento-amianto para pequenos volumes.

1ª etapa: Foi apresentado de forma geral todas as possibilidades de consulta (pelos links) aos assuntos relacionados à saúde e segurança com amianto, com a finalidade de entendimento do site e da abrangência do tema proposto.

2ª etapa: Foram relacionados os temas essenciais para como lidar com os materiais e resíduos com amianto e suas variações: tipologia, volume e estado de conservação. Com abrangência desde a identificação até a remoção e destinação com segurança à saúde e ao ambiente, assim como os elementos

que envolvem essa ação: plano de ação, metodologias, equipamentos, mão de obra e fiscalização.

3ª etapa (última): Compilação dos dados no *website* e seu direcionamento à destinação de pequenos volumes de RCA, conforme suas características de geração, adaptabilidade a realidade nacional e iniciativas do poder público:

- Dados para a remoção pelos autoconstrutores, *do it yourself* (DIY), de pequenos volumes de MCA em moradias;
- Iniciativas e projetos do governo do RU para a coleta e transporte regularizados, de pequenos volumes de RCA.

Sendo que para Tam e Lu (2016), as melhores práticas de conhecimento e gestão de RCC de um país podem ser aplicadas além das fronteiras.

As palavras chave utilizadas para a pesquisa direcionada ao *website* do HSE foram: cimento-amianto, atividades ocupacionais, reforma, pequenas construções, manutenção, reparos, equipamentos, licenciamento e notificação,

Keywords: asbestos-cement, occupational activities, reform, small constructions, maintenance, repairs, equipment, licensing and notification,

4.4 FLUXOGRAMA DE ANÁLISE DE RISCO DE MORADIAS COM TCA.

O fluxograma, para Barnes (2004) simplifica processos por meio de símbolos padronizados. Sendo assim, o fluxograma foi elaborado para atender os gestores municipais que necessitam de instrumentos para análise e tomada de decisões, para o risco de moradias com o uso de telhas de cimento-amianto.

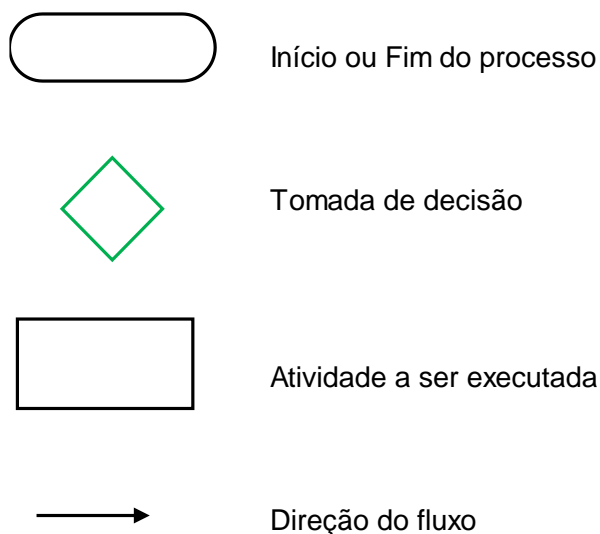
Os seguintes critérios foram estabelecidos para a composição do fluxo de tomada de decisão:

- Identificação do material de composição das coberturas;
- O estado de conservação dos materiais de cobertura;
- Caracterização das construções da moradia;
- Análise da qualidade ambiental na moradia.

O fluxograma para análise do risco (Figura 26) é de processo simples de fluxo com os elementos:

- O início por meio da entrada de informações e o fim conforme resultados obtidos nas etapas;
- O processo que indica a sucessão de atividades executadas para obtenção do resultado;
- A tomada de decisão, necessária para decidir o fluxo do processo;
- O fluxo que ilustra as conexões em sequência entre as diferentes etapas do processo.

Figura 26 - Símbolos padrões para uso em fluxograma



Fonte: adaptado de (DAMELIO, 2011)

4.5 ELABORAÇÃO DE INSTRUÇÃO TÉCNICA PARA RETIRADA DE PEQUENOS VOLUMES DE TCA

A proposição de instrução técnica para remoção de pequenos volumes de TCA com segurança foi embasado nos procedimentos adotados pelo Departamento de Segurança e Saúde do Governo do Reino Unido (HSE). A instrução a14 do site do HSE foi selecionada pois atende os critérios de segurança para manejo, coleta, transporte, controle, limpeza, descontaminação

das áreas de trabalhos e descarte de pequenos volumes de resíduos de cimento-amianto.

Os equipamentos de proteção individual (EPIs) e de proteção respiratória (EPRs), seguem além da instrução a14, as informações obtidas nas normas brasileiras NR06, NR15 e NR35, dentre essa documentação, referenciou-se a especificação mais restritiva e que melhor se adaptasse à realidade do país.

A pesquisa às empresas fornecedoras de materiais e equipamentos foi realizada via *web*, *e-mail*, telefone e chat das empresas e seguiram os critérios:

- Fabricantes e marcas com relevância e representatividade internacional e nacional;
- Preferência de disponibilidade no país;
- Adaptabilidade às obras;
- Adaptabilidade aos autoconstrutores;

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 O CÁLCULO DA QUANTIDADE DE MCA NO BRASIL

Para o cálculo estimado da quantidade de materiais de cimento-amianto no Brasil no período de 1998 a 2017, foi necessário o cálculo das fibras consumidas no período, e a partir desse número e do percentual médios de fibras em materiais de cimento-amianto, foi estimada a quantidade MCA no país.

5.1.1 Quantidade de fibras crisotila consumidas no Brasil de 1998 a 2017

O levantamento da quantidade de fibras crisotila comercializadas no mercado nacional, no período, ficou em 2,798 milhões de toneladas, como apresentado na coluna 2 da Tabela 3.

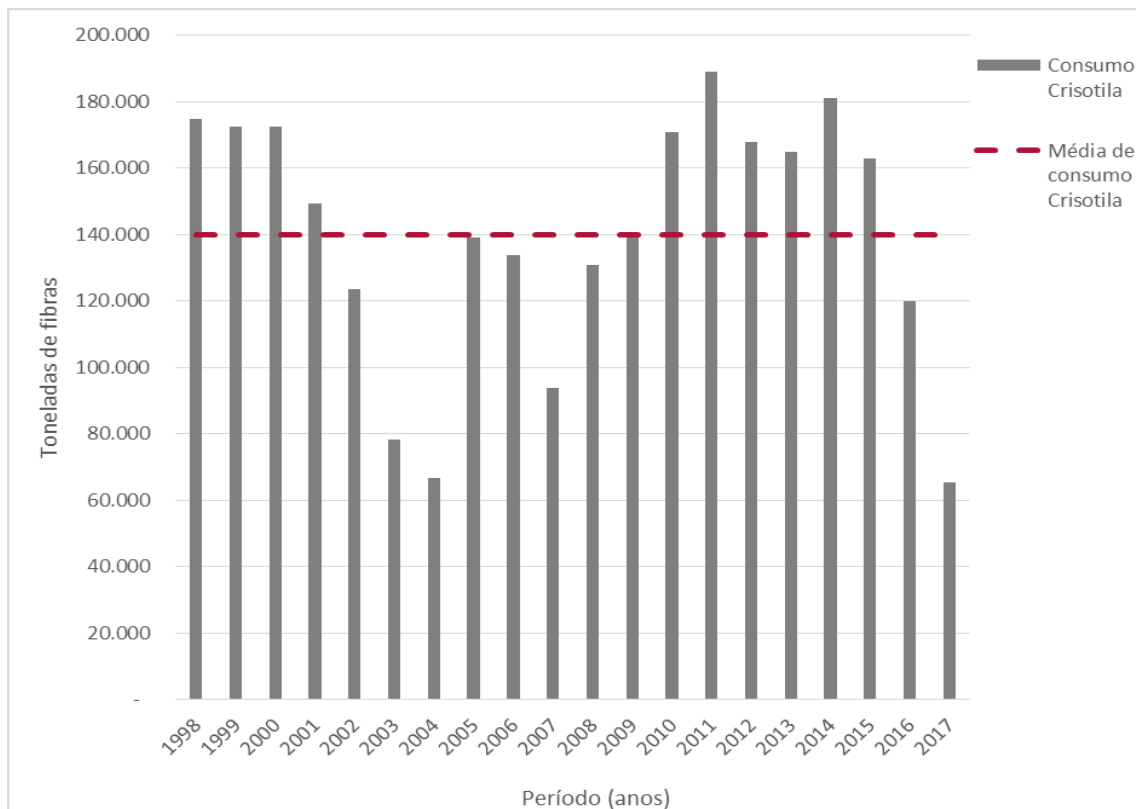
Tabela 3 - Consumo aparente de fibras e MCA, Brasil 1998 a 2017

Ano de consumo	Quantidade (t)		
	fibras crisotila (QFC)	fibras destinadas aos MCA (QFMCA)	MCA (QMCA)
1998	174.859	172.761	1.727.607
1999	172.598	170.527	1.705.268
2000	172.560	170.489	1.704.893
2001	149.540	147.746	1.477.455
2002	123.735	122.250	1.222.502
2003	78.403	77.462	774.622
2004	66.900	66.097	660.972
2005	139.000	137.332	1.373.320
2006	134.000	132.392	1.323.920
2007	93.800	92.674	926.744
2008	131.000	129.428	1.294.280
2009	140.000	138.320	1.383.200
2010	171.000	168.948	1.689.480
2011	189.000	186.732	1.867.320
2012	168.000	165.984	1.659.840
2013	165.000	163.020	1.630.200
2014	181.000	178.828	1.788.280
2015	163.000	161.044	1.610.440
2016	120.000	118.560	1.185.600
2017	65.300	64.516	645.164
totais	2.798.695	2.765.111	27.651.107
média anual	139.935	138.256	1.382.555

Fonte: adaptado de USGS 2021

Para melhor visualização, a Figura 27 fornece as quantidades anuais consumidas no país de 1998 a 2017, com destaque para o ano de 2011 com 189.000 t, a maior quantidade consumida no período, assim como a média anual de 139.935 t

Figura 27 - Quantidades de fibra crisotila consumidas no Brasil, 1998 a 2017



Fonte: O autor

O método de cálculo estimativo das quantidades de MCA embasadas no consumo de fibras crisotila é inédita no país. Em países em que o processo de desamiantização está mais adiantado, cadastros do uso de TCA pela população e edificações públicas já foram realizados, portanto o levantamento das telhas é qualitativo, ou seja, para a análise do estado de conservação das telhas, por meio de sensoriamento remoto e fotos aéreas (Cilia *et al*, 2015).

5.1.2 - Quantidade de MCA produzido no Brasil de 1998 a 2017.

- i) Cálculo da quantidade de fibras crisotila destinadas à produção de MCA teve o seu cálculo embasado nas considerações:

Aplica-se a equação (E1) e obtém-se os QFMCA dos anos de 1998 a 2017, resultando a somatória de 2,765 milhões de toneladas de crisotila e média anual de 138.256 t de amianto destinados à indústria de fibrocimento, coluna 3 (Tabela 3).

ii) Cálculo da quantidade de MCA produzida (QMCA)

Aplica-se a equação (E2) e obtém-se os QMCA dos anos de 1998 a 2017, resultando a somatória de 27,65 milhões de toneladas de MCA e média anual de 1,38 milhões de toneladas coluna 4 da (Tabela 3).

5.1.3 - Geração de RCA no Brasil de 2012 a 2017

Conforme o Painel da Geração de Resíduos (PGR) no Brasil, contido no site do IBAMA¹⁶, foram geradas 103,18 mil toneladas de RCA no país, de 2012 a 2017, com média anual de 17,2 mil toneladas (Tabela 4).

Tabela 4 - Geração de RCA, Brasil 2012 a 2017

Geração de RCA (mil toneladas)	Ano						Período
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
	31,94	5,53	6,18	4,53	36,8	18,2	103,18

Fonte (IBAMA, 2020)

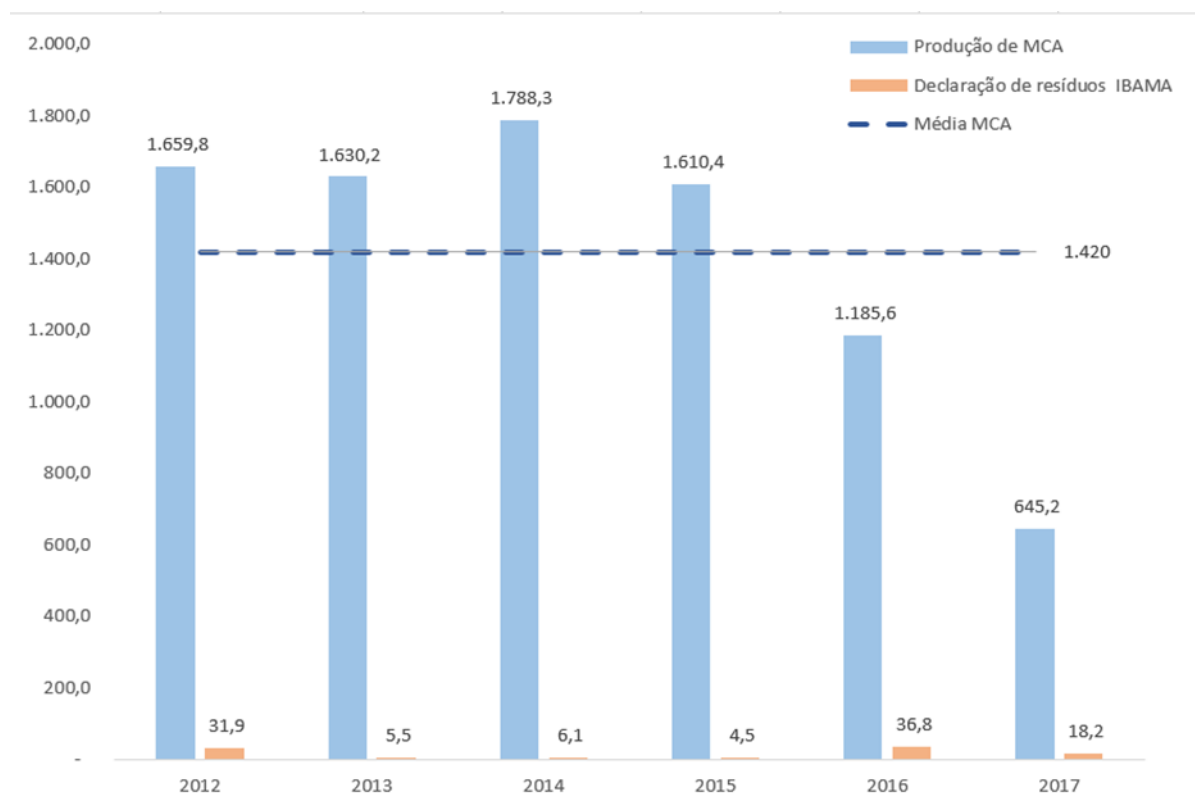
No período de 2012 a 2017, passível de comparação por disponibilidade de dados, ao verificar o potencial de produção de MCA e a geração de RCA declarada no Painel do IBAMA, nota-se uma defasagem significativa em todos os anos, com tendência de queda da produção de MCA a partir de 2014 (Figura 28). Verifica-se que a produção de MCA é da ordem de milhões de toneladas/ano, com o pico em 2014, enquanto a geração de RCA variou de 4,53 a 36,80 mil toneladas/ano, com pico em 2016. A produção média anual de MCA ficou em 1,42 milhões de toneladas e a média anual de geração de RCA em 17,2 mil toneladas, revelando grande diferença entre ambas. Seguindo essa tendência de média da geração de RCA declarada, seriam necessários 83 anos de geração para equiparar a quantidade de resíduos à produção média anual de MCA. Vale ressaltar que o painel de geração de resíduos perigosos do IBAMA

¹⁶ O painel da Geração de Resíduos Sólidos no Brasil foi produzido com base em informações de mais de 60 mil empresas disponíveis no Relatório de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (RAPP).

trata-se de instrumento recente, desde 2012, cujos registros ainda estão incompletos e os dados refletem registros parciais de descarte de resíduos perigosos, mesmo com a obrigação de inscrição do gerador no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras, conforme Instrução Normativa nº 13, de 23 de agosto de 2021. Por outro lado, atividades enquadradas como reforma, demolição e mesmo autoconstrução, ou seja, atividades informais de geração de resíduos da construção civil, que via de regra podem conter telhas ou caixas d'água de CA descartadas, ficam à margem desse controle, por não cadastramento no sistema. Essas são atividades que, provavelmente, acarretarão descarte inadequado de resíduos de amianto no meio ambiente.

Observa-se também na Figura 28, que a quantidade de produção de MCA do ano de 2017 (645.200 toneladas) está aquém dos valores dos anos anteriores, reflexo do processo de banimento do amianto no país, além da queda de produção devido ao desgaste do produto junto à opinião pública e ao mercado consumidor.

Figura 28 - Produção MCA e geração RCA no Brasil de 2012 a 2017



Fonte: O autor

A grande diferença entre os dados de produção de MCA e a quantidade declarada da geração de resíduos indica grande estoque de MCA em uso em habitações residenciais, comércios, serviços, indústrias e infraestrutura no país. Esse estoque em uso representa um contingente de RCA a ser descartado no futuro, a partir do fim de vida dos produtos ou descarte por substituição em obras de reforma ou demolição; representa, portanto, um passivo futuro, pelo qual há necessidade de atenção e de política pública para destinação ambientalmente segura.

A coleta diferenciada e o envio para disposição em aterros para resíduos perigosos (classe I) é a rota preferencial adequada e de menor custo. Por outro lado, segundo ABETRE¹⁷ em 2021 havia 21 aterros industriais em operação no país, devidamente licenciados pelos órgãos estaduais de meio ambiente, com predominância de instalação nas regiões sul e sudeste. Esse número, porém, está aquém da demanda projetada de RCA da ordem de milhões de toneladas para os próximos anos, considerando-se que a estimativa de recebimento de materiais perigosos em aterro industrial de médio porte no Brasil é de 18 a 22 mil toneladas/ano conforme Candiani¹⁸. Deve ser considerado, ainda a distribuição geográfica desses aterros e a possibilidade de nem todos estarem licenciados para o recebimento de RCA, fatores que restringem ainda mais a oferta de áreas de recepção ambientalmente adequadas.

Considerando-se o cenário por vários aspectos como: i) o longo período de fabricação dos MCA e seu tempo no mercado: de 1940 a 2017; ii) a grande quantidade de MCA em uso; iii) o processo de degradação da matriz cimentícia dos compósitos que tendem a acelerar pelo tempo de uso e ações climáticas; iv) os números de intervenções de manutenção cada vez mais necessários pelo envelhecimento dos MCA; v) os locais mais utilizados para a sua destinação: aterros Classe I (resíduos perigosos) com características como: demanda de grandes espaços; restrições ambientais como distância do aquífero freático e de áreas urbanizadas; além do resíduo permanecer estocado em área aterrada e não retornar ao ciclo produtivo, evidencia-se a necessidade premente de

¹⁷ Informação obtida por meio de comunicação realizada em 2022 ao Presidente da Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes (ABETRE), Sr. Luiz Gonzaga Pereira.

¹⁸ Informação obtida por meio de Comunicação realizada em 2022 com o professor adjunto na Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Sr. Giovano Candiani.

aprimoramento da gestão dos RCA. O modelo de gestão para minimizar riscos e promover sustentabilidade demandará sistema apropriado de coleta e destinação para grandes demandas de descarte de RCA, caracterizado por fluxos difusos e em pequenas quantidades. Será necessário também investimento em tecnologias para beneficiamento e inertização das fibras de forma a mitigar seu impacto ao ambiente e ainda possibilitar seu retorno à cadeia produtiva, além da investigação dos riscos da degradação desses compósitos e sua possível relação com a contaminação das áreas em seu entorno e à saúde humana.

Como o maior uso de CA está voltado para fabricação de telhas para cobertura, atenção maior volta-se a este seguimento. Em 2012, havia mais de 25 milhões de habitações cobertas com telhas de fibrocimento contendo amianto, no país (Eternit, 2012). Considerando-se que o tamanho médio da casa própria com financiamento no país em 2013 é de aproximadamente 58 m², segundo a Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE) em 2018, e adotando-se a área média de cobertura por habitação como sendo 50 m², resulta em uma estimativa de 1,25 bilhões de m² de telhas de CA, apenas no ano de 2012. Sendo que este valor tende a aumentar até 2017, conforme os fatores: i) a produção de telhas em CA até o banimento do amianto em 2017, ii) a durabilidade do produto, iii) o grau de reuso e iv) a quantidade média de RCA declarados no período. Portanto, essa estimativa de área coberta com telhas de fibrocimento amianto reforça o fato da existência de grandes quantidades de MCA ainda em uso no país, potenciais resíduos perigosos a serem destinados no futuro.

Por outro lado, o uso de cobertura com telhas de fibrocimento, em geral, incide em habitações autoconstruídas e localizadas em comunidades e assentamentos de baixa renda, devido à durabilidade e baixo custo (CASTRO, 2021). Logo, esse tipo de telha é encontrado em áreas com características de elevada densidade demográfica, altas taxas de construção e ocupação por m², fatores que, somados ao tempo de utilização, às frequentes manutenções pela degradação da matriz cimentícia e ao reuso frequente do material, aumentam os riscos dos moradores à exposição das fibras crisotila dispersas nesses ambientes. Grande parte das telhas de fibrocimento amianto, descartadas de forma irregular em caçambas de coleta de RCC em área pública, são retiradas

e reaproveitadas pela população (CASTRO, 2021), muitas vezes utilizadas com outras funções construtivas como divisórias, cercas e portas.

Esse panorama da questão dos MCA, as condições de uso e a possibilidade de degradação suscitam a necessidade de investigar o perigo que representa a degradação das telhas de CA ao longo de sua utilização, assim como o nível de dispersão das fibras e as condições de seu entorno. Nesse aspecto, recomendam-se medidas como: i) mapeamento da degradação das telhas de CA associado às características de uso, construção e ocupação; ii) medição e monitoramento das quantidades de concentração de fibras em suspensão no ar por volume, capítulo 5.3.

Para os RCA, é importante reforçar a necessidade de implementação de sistema de gerenciamento de resíduos perigosos decorrentes do descarte de TCA ao final da vida útil, que envolva instrumentos apropriados e a disponibilização de instruções técnicas para a capacitação de mão de obra para o manejo, embalagem, estoque, coleta, transporte e destinação de forma ambientalmente adequada e segura ao trabalhador e aos demais expostos, capítulo 5.4.

5.2 O SISTEMA DE GESTÃO INTERNACIONAL DO ESTUDO

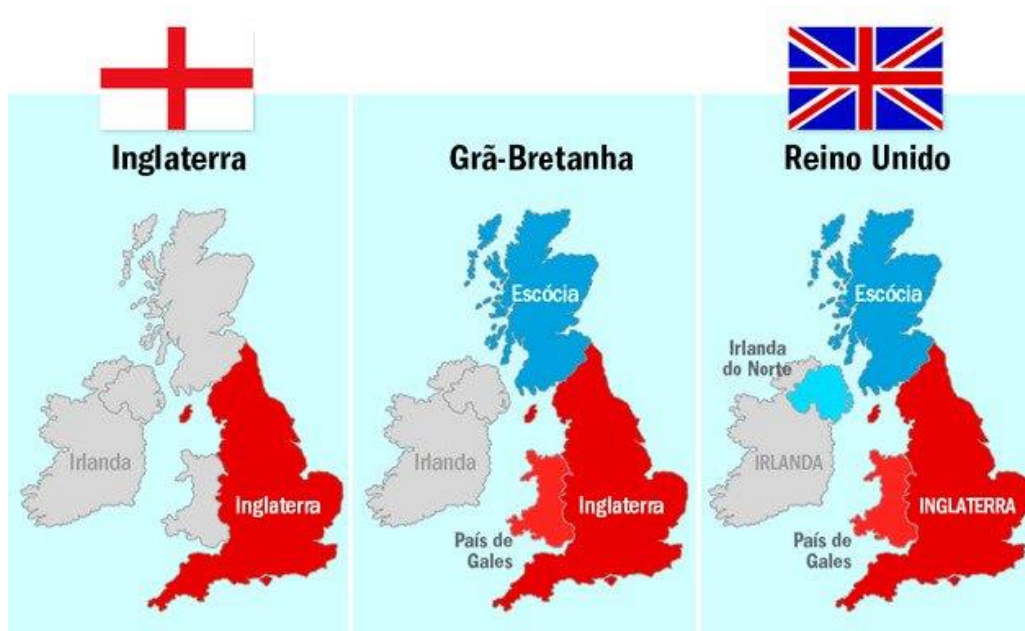
A definição do sistema de gestão Internacional do Reino Unido foi embasada em critérios que permitiram avaliar sua relevância internacional, sua funcionalidade em relação ao problema do fluxo de pequenos volumes de RCC perigosos para materiais de cimento-amianto e adaptabilidade à realidade brasileira.

5.2.1 O sistema de gestão de resíduos da construção do RU

O Reino Unido (RU) inclui os seguintes países, Inglaterra, Escócia, País de Gales, Irlanda do Norte e as ilhas de Mann, Wight e Jersey. Durante a pesquisa muitas informações foram coletadas e consideradas, não somente do RU, como também, das regiões da Grã-Bretanha e da Inglaterra, sendo esta a

principal economia e centro socioeconômico entre os países componentes do RU (Figura 29).

Figura 29 - Mapas Inglaterra, Grã-Bretanha e Reino Unido



Fonte: <https://www.todamateria.com.br/reino-unido/>

O RU apresenta os seguintes dados de acordo com o Atlas Mundial de Dados¹⁹ de 2021:

- População: 67.326.569 habitantes
- Área: 241.930 Km²
- PIB per capita, US\$47.334;
- PIB: US\$ 3.186,9 bilhões,
- Índice de GINI²⁰: 0,351

Os seguintes critérios foram adotados para a escolha da gestão internacional no Reino Unido:

¹⁹ Atlas Mundial de Dados¹⁹ de 2021 - <https://pt.knoema.com/atlas/Reino-Unido>

²⁰ Índice de Gini, mede o grau de concentração de renda, aponta a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos. Numericamente, varia de zero a um, sendo o valor zero a situação de igualdade.

Critério 1: A relevância mundial na gestão de RCC:

A relevância mundial na gestão de RCC no RU foi constatada pelos ótimos índices de reciclagem em comparação aos países e metas estabelecidos pela União Europeia (UE), sendo a taxa média de 91% para os resíduos da construção civil recuperados no período de 2011 a 2016 e em 2017 e 2018 chegou a 92% (Tabela 5). Os valores de reciclagem estão acima da meta de 70% estabelecida aos países da (UE) (“UK Statistics on Waste”, 2017) (Figura 30).

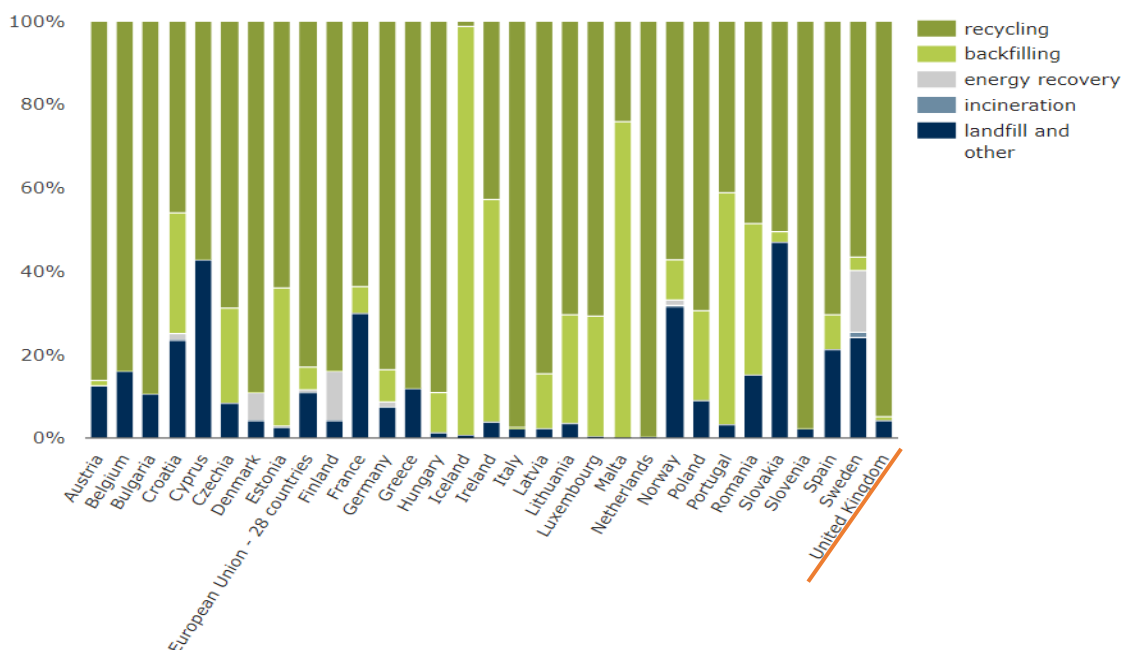
Tabela 5²¹ - Geração RCC e taxa de reciclagem no RU no período de 2010-2018

	UK			England		
	Generation	Recovery	Recovery rate	Generation	Recovery	Recovery rate
	M tonnes	M tonnes	%	M tonnes	M tonnes	%
2010	59.2	53.1	89.7%	53.6	49.4	92.2%
2011	60.2	55.0	91.4%	54.9	50.8	92.5%
2012	55.8	50.8	91.1%	50.5	46.4	92.0%
2013	57.1	52.0	91.2%	51.7	47.6	92.0%
2014	61.5	56.3	91.5%	55.9	51.7	92.4%
2015	63.8	58.0	91.0%	57.7	53.3	92.3%
2016	66.2	60.0	90.7%	59.6	55.0	92.1%
2017	68.7	62.9	91.5%	62.2	57.9	93.1%
2018	67.8	62.6	92.3%	61.4	57.5	93.8%

Fonte: *Defra Statistics*

²¹ Valores da tabela 5 excluem os resíduos de solos de escavação.

Figura 30 - Gráfico de desempenho da reciclagem RC, países da Europa 2016



Fonte: <https://www.eea.europa.eu/publications/construction-and-demolition-waste-challenges>

O Reino Unido destaca-se com 94,8 % de índice de reciclagem dos RCC base mineral, sendo que a média dos países pertencentes à União Europeia é de 82,8%. Ressalta-se que o Reino Unido fez parte da união Europeia até 31 de janeiro de 2020.

Critério 2: O impacto do amianto, na saúde da população local:

Número de óbitos: Nos países do RU cerca de 5.000 óbitos ocorreram em 2019, causados por doenças relacionadas ao amianto (HSE, 2021).

Histórico da doença e ações para tratamento: A preocupação com doenças respiratórias relacionadas ao amianto começou com a expansão do uso das fibras na Inglaterra, primeiro país a regular esta indústria. Na década de 60 os pesquisadores estabeleceram uma correlação segura entre o tempo de exposição à fibra e o câncer de pulmão (SELIKOFF *et al*, 1964; MURRAY, 1990). Esta descoberta resultou em importantes trabalhos para se conhecer a influência do tamanho das fibras, forma, estrutura cristalina e composição química no processo de evolução da doença (CHURG and WRIGHT, 1994; RICE and HEINEMAN, 2003).

Critério 3: A abrangência do sistema de gestão de resíduos do RU aos pequenos volumes:

O sistema de gestão do Reino Unido abrange instruções técnicas para a orientação à população sobre como lidar com pequenos volumes de MCA e RCA com segurança, incluindo as etapas:

- Desmontagem;
- Uso de EPIs e EPRs;
- Manejo do resíduo;
- Embalagem;
- Estoque;
- Coleta e Transporte;
- Destinação.

Critério 4: O sistema de gestão do RU apresenta um caso implementado, para a coleta e destinação de pequenos volumes de resíduos de cimento-amianto conforme iniciativa do Governo do RU em parceria com o Condado de Suffolk da Inglaterra, conforme item 5.2.3.

5.2.2 Apresentação e análise do sistema de gestão no RU

O governo do Reino Unido por meio do órgão *Health and Safety Executive* (HSE) disponibiliza à população orientativos técnicos de segurança na área de Saúde Ambiental e Ocupacional por meio do *website* oficial²².

O *Health and Safety Executive* (HSE) é o Departamento Regulador Nacional do Reino Unido para a saúde e segurança no trabalho e tem o objetivo de prevenir mortes, lesões ou problemas de saúde no local de trabalho (HSE,2021). O *website* oficial do HSE fornece instruções à população que necessite de orientações sobre segurança e saúde, e está dividido em assuntos: i) campo ocupacional, como acidentes no trabalho; ii) legislação; iii) áreas de risco e; iv) agentes perigosos como: produtos químicos, fumos, poeiras,

²² Health and Safety Executive (HSE) London. Disponível em: <https://www.hse.gov.uk/asbestos/index.htm> .Acesso em: 30 agosto 2022

asbestos entre outros. A plataforma oferece uma coletânea de instruções específicas para a manutenção, reparos, manejo, embalagem, coleta, transporte e destinação de peças contendo amianto (Figura 31).

Figura 31 - Guia para lidar com amianto com Saúde e Segurança, website HSE

The screenshot shows the HSE website's 'Asbestos health and safety' page. The header includes the HSE logo and 'Health and Safety Executive' text, along with a search bar and navigation links: Home, News, Guidance, About HSE, Books, Free updates, and Contact. The breadcrumb trail reads 'HSE > Guidance > Topics > Asbestos'.

The main content area is titled 'Asbestos health and safety' and is organized into several columns and sections:

- Left sidebar (Asbestos):**
 - Why is it dangerous?
 - Where can you find asbestos?
 - Materials that may contain asbestos →
 - Am I at risk?
 - Frequently asked questions
 - Asbestos training
 - Managing asbestos →
 - The duty to manage asbestos
 - Managing my asbestos
 - Are you a...? →
 - Resources →
 - Exemption certificates
- Main content area:**
 - Asbestos health and safety:**
 - Asbestos can be found in any building built before the year 2000 (houses, factories, offices, schools, hospitals etc) and causes around 5000 deaths every year.
 - ▶ [Why is it dangerous?](#)
 - ▶ [Asbestos analysis and measurement](#)
 - ▶ [Where can you find asbestos?](#)
 - Are you a...?:**
 - ▶ [Tradesperson - Joiner, Electrician, Plumber etc](#)
 - ▶ [Building owner](#)
 - ▶ [Licensed contractor](#)
 - ▶ [Member of public](#)
 - ▶ [Are you a...?](#)
 - Managing and working with asbestos:**
 - ▶ [Approved Code of Practice](#)
 - ▶ [Control of Asbestos Regulations](#)
 - ▶ [Duty to manage](#)
 - ▶ [Asbestos licensing](#)
 - ▶ [Working with asbestos](#)
 - Information, instruction and training:**
 - Are you likely to be applying for a renewal of your licence? If so [find out more](#).
 - ▶ [Advice to users](#)
 - Before starting any work that may disturb asbestos, you must ensure that you have had the correct level of information, instruction and training.
 - ▶ [More on training](#)
 - Resources:**
 - ▶ [Asbestos essentials](#)
 - ▶ [Beware Asbestos reference cards \(PDF\)](#)
 - ▶ [Licensed contractors guide](#)
 - ▶ [The survey guide](#)
 - ▶ [The analyst guide](#)
 - ▶ [Notification forms](#)
 - ▶ [Research and reports](#)
 - ▶ [More resources](#)
 - FAQs:**
 - ▶ [Employers and employees](#)
 - ▶ [Control of Asbestos Regulations 2012](#)
 - ▶ [Members of the public](#)
 - ▶ [General asbestos questions](#)
 - ▶ [More FAQs](#)
 - Subscribe:**
 - Subscribe for free health and safety news and updates on this topic.
 - Your email address:
 - [Subscribe](#)

The footer contains a feedback message: 'Thank you for your feedback.' and a navigation menu with links: Search, A-Z, Acronyms, Site map, Copyright, Cookies, Privacy, Accessibility, Disclosure of information, and Vulnerability disclosure. It also includes the HSE mission statement: 'HSE aims to reduce work-related death, injury and ill health.' and a link for 'Information in other languages'.

Fonte: <https://www.hse.gov.uk/asbestos/index.htm>

A Figura 31 apresenta a página inicial para as informações sobre o tema amianto conforme a sequência de links (*HSE > Guidance > Topics > Asbestos*), contendo instruções técnicas e orientações sobre o assunto. De forma geral o *website* abre possibilidades de consulta a diversos temas relacionados à saúde e segurança com amianto, dentre os quais destacam-se: i) a tipologia (brancos, marrons e azuis), ii) classificações conforme a estrutura do material (friável ou não friável), iii) riscos associados ao seu manejo, ruptura do material, coleta, transporte e destino, iv) identificação em uma edificação (onde encontrar amianto em uma residência padrão), v) o que fazer ao encontrar materiais ou resíduos com amianto, vi) a relação do risco à saúde (inalação das fibras) conforme o tipo de material, vii) o grau de conservação, viii) a quantidade e sua localização. O *website* informa sobre a fiscalização conforme documentação necessária, certificados, legislação, exigência de licença de acordo com os riscos nos trabalhos, equipamentos de segurança e a lista de empresas aptas e regulamentadas para os trabalhos com amianto. Além dos guias técnicos para a gestão dos serviços de construção e demolição com o uso de amianto e sobre a geração de RCA. Incluindo também, os equipamentos de segurança e instruções técnicas de como manejar pequenos volumes de MCA pelos proprietários, (autoconstrução), entre outros assuntos. O *website* do HSE fornece também, a orientação necessária de como lidar com materiais com amianto em uso domiciliar, obras e reformas.

O *website* na seção *Essentials*²³ apresenta as instruções técnicas - *Asbestos essentials task sheets* - que orientam os cidadãos como lidar com amianto, desde a informação mais básica sobre a identificação até como removê-lo usando equipamentos de segurança.

No tópico *Asbestos Essentials* (HSE, 2021), as instruções técnicas estão divididas em:

Introdução:

Esse tópico introduz as instruções técnicas para os empregadores, gerentes e comerciantes individuais: i) como lidar com os materiais com amianto no trabalho ou quando estão nas proximidades; ii) em qual categoria de trabalho

²³ Essentials- disponível no link: <https://www.hse.gov.uk/asbestos/essentials/index.htm>

com amianto se enquadra a ocorrência e; iii) como planejar o serviço com segurança. Segue o tópico e *link*²⁴ correspondente do *website* HSE:

- A0-Introdução aos fundamentos do amianto:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a0.pdf>

Instruções técnicas sobre os equipamentos e métodos

Este grupo de instruções orienta: i) realizar uma análise de risco antes de iniciar os trabalhos com materiais que contenham amianto; ii) avaliar o risco de exposição ao amianto e as medidas apropriadas que devem ser implementadas para prevenir ou reduzir a exposição; iii) avaliar e como proceder frente a situações de trabalho, por exemplo: “uma peça de amianto foi danificada” e; iv) informações de treinamento e uso de equipamentos, limpeza e descontaminação do local e descarte. Seguem os tópicos e *links* correspondentes do *website* HSE:

- EM0. Avaliações de risco e planos de trabalho:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/em0.pdf>

- EM1. O que fazer ao descobrir ou ter contato acidentalmente com o amianto durante o seu trabalho:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/em1.pdf>

- EM2. Informação, instrução e treinamento:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/em2.pdf>

- EM3. Construindo e desmontando um mini-gabinete:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/em3.pdf>

- EM4. Usando um aspirador de pó classe H para amianto:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/em4.pdf>

- EM5. Umedecimento de materiais de amianto:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/em5.pdf>

- EM6. Equipamento de proteção individual (incluindo EPR):

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/em6.pdf>

²⁴ Para acesso ao *website* coloque o cursor sobre *link* e pressione a tecla *Control*

- EM7. Usando panos úmidos para limpar superfícies com baixa contaminação de amianto:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/em7.pdf>

- EM8. Descontaminação pessoal:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/em8.pdf>

- EM9. Descarte de resíduos de amianto:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/em9.pdf>

- EM10. Declaração de limpeza após a remoção de revestimento texturizado:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/em10.pdf>

Instruções técnicas para o trabalho com cimento-amianto (não licenciado)

Este grupo de instruções são indicadas para serviços menores com liberação das fibras, como nas perfurações, reparos, coleta de resíduos, manutenções e limpezas, sendo que não há necessidade do pedido de licença para a execução. Seguem os tópicos e *links* correspondentes do *website* HSE:

- A9. Perfuração em cimento-amianto (CA) e outros materiais de alta aderência:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a9.pdf>

- A10. Limpeza de detritos de calhas em telhado de cimento-amianto (CA):

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a10.pdf>

- A11. Remoção de detritos de cimento-amianto (CA):

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a11.pdf>

- A12. Limpeza de telhados e revestimentos degradados de cimento-amianto (CA):

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a12.pdf>

- A13. Reparando cimento-amianto danificado (CA):

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a13.pdf>

- A14. Remoção de chapas de cimento-amianto (CA), calhas, etc. e desmontagem de uma pequena estrutura de CA:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a14.pdf>

- A15. Remoção de cimento-amianto (CA) ou produto plástico reforçado, exemplo, tanque, duto, cisterna de água:
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a15.pdf>
- A16. Pintura de produtos de cimento-amianto (CA):
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a16.pdf>
- A35. Substituindo uma chaminé ou duto de cimento-amianto (CA):
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a35.pdf>
- A36. Remoção de um painel de cimento-amianto (AC) do lado de fora, ao lado ou embaixo de uma janela:
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a36.pdf>

Instruções técnicas para trabalho com revestimentos texturizados contendo amianto (não licenciado)

Este grupo de instruções são indicadas também para serviços menores, porém direcionados para os revestimentos texturizados com a liberação das fibras, como nas perfurações, reparos, coleta de resíduos, manutenções e limpezas, sendo que não há necessidade do pedido de licença para a execução. Seguem os tópicos e *links* correspondentes do *website* HSE:

- A26. Perfuração e mandrilamento²⁵ em revestimentos texturizados:
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a26.pdf>
- A27. Inserção e remoção de parafusos em revestimentos texturizados:
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a27.pdf>
- A28. Remoção de revestimento texturizado de uma área pequena, exemplo 1,0 m²:
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a28.pdf>
- A29. Limpeza de detritos após a ruína do forro ou parede com revestimento texturizado:
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a29.pdf>

²⁵ Mandrilamento é um processo para aumentar ou melhorar a qualidade de um furo existente

Instruções técnicas para trabalhos menores rigorosamente controlados em placas isolantes de amianto (AIB)

Este grupo de instruções são indicadas também para serviços menores, porém direcionados para os materiais *Asbestos Insulation Board* (AIB), com muita liberação das fibras, como nas perfurações, reparos, pinturas, manutenções e limpezas, sendo que não há necessidade do pedido de licença para a execução. Seguem os tópicos e *links* correspondentes do site HSE:

- A1. Furos em placas isolantes de amianto (AIB):
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a1.pdf>
- A2. Remoção de uma placa isolante de amianto (AIB) (aparafusada):
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a2.pdf>
- A3. Remoção de porta com placa isolante de amianto (AIB) à prova de fogo:
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a3.pdf>
- A4. Remoção de um painel único de placa isolante de amianto (AIB) com menos de 1m², fixado com pregos ou parafusos:
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a4.pdf>
- A5. Limpeza de luminárias fixadas em placa isolante de amianto (AIB):
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a5.pdf>
- A6. Reparando pequenos danos à placa isolante de amianto (AIB):
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a6.pdf>
- A7. Pintura de placa isolante de amianto não danificada (AIB):
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a7.pdf>

Instruções técnicas para o trabalho seguro com materiais de amianto não danificados

Este grupo de instruções são de boas práticas, quando é necessário proteger materiais com amianto contra danos por impacto e não deseja removê-

los. Incluindo os materiais AIB e a passagem de infraestrutura para elétrica. Seguem os tópicos e *links* correspondentes do *website* HSE:

- A8. Encapsulando materiais de amianto não danificados para evitar danos por impacto:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a8.pdf>

- A20. Colocação de cabos em áreas contendo materiais com amianto não danificados:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a20.pdf>

- A34. Remoção de pinos e pregos de painel de placa isolante de amianto (AIB):

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a34.pdf>

Instruções técnicas para a remoção e substituição de outros materiais contendo amianto

Este grupo de instruções são de boas práticas quando é necessário remover revestimentos com amianto. Seguem os tópicos e *links* correspondentes do *website* HSE:

- A17. Remoção de revestimentos de papel de amianto:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a17.pdf>

- A18. Remoção de revestimentos de fricção de amianto:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a18.pdf>

- A19. Removendo um cobertor anti-chamas de amianto:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a19.pdf>

- A21. Remoção de produtos betuminosos que contenham amianto, como feltros de telhados, revestimentos de calhas ou placas impermeáveis:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a21.pdf>

- A22. Remoção de revestimentos metálicos revestidos com betume contendo amianto:
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a22.pdf>
- A23. Remoção de pisos com amianto e mastique:
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a23.pdf>
- A24. Remoção de conectores de dutos de amianto flexíveis:
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a24.pdf>
- A25. Remoção de anéis de vedação para tubulação com amianto e isolamento de amianto para cabos:
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a25.pdf>
- A30. Remoção de isolamento elétrico contendo amianto de painel elétrico:
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a30.pdf>
- A31. Remoção de aquecedor a gás ou elétrico contendo amianto:
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a31.pdf>
- A32. Substituindo uma peça que contém amianto em um eletrodoméstico:
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a32.pdf>
- A33. Substituindo uma caixa de fusíveis contendo amianto ou um conjunto de fusível:
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a33.pdf>
- A37. Remoção de mastique, selante, enchimento, massa de fixação contendo amianto:
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a37.pdf>

Instruções técnicas para resíduos em local irregular - pontos viciados

Esta instrução descreve a boa prática quando há material com amianto descartado em local irregular (*fly-tipped*). Segue o tópico e *link* correspondente do site HSE:

- A38. Como lidar com resíduos de amianto descartados em local irregular:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a38.pdf>

Observando que o princípio da Lei de Saúde e Segurança no local de trabalho no RU, de acordo com o HSE²⁶, está fundamentada em que os trabalhadores ou agentes que criam riscos estão em melhor posições para controlá-los. Sendo assim, o órgão regulador (HSE) utiliza métodos para o gerenciamento de riscos no local de trabalho, fornecendo informação, orientação e suporte para a execução de serviços com materiais perigosos. Ampliando o engajamento e a conscientização das medidas de segurança, pelo uso adequado das instruções técnicas disponibilizadas e cumprimento das normas nos locais de trabalho, e também, pela forte atuação nas inspeções, com medidas coercivas para evitar danos e responsabilizar aqueles que violam a lei. Mesmo com essa estrutura foi necessário em algumas regiões do RU estabelecer parcerias entre o governo, os condados e a iniciativa privada para viabilizar o fluxo de pequenos volumes dos MCA.

No estado de São Paulo a responsabilidade de orientação, suporte, fiscalização da gestão de RCC é partilhada entre os poderes, municipal e estadual, estrutura que não abrange plenamente a gestão de pequenos volumes de RCC perigosos, que carece de orientação e suporte para o estabelecimento de seu fluxo para transporte e destinação no município, com segurança e sustentabilidade.

5.2.2.1 A gestão do Reino Unido para o fluxo dos pequenos volumes de MCA e RCA.

A estrutura da gestão dos RCA e dos MCA no RU determina que o risco à saúde do indivíduo ao contato com o material é o fator para a definição do tipo de licença necessária para a realização dos trabalhos (HSE, 2021). Os serviços com MCA estão divididos entre os que necessitam de emissão de licença e os

²⁶ <https://www.hse.gov.uk/enforce/our-role-as-regulator.htm>

que não necessitam, sendo que nesta segunda categoria estão os com notificação e sem notificação:

Trabalhos com emissão de licença

O sistema de gestão do RU inclui os trabalhos licenciados que abrangem os serviços relacionados aos materiais com amianto friáveis, ou seja, os *asbestos insulation board* (AIB) sendo esses, os revestimentos soltos e isolamentos, em que o risco de liberação e inalação das fibras é alto (Figura 32). Para esses serviços é necessário a contratação de uma empresa especializada.

Figura 32 - Serviços com materiais com amianto friável

a- Forro acústico com amianto



b- Placas de isolamento com amianto



Fonte a: (HSE,2022)

Fonte b: <https://www.tesenvironmental-ltd.co.uk/aib/>

A Figura 32 apresenta duas situações de trabalho com amianto friável, a (Figura 32 a) mostra o forro acústico com amianto danificado e a (Figura 32 b) a retirada de placas isolantes com elementos friáveis.

Trabalhos sem emissão de licença

Os trabalhos sem necessidade de emissão de licença incluem a maioria dos serviços com cimento-amianto. Mesmo assim, em alguns desses serviços, nos quais o risco de liberação de fibras é maior, é necessário a inclusão de três requisitos no processo:

- Notificação de trabalho;
- Marcação de áreas de trabalho com avisos de alerta;
- Exames médicos e manutenção de registros.

Sendo esses serviços nomeados como os serviços sem licença com notificação, *as notifiable non-licensed work* (NNLW), conforme exemplos:

- Remoção de cobertura de cimento-amianto substancialmente danificada ou quebrada, ou
- Demolição com destruição e quebra dos materiais, criando quantidades significativas de poeira e detritos.

Figura 33 - TCA danificadas e destruídas no RU

a- Deterioração de TCA



b- Detritos de TCA



Fonte a: <https://roofsurveys.com/asbestos-roof-surveys/>

Fonte b: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-40885078>

A delaminação da superfície (Figura 33 a) é uma indicação de que um telhado de CA está no fim de sua vida útil e a Figura 33 b mostra detritos de TCA. Em ambas situações, são considerados materiais friáveis e de risco, o que denota trabalho sem licença com notificação NNLW.

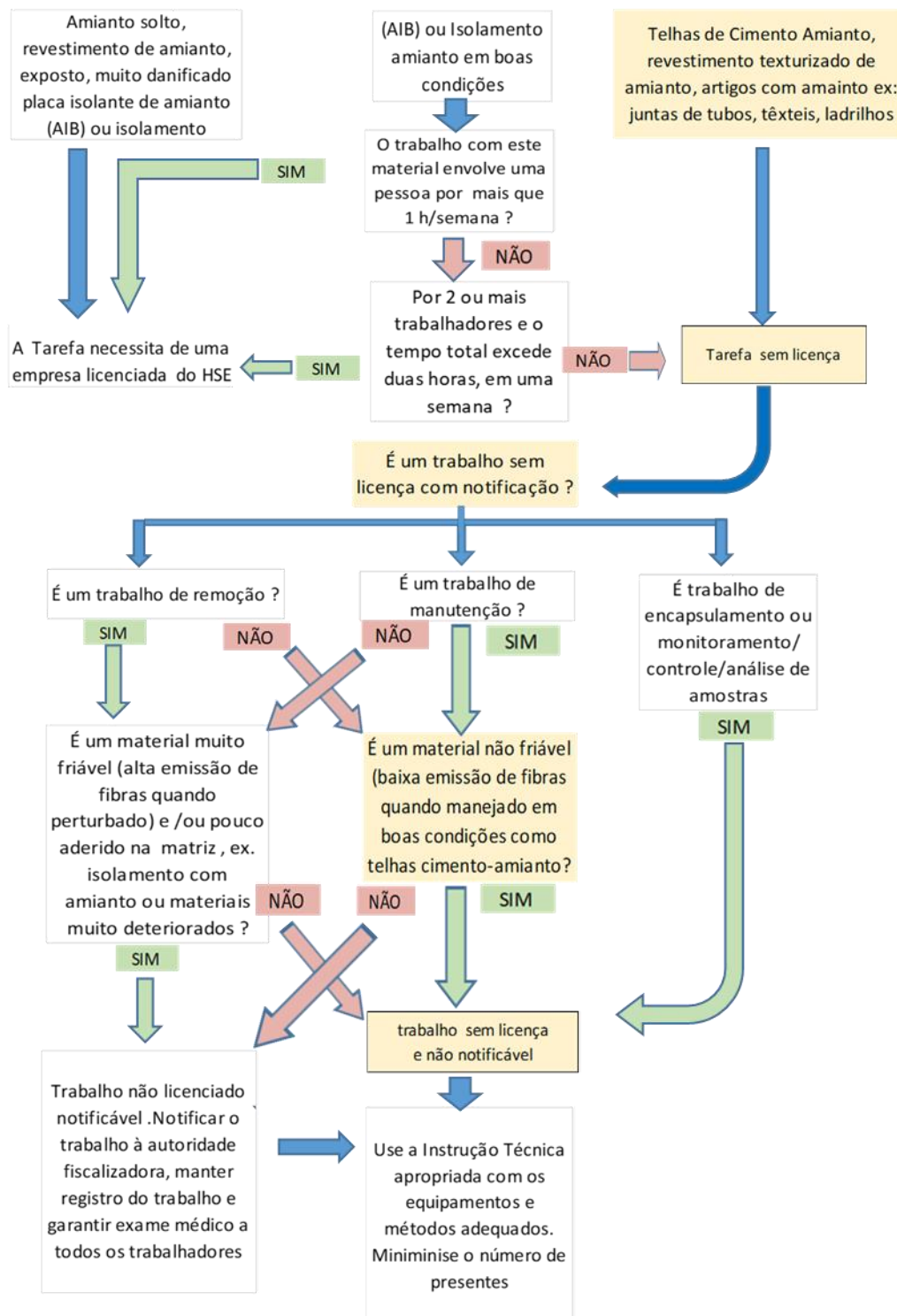
Portanto, para decidir se o trabalho sem licença, necessita de notificação NNLW, é necessário verificar:

- i) Qual o tipo de trabalho a ser realizado:
 - Manutenção - fazer furos para fixar acessórios ou passar cabos, pintar, limpar e alguma remoção quando for incidental à tarefa principal, por exemplo, remover uma placa de teto de amianto para permitir a inspeção.
 - Remoção como parte de uma reforma (substituição do material).
 - Encapsulamento - trabalho para envolver ou vedar materiais de amianto em boas condições.

- Monitoramento e controle do ar, e a coleta e análise de amostras.
- ii) Qual o tipo do material:
- Friável - AIB
 - Não friável - MCA
- iii) Quais as condições do material:
- O material está em más condições, muito danificado?
 - A matriz do material será destruída no trabalho, ou está liberando fibras pela deterioração do cimento-amianto?

A Figura 34 mostra o fluxograma de tomada de decisões de gestão dos MCA e RCA no RU, disponibilizado pelo *website* HSE que relaciona o tipo do material, suas condições de conservação, a equipe de serviço/contratação e o tipo de licença necessária para a execução. O fluxograma direciona primeiro para a necessidade ou não de licença para a realização dos serviços. A tomada de decisão está relacionada ao tipo de material (friável) e tempo de serviço (exposição dos trabalhadores). O fluxo de remoção de telhas de cimento-amianto está na cor amarelo, sendo que o caminho leva às tarefas sem licença. A segunda etapa do fluxograma define a necessidade de notificação, que está relacionada ao tipo de trabalho, (remoção, manutenção e monitoramento), ao tipo (materiais friáveis ou não) e a sua conservação. O fluxo determina que para os serviços de: i) manutenção e de retirada de amostras, ii) monitoramento, análise e encapsulamento de materiais não friáveis em boas condições, o trabalho não necessita de licença e de notificação, e recomenda-se o uso da instrução técnica mais adequada.

Figura 34 - Fluxograma de gestão de trabalhos com materiais com amianto no RU



Fonte: adaptado de HSE

Em resumo, para a gestão dos RCC com amianto no RU, a maioria dos trabalhos com MCA não friáveis e em bom estado de conservação, entram na categoria de serviços sem licença e sem notificação, sendo:

- Serviços de remoção e manutenção de MCA com baixa liberação de fibras quando manipulado, em boas condições.
- Serviços de medição, controle e retirada de amostras.

Figura 35 - Trabalhos com MCA sem licença e sem notificação no RU

a- Encapsulamento das TCA



b- Remoção da TCA



Foto a <https://www.jimsasbestosremoval.com.au/what-is-asbestos-encapsulation/>

Foto b <https://www.cm-faro.pt/pt/noticias/54924/rede-escolar-do-concelho-vai-ficar-livre-de-amianto.aspx>

Para a remoção de pequenas quantidades de telhas e outros materiais de CA, o sistema de gestão do RU disponibiliza em seu *website* a instrução técnica a14- “*Removing asbestos cement (AC) sheets, gutters etc and dismantling a small AC structure*²⁷” que orienta quanto aos procedimentos de segurança para a desmontagem de MCA pelo proprietário, sem a necessidade de licença e notificação, contudo seguindo as orientações técnicas de segurança para serviços e uso de equipamentos. A Figura 35a apresenta a aplicação de elemento encapsulante e a Figura 35b, a remoção das TCA, em ambas é necessário o uso de EPI. Segue o tópico e *link* correspondente no *website* HSE:

- A14. Remoção de chapas de cimento-amianto (CA), calhas, etc. e desmontagem de uma pequena estrutura de CA:

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a14.pdf>

²⁷ a14- *Removing asbestos cement (AC) sheets, gutters etc and dismantling a small AC structure* , disponível em: <https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/a14.pdf>

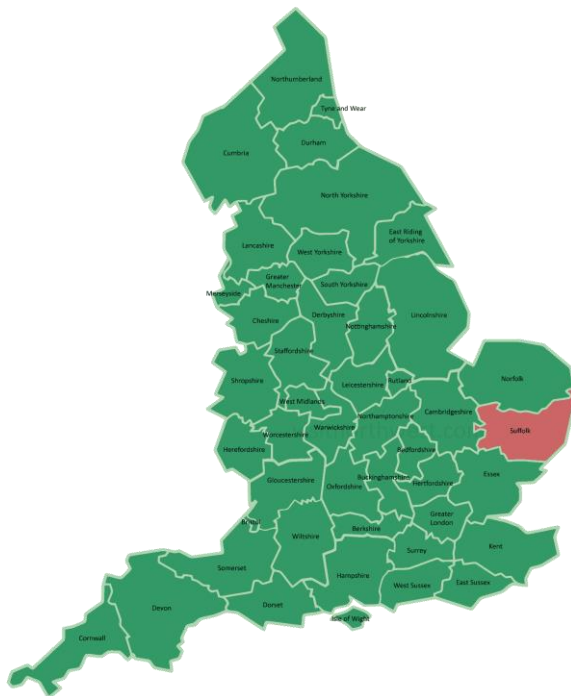
Portanto, a instrução a14 traz orientações para a realização de trabalhos pelos proprietários, autoconstrutores (DIY) que envolve a remoção, embalagem, estoque, coleta, transporte e destinação de pequenos volumes de MCA, sem emissão de licença e notificação. A orientação abarca também a preparação do local, lista de materiais e equipamentos de suporte à execução, os equipamentos de proteção individual e proteção respiratória necessários aos trabalhos. Para o ambiente de entorno a instrução a14 orienta sobre a sinalização do local, aviso aos demais trabalhadores de serviços executados com amianto, a embalagem, estoque, coleta e limpeza do local, a higienização, autolimpeza e destinação final (Anexo 4).

5.2.3 Iniciativa do RU e condado de Suffolk na Inglaterra para gestão de pequenos volumes de MCA e RCA

No RU, assim como no Brasil, os materiais de cimento-amianto são classificados como resíduos da construção civil com legislação específica para esse setor. Para viabilizar o fluxo desses resíduos o governo do RU em parceria com os conselhos distritais/municipais (Autoridades de Coleta de Resíduos) e o Conselho do Condado de Suffolk ofereceram um serviço, pago pelo usuário, para a coleta de pequenas quantidades de RCC perigosos. Este serviço é destinado a coleta de cimento-amianto em pequena escala em obras de Construção e Demolição e em autoconstruções (*BUILDING AND DIY²⁸ WASTE*), como exemplo, serviços de troca das telhas de cimento-amianto de pequenos galpões residenciais, comuns na região.

²⁸ DIY - *Do it yourself* é o método de construir, modificar ou reparar coisas por si mesmo sem a ajuda direta de profissionais ou especialistas certificados.

Figura 36 - Mapa do condado de Suffolk na Inglaterra



Fonte: <https://www.visitnorthwest.com/counties/suffolk/>

A Figura 36 apresenta o mapa da Inglaterra subdividida em 48 condados, destacado na cor vermelha está Suffolk, localizado à leste do país, com 3.800 Km², uma população de 760.000 habitantes e 350.000 propriedades. As atividades da construção civil correspondem a 15% da economia (SUFFOLK OBSERVATORY, 2022). A geração e destinação de resíduos no condado está distribuída da seguinte forma: 367.920 toneladas de resíduos coletados em 2020 e 2021, sendo 8.345 t (2%) para aterros, 218.737 t (60%) para incineradores com EfW²⁹ e 140.841 (38%) para a reciclagem (Figura 37).

²⁹ EfW - Energie from Waste - Energia obtida por meio da incineração dos resíduos,

Figura 37 - A coleta e destinação de resíduos em Suffolk



Fonte: <https://www.suffolkobservatory.info/environment/#/view-report/04f70e9e81d54d578c2ccdc0c5456e23/iaFirstFeature/G3>

A instrução técnica para a coleta de pequenos volumes de materiais de cimento-amianto no condado de Suffolk pertence ao documento - Hazardous Waste Collection and Disposal Service Guidance Document for Cement Bonded Asbestos.³⁰

As especificações dos RCA aceitos para a coleta de Suffolk

Os resíduos de cimento-amianto, aceitos na coleta de Suffolk são as telhas, placas de isolamento, intradorsos³¹, dutos de coleta, calha, tubos de chaminé, sacos com peças quebradas e caixas d' água, sendo que:

- Para as telhas onduladas, as medidas padrão são de (1,83 x 0,91) m, no caso de peças de telhas maiores é cobrado um valor adicional.
- Para as calhas e caixas d' água o peso máximo é de 40 Kg.
- A quantidade prevista para o serviço prestado é de 50 Kg de RCC que pode ser ultrapassada até para 100Kg no máximo. Caso ultrapasse essa quantidade o proprietário deve contratar um empreiteiro.
- Os valores cobrados são referentes a coleta, até 50 kg a taxa é de £80.17. A destinação é gratuita, desde que não ultrapasse os 50 Kg estabelecidos.

³⁰ Hazardous Waste Collection and Disposal Service Guidance Document for Cement Bonded Asbestos - Documento de Orientação de Serviço de Coleta e Descarte de Resíduos Perigosos para CA de 2020 https://suffolkrecycling.org.uk/uploads/Hazardous_Waste_Collection_-_Public_guidance_-_Asbestos.pdf

³¹ Intradorso é a superfície interna e inferior de um arco, abóbada ou aduela, no forro de um telhado.

Taxa de coleta e quantidades para descarte:

- A taxa inclui a coleta, a guia de remessa necessária e a destinação até no máximo de 50 Kg.
- É possível descartar até 100 Kg, mas para qualquer excesso acima da franquia de 50 Kg, será cobrado o excesso na taxa atual.
- Quantidades superiores a 100 Kg estão fora do escopo do serviço e para esses casos, a coleta e descarte deve ser realizada por um empreiteiro licenciado para serviços com amianto.
- A cobrança padrão é para um prazo de coleta de 25 dias úteis, caso necessite de prazo menor, 10 dias úteis, o serviço é oferecido com um custo adicional.

Observando que para o manejo e retirada dos RCA com segurança, como exemplo, a desmontagem das TCA, o usuário é direcionado para as orientações de como lidar com os resíduos de cimento-amianto no *website* do HSE conforme item 5.2.2.

Instruções para solicitar a coleta dos RCA em Suffolk:

Ao definir a quantidade de amianto para descarte, acesse o *website* *Suffolk Recycles*, conforme a sequência:

1º passo: acesse: <https://www.suffolkrecycling.org.uk/>

2º passo: acesse em resíduos perigosos:

<https://www.suffolkrecycling.org.uk/where-to-recycle/hazardous-waste>

3º passo: acesse a página da autoridade de coleta de resíduos local, para fazer uma solicitação de coleta (Figura 38).

Figura 38 - Página web para coleta de RCA em Suffolk

Home What to do with? (A-Z) My bins Where to recycle Businesses Reduce your waste Learning zone

Waste services and COVID-19

Suffolk's Collection service

Your local waste collection authority offers a hazardous waste collection service. **However there is a charge for this service.** You are able to dispose of a range of hazardous waste materials that you would otherwise not be able to at a recycling Centre.

Collections will be made within 25 working days.

What you need to do

Before arranging a collection with your waste collection authority

You will need to make sure you understand what information is needed to be given to make a collection.

Please read [chemicals helpsheet](#) for information on

- What waste is and isn't accepted in a collection,
- contact details needed
- What detailed information is needed about your waste
- How to pack your waste,
- Process of what happens after you complete the form
- How to dispose of **Unknowns** (Note additional charges may occur for this.)

If you have [asbestos](#) please read the relevant helpsheet for information on there specific collection requirements, information includes

- What detailed information is needed about these waste types
- What additional charges could be occurred
- Process of what happens after you complete the form

Council website	Council phone number
Babergh District Council	0300 1234000 (option 4)
East Suffolk Council	0333 0162000
Ipswich Borough Council	01473 433090
Mid Suffolk District Council	0300 1234000 (option 4)
West Suffolk Council	01284 757320

Fonte: <https://www.suffolkrecycling.org.uk/where-to-recycle/hazardous-waste>

Para confirmar a solicitação é necessário o envio de uma lista dos RCA, conforme especificações, como peso, dimensões e quantidades de acordo com os exemplos:

“Para as TCA indique o comprimento e a largura em centímetros ou metros e o número de peças. Uma folha de telha ondulada de tamanho padrão (1,8 x 0,9) metros tem um peso aproximado de 15 Kg. Folhas maiores que isso podem não ser possível o manejo por uma pessoa. Nesse caso, você pode ser requisitado para ajudar o motorista a carregar o RCA até o veículo”.

Documento de Orientação de Serviço de Coleta e Descarte de Resíduos Perigosos para Cimento-Amianto

O preenchimento do formulário de solicitação de coleta:

- O pedido será então encaminhado para a empresa contratada, *Biffa*³², que verifica a lista e informa a autoridade local sobre a coleta.
- O prazo de coleta de dias úteis selecionados (25 ou 10) começa no dia útil seguinte ao recebimento pela *Biffa* do formulário de solicitação de coleta preenchido.
- Se forem necessárias informações adicionais, a coleta será suspensa e os dias úteis (25 ou 10) começarão assim que as informações adicionais forem recebidas.

A coleta dos RCA, onde devem ser estocados.

- O RCA deve ser armazenado e embalado de forma segura no nível do solo (térreo) e próximo ao limite da propriedade (jardim da frente ou garagem) em uma área facilmente acessível para um veículo tipo van.
- O RCA não deve ser deixado na calçada e nem em subsolos.
- Se o RCA não for facilmente acessível, não poderá ser recolhido.
- O motorista fornecerá a parte apropriada da nota de remessa de RCA e o gerador deve verificar se todos os detalhes escritos estão corretos antes de liberar o RCA.
- O gerador é legalmente obrigado a manter sua parte da guia remessa por três anos como prova de descarte adequado do amianto.

Observações importantes aos usuários do serviço de coleta de Suffolk:

- Não são aceitas fibras de amianto.
- A especificação recomenda a remoção de telhas, mesmo em bom estado de conservação devido a sua deterioração ao longo do tempo.
- Não adquira ou use equipamentos de segunda mão.
- Se o trabalho com MCA é realizado por um fumante, o risco de câncer é muito maior.

³² Biffa é uma empresa de gestão de resíduos com sede na Inglaterra, fornece serviços de coleta, aterro, reciclagem e resíduos especiais para autoridades locais, clientes industriais, comerciais e cobre 95% do Reino Unido.

Observa-se que o processo adotado pela Inglaterra no Condado de Suffolk permite o fluxo para a destinação de pequenos volumes de RCC perigosos gerados de forma difusa na região. Isto ocorre por meio das instruções técnicas direcionadas aos autoconstrutores, para a remoção, embalagem e estoque de forma segura dos RCA e também pelo serviço terceirizado (pago) de coleta e transporte até uma destinação segura e regularizada.

O que possibilita essa ação é a disponibilidade das instruções técnicas no *website* HSE para os geradores, além da clareza das regras de coleta, como: i) definição do tipo do material; ii) quantidades de coleta e; iii) especificação dos materiais de apoio como embalagens, EPIs e EPRs, para a aquisição pelos geradores.

Outro exemplo importante é da Itália que estabeleceu protocolos de remoção de pequenos volumes de MCA para algumas regiões, como para os municípios de Boretto, Brescello, Gualtieri, Guastalla, Luzzara, Novellara, Poviglio, Reggio em Bassa Reggiana da Provincia de Reggio Emilia. Para esse caso o governo da Itália estabeleceu três categorias de kits (Verde, Amarelo e vermelho)³³ para retirada de alguns tipos de materiais de cimento-amianto e quantidades correspondentes (Tabela 6). Entre os Kits, o verde é o mais completo, com os EPIs necessários para sua desmontagem, produto encapsulante, embalagens com rótulo para destinação e orientações de procedimentos (Anexo 5).

Tabela 6 - Tipos de MCA e quantidades recolhidas em Bassa Reggiana - Itália

Tipo de Artefato	Quantidade
telhas lajes planas e/ou onduladas	24 m ² ou 300 Kg
Pequenos tanques ou tanques	500 litros (máximo)
Chaminés ou tubos	3 metros (lineares)
Caixas para abrigar animais de estimação (canis)	1 (unidade)
Telhas de piso (linóleo)	15 m ²

Fonte: https://www.sabar.it/wp-content/uploads/2016/04/2016-Protocollo-dintesa-rimozione-e-raccolta-manufatti-contenenti-amianto-firmato_160411122916.pdf

³³ Kit remoção de amianto : <https://www.garc.it/kit-togli-amianto-sito-web-ufficiale/#>

A orientação para a retirada do MCA é oferecida no *website* da empresa S.A.BA.R. Servizi S.r.l.³⁴ que atende os municípios italianos participantes. Os kits são vendidos em lojas credenciadas³⁵ e é necessário estabelecer um plano de trabalho conforme instruções no kit (Anexo 5).

5.3 - FLUXOGRAMA DE ANÁLISE DE RISCO DE MORADIAS DE BAIXA RENDA COM COBERTURAS DE TELHAS DE CIMENTO-AMIANTO.

As construções de baixa renda são em grande parte autoconstruídas sem a emissão de alvarás de execução e projeto, consequentemente, sem a orientação e fiscalização técnica do Poder Público. Portanto as habitações adquirem a forma do conhecimento de quem as constroem e da disponibilidade de materiais, em sua maioria precários e de baixo custo. O resultado implica em moradias que carecem de conforto térmico e salubridade para seus moradores. Conforme IBGE (2010), 3,22 milhões de domicílios no Brasil, com 11,4 milhões de habitantes vivem em favelas, ou seja, 6,01% da população. Essas habitações geralmente possuem pouca área de ventilação natural, ausência de forro e coberturas de telhas de cimento-amianto (CASTRO, 2021), além do pouco espaço entre moradias, para abrigar uma alta taxa de ocupação. Para Pasternak (2016), em favelas é comum observarem-se paredes úmidas devido precariedade da impermeabilização da cobertura e projetos que não garantem ventilação causando diretamente problemas respiratórios.

³⁴ <https://www.sabar.it/servizi/amianto/ritiro-piccoli-quantitativi-in-amianto/>

³⁵ <https://www.sabar.it/wp-content/uploads/2021/08/Amianto-Elenco-Ferramenta.pdf>

Figura 39 - Uso de TCA com a função de divisórias em moradias de baixa renda



Fonte: <https://ambientedomeio.com/2016/05/30/o-amianto-e-uma-ameaca-global-para-saude-ambiental/>

Conforme pesquisa do Instituto Endeavor³⁶ em comunidades com Unidades de Polícia Pacificadora UPP, apresentada em 2011, 20 % das habitações têm área menor que 20 m² e a média de permanência de uma família em sua casa em uma comunidade é de 22 anos no Rio de Janeiro e de 16 anos em São Paulo.

Considerando os parâmetros: i) tempo de permanência das famílias; ii) alta densidade ocupacional; iii) falta de área de ventilação; iv) proximidade entre as moradias e; v) presença de telhas de cimento-amianto abre-se um cenário de risco aos moradores e ao entorno dessas localidades, pela inalação continuada de fibras de amianto, decorrente da degradação pela ação do clima ao longo do tempo. O que requer um diagnóstico da situação, e se necessário, a análise da qualidade do ar das moradias. Em vista disso foi estabelecido uma sequência, de análise de risco de moradias de baixa renda com coberturas de telhas de cimento-amianto:

³⁶ Pesquisa realizada pelo professor Maurício Moura pelo Instituto Endeavor - <https://oglobo.globo.com/rio/moradias-em-areas-de-upps-tem-menos-de-20-metros-quadrados-3437606>

1º PASSO: Verificar se a moradia possui cobertura de telhas de fibrocimento.

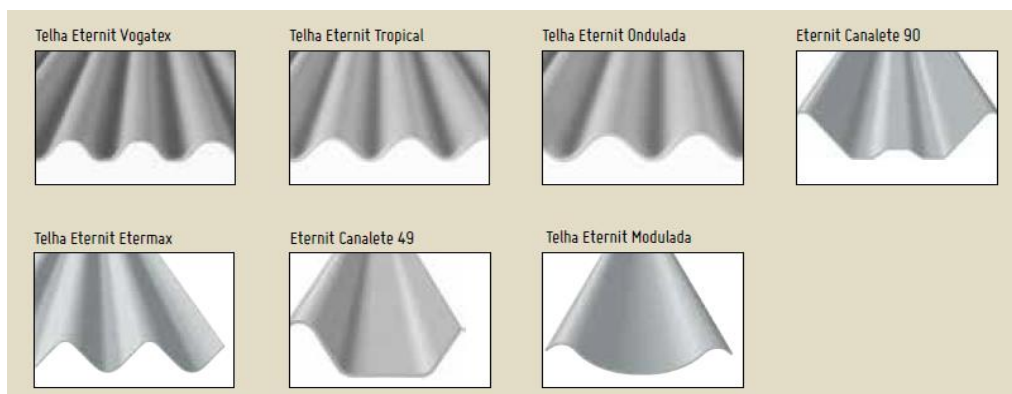
Resultado a ser obtido pelo método comparativo de imagens, no qual o reconhecimento pode ser realizado pela comparação de fotos da cobertura no local ou em escala, por meio de imagens de satélite ou sensoriamento remoto, como exemplo o uso da ferramenta disponível no Google Earth.

Descrição das telhas:

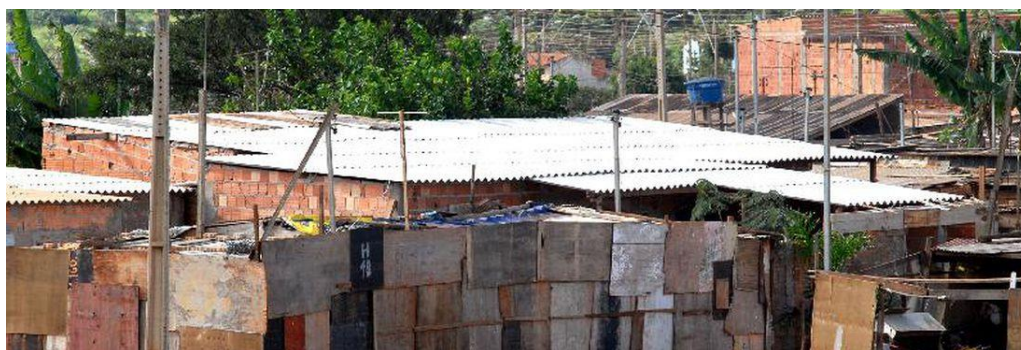
As telhas de compósitos de fibrocimento são geralmente produzidas em sua cor natural cinza com variações de modelos, geometria (onduladas, canalete, modulada e outras) (Figura 40a) e dimensões (largura, comprimento e espessura). As telhas tipo onduladas são as mais comuns no mercado pelo seu baixo custo e facilidade de instalação, com mais aceitação no mercado de autoconstrução (Figura 40b).

Figura 40 - Telhas de fibrocimento

a - Modelos de telhas de fibrocimento



b – Cobertura de telha de fibrocimento em moradia popular



Fonte a: (ETERNIT, 2012)

Fonte b: EBC - <https://memoria.ebc.com.br/noticias/saude/2012/08/brasil-mantem-tolerancia-ao-amianto-que-causa-107-mil-mortes-por-ano>

Após a identificação das telhas de fibrocimento, estas devem ser comparadas com os outros tipos de coberturas, sendo as mais comuns no mercado residencial:

- Lajes de concreto
- Telhas cerâmicas
- Telhas de concreto
- Telhas metálicas

Figura 41 -Tipos de cobertura para identificação e comparação

Foto a: Cobertura de laje de concreto

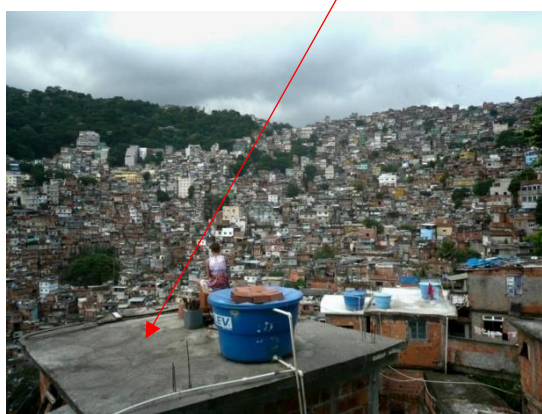


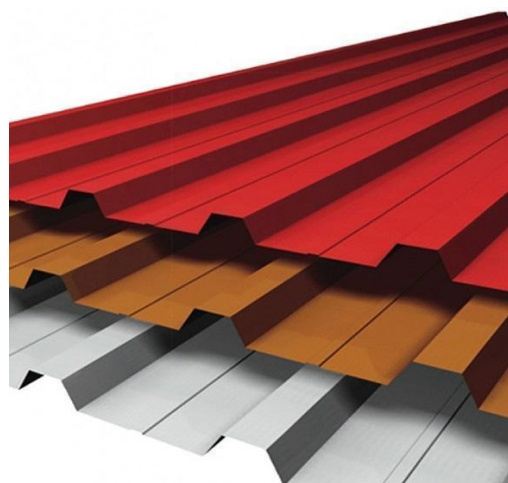
Foto b: Coberturas de telhas cerâmicas



Foto c: Telhas de concreto



Foto d: Telhas Metálicas



Fonte a: <http://revistacarbono.com/artigos/08-laje-biancafreiremedeiros/>

Fonte b: <https://www.guiadoconstrutor.com.br/blog/6-principais-tipos-de-telhas-de-ceramica-para-nao-errar-no-telhado>

Fonte c: <http://www.crea-se.org.br/telhas-de-concreto-podem-ser-uma-escolha-na-hora-da-construcao/>

Fonte d: <https://www.telhasimperial.com.br/produtos/telhas-metlicas/telha-metalica-preta>

Considerando que a análise realizada refere-se às moradias de baixa renda, as telhas de concreto e metálicas são bem menos frequentes para esse perfil de construção, devido ao seu valor no mercado. Conforme o local analisado pode ocorrer outros tipos de cobertura de materiais mais comuns, de acordo com a região, cabe aos gestores estabelecerem os principais tipos para a comparação por imagens.

2º PASSO: Verificar se a telha de fibrocimento possui fibras naturais (amianto - crisotila) ou sintéticas.

A verificação pode ser realizada por meio de um dos itens:

- Solicitar ao proprietário a nota fiscal do material de cobertura;
- Verificar no local, se há identificação nas telhas com a impressão de fábrica que o produto contém amianto (Figura 42);
- Utilizar equipamento leitor manual, identificador da presença de amianto no material (Figura 43);
- Coletar amostras por meio de equipe especializada e envio ao laboratório de análises.

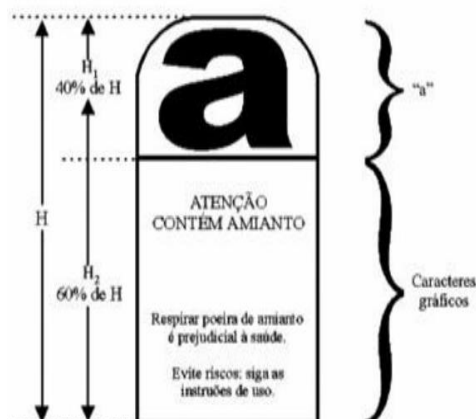
Figura 42 - Identificação da presença de amianto na telha de fibrocimento

a – Símbolo e mensagens impressas na TCA



Fonte a: O autor (2022)

b- Modelo de mensagens NR15



Fonte b: NR15

Conforme a NR 15, anexo 12, é de responsabilidade dos fornecedores de amianto, fabricantes e fornecedores de produtos com amianto, a rotulagem adequada conforme especificações:

- A letra minúscula "a" ocupando 40% da área total da etiqueta;
- Caracteres com as frases de alerta: "Atenção: contém amianto", "Respirar poeira de amianto é prejudicial à saúde" e "Evite risco: siga as instruções de uso" (Figura 42 b);
- Sempre que possível, ser impressa no produto, em cor contrastante, de forma visível e legível;
- Todos os produtos contendo asbesto deverão ser acompanhados de "instrução de uso" com as informações: tipo de asbesto, risco à saúde e doenças relacionadas, medidas de controle e proteção adequada.

Equipamento leitor manual

O equipamento Thermo Scientific microPHAZIR AS (Figura 43) possibilita de forma portátil, a detecção da presença de fibras de amianto em materiais, o que substitui a necessidade de coleta de amostras no local. Seu funcionamento é por aproximação e leitura do sensor, que identifica a presença do amianto pelo comparativo do comprimento de ondas de luz, detectado pelo equipamento, que também, permite identificar os tipos de amianto: crisotila, antofilita, tremolita e actinolita (Anexo 6). O equipamento permite a detecção do amianto a partir de 1% de fibras em volume, o que atende aos materiais de CA que possuem em média 10% de fibras em volume (DOUGUET *et al.* 1997).

Figura 43 - Leitor manual de identificação de fibras de amianto em materiais



Fonte: <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/MICROPHAZIRAS>

A coleta das amostras MCA deve seguir as orientações (HSE,2021):

- O Responsável pela coleta deve utilizar máscara de proteção tipo FFP3;
- O local onde será retirada a amostra deve ser umedecido previamente, (borrifador) para diminuir a dispersão das fibras;
- A retirada de amostra deve ser realizada preferencialmente de telhas inteiras e sem o comprometimento de sua função, como exemplo em áreas de transpasse de telhas;
- A amostra da peça pode ter por volta de 3 a 4 cm (PROENÇA *et al.*, 2014), o local deve ser reparado com produto aglutinante (Anexo 7) para evitar a liberação das fibras no ambiente.
- O material coletado deve ser embalado em pequenos sacos de poliuretano 254 micras e identificados como amianto (NR15), e sua localização deve ser registrada antes do envio ao laboratório para testes.

3º PASSO: verificação se a moradia possui características construtivas que potencialize o descolamento e inalação de fibras amianto pelos moradores e entorno

Análise das condições de conservação das telhas de cimento-amianto existentes:

- Presença de telhas trincadas ou quebradiças;
- Degradação da superfície das telhas (Figura 44b);
- Soltura de partes da telha com fibras aparentes (Figura 44a,c);

Figura 44 - Patologias em telhas de cimento-amianto

a- Amianto nas bordas do telhado



b - Degradação da superfície da TCA



c - Fibras soltas nas bordas do TCA



Fonte a,b : Nota de orientação sobre TCA (AUSTRALIA, 2016)

Fonte c: <https://www.stal.pt/index.php/sectores/seguranca-e-saude-no-trabalho/160-a-fibra-do-diabo-e-a-anunciada-morte-lenta.html>

Análise das características da construção com base nos parâmetros construtivos³⁷:

- Inexistência de forro sob as telhas, ou forro que não cumpre sua função de isolamento do ambiente interno em relação a cobertura.
- Insuficiência de área (janelas ou elementos vazados) para tomada de ar externo (ventilação natural), necessárias para a dispersão de poeiras e fibras, conforme parâmetros da NBR 15575-4 ou código de obras do município.

Na Figura 45a observa-se a precariedade da construção com a presença de telhas de cimento-amianto, além da presença de umidade no encontro da parede com a telha, fator catalizador de degradação da matriz cimentícia das telhas (Figura 45 b). Situações de moradia que requerem constantes reparos e manutenções, ações que geram liberação das fibras de amianto no ambiente.

Figura 45 –Moradia de baixa renda com cobertura de TCA – Diadema SP

a –TCA em situação precária



b - TCA com ponto de infiltração



Fonte a,b: Secretaria-Habituação e Desenvolvimento Urbano – Diadema São Paulo, 2022

Portanto, os itens associados: degradação de telhas de cimento-amianto, falta de ventilação e inexistência de forro isolante, implicam na necessidade da verificação da qualidade do ar no ambiente.

Observando que as ações de fiscalização da presença de amianto na cobertura, a análise das condições da telha, a caracterização da moradia e a coleta de amostras, caso necessário, podem ser realizadas em uma mesma

³⁷ Parâmetros construtivos presentes na legislação e código de obras do município COE, sendo que no município de São Paulo a atual versão do COE/2017 não consta o dimensionamento de ambientes, portanto consultar a NBR 15575-4:2013

visita para redução de gastos e mobilização de equipe técnica pelo Poder Público.

4º PASSO: A medição da qualidade do ar no ambiente.

A qualidade do ar no ambiente deve atender critérios de concentração das fibras na atmosfera. A NR15, no anexo 12 determina o limite de tolerância para fibras respiráveis de crisotila de 2,0 fibra/cm³, valor esse 20 vezes maior que a referência adotada pelos países da União Europeia de 0,1 fibra/cm³.

Portanto, para esse estudo o parâmetro de tolerância para a definição da qualidade do ar nas moradias será o mesmo recomendado pela OMS, ou seja, igual ou inferior a 0,1 fibra/cm³, valor indicador de “área limpa”.

Lista de equipamentos de coleta de amostra de ar e sua função:

- Bomba de amostragem, cuja função é succionar o ar, fazê-lo passar pela matriz de amostragem. Sua vazão habitual é de 2 L/min., alta vazão.
- Coletor ou cassete, dispositivo porta-filtro, conectado a bomba de amostragem no qual a matriz de amostragem é colocada.
- Matriz de amostragem é o meio que permite reter as fibras em suspensão no ar, filtro quadriculado de éster-celulose, com diâmetro total de 25-mm e diâmetro de poro de 0,8- μ m.

Figura 46 – Equipamentos de coleta de ar

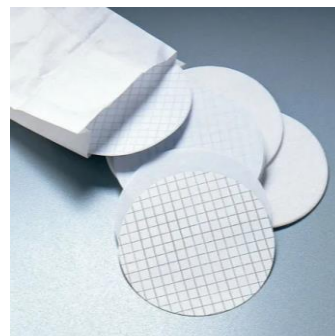
a – Bomba de amostragem



b – Coletor



c – Filtros



Fonte a : <https://faster.commercesuite.com.br/bombas-de-amostragem-de-ar/bomba-de-amostragem-de-ar-sk-pcxr8-kit-basico-alta-vazao-com-mangueira-maleta-e-certificado-de-ensaio>

Fonte b : https://sudlab.com.br/index.php?id_product=1704&controller=product

Fonte c : <https://www.lojanetlab.com.br>

A amostra de ar do ambiente é realizada utilizando um coletor condutivo (Figura 46 b) contendo um filtro de amostragem de membrana que tem a função de reter as partículas presentes (Figura 46 c). Neste procedimento é utilizado também uma bomba de amostragem de baixa vazão (Figura 46 a). As fibras depositadas sobre o filtro de membrana são medidas e contadas, e o resultado da concentração é expresso em fibras por centímetro cúbico de ar. O resultado é obtido dividindo-se o número de fibras respiráveis contadas sobre o filtro pelo volume de ar amostrado. Observando que as fibras de amianto respiráveis, pela NR15, são todas as partículas com as seguintes características físicas:

- Comprimento superior a 5 μm ;
- Diâmetro inferior a 3 μm ;
- Relação comprimento/diâmetro superior a 3:1.

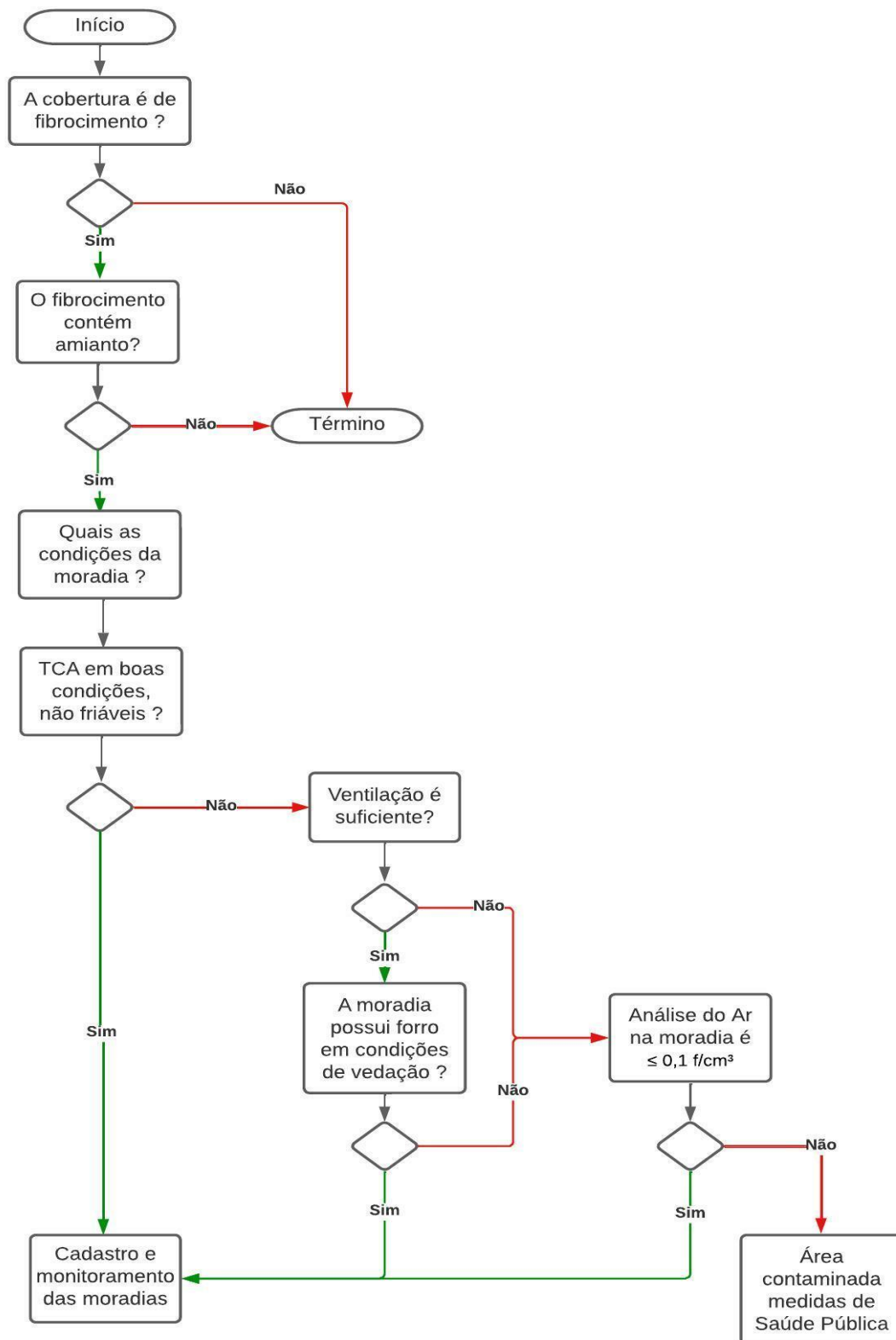
Após a coleta, o material deve ser encaminhado a laboratórios credenciados para análise, seguem as metodologias disponíveis para análise das amostras coletadas:

- Microscopia Óptica por Contraste de Fase – MO – ABNT NBR 13158/1994, “Avaliação de Agentes Químicos no Ar – Coleta de Fibras Respiráveis Inorgânicas em Suspensão no Ar e Análise por Microscopia Óptica de Contraste de Fase – Método do Filtro de Membrana”.
- Microscopia Eletrônica de Transmissão –TEM – ISO 10312 - “Determination of Asbestos Fibres – Direct TRansfer TRrnsmmission Electron Microscopy Method”
- Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV – AIA RTM 2 “Method for the Determination Of Airborne Asbestos Fibres and other Inorganic Fibres by Scanning Electron Microscopy”

5° PASSO: Tomada de decisão pelo gestor, conforme resultados da análise do ar no ambiente, para os seguintes resultados laboratoriais:

- Valor menor ou igual a 0,1 fibra / cm^3 (manter o monitoramento periódico -anual)
- Valor maior que 0,1 fibra/ cm^3 (medidas de Saúde Pública e Ambiental para áreas contaminadas).

Figura 47 - Fluxograma de análise de riscos de moradias de baixa renda com TCA no Brasil



Fonte: O autor

5.4 INSTRUÇÃO TÉCNICA DE SEGURANÇA PARA A RETIRADA DE PEQUENOS VOLUMES DE TCA

Considerando:

- O Decreto Municipal de São Paulo nº 46.594 de 2005 e alterações, determina que os pequenos geradores são aqueles que produzem até 50Kg de RCC/dia
- De acordo com a Lei Municipal de São Paulo 13.478/2002, atualizada pela Lei nº 13.522/2003, são coletados pelo Sistema de Limpeza Urbana do Município de São Paulo até 50 kg/dia de resíduos inertes (entulho, terra e sobras de materiais de construção).
- O sistema de gestão do RU implementado no Condado de Suffolk foi dimensionado para atender a coleta de 50kg a 100kg de materiais de cimento-amianto não friáveis.
- 10 m² de telhas de cimento-amianto com espessura de 5,0 mm correspondem a aproximadamente 100kg de material³⁸ e uma telha de fibrocimento padrão no mercado nacional tem aproximadamente 2,0 m² (1,80 x 1,10) m.
- 27 m² é o tamanho médio de uma moradia de baixa renda (barraco) no Brasil e 43,3% têm menos de 20 m² (Teto, 2021).

A partir dessas considerações estabelece-se que a instrução técnica de segurança para esse estudo refere-se ao fluxo de remoção, coleta, transporte e destinação de até 20 m² de telhas de cimento-amianto. Com isso, para todas as áreas acima de 20 m² devem ser contratados empreiteiros especializados que garantam a segurança dos trabalhadores, entorno e destinação adequada.

Sendo assim, para o fluxo até 20 m² deve ser elaborado um Plano de Segurança aos Trabalhadores e entorno que envolve as etapas (HSE, 2021):

1. Preparação dos trabalhadores e do local de trabalho;
2. Desmontagem das TCA e acessórios;
3. Embalagem dos resíduos de TCA e acessórios;

³⁸ 10 m² = 100Kg de TCA considerando densidade do CA (γ) = 2.000kg/m³

4. Limpeza do local e entorno, retirada e descontaminação dos EPIs e EPRs, autolimpeza, escolha do local de descontaminação, desmobilização de equipe e checagem final;
5. Transporte;
6. Destinação.

Etapa 1 – Preparação dos trabalhadores e do local de trabalho:

Equipamentos de proteção individual e respiratória:

Os equipamentos de proteção individual destinados aos trabalhos com amianto têm a função de impedir que as fibras de crisotila possam ser inaladas pelos usuários e também evitar o seu contato (pele, cabelo e roupas), impedindo a sua disseminação por exposição secundária. Para Ferrante *et al.* (2007), há casos de doenças diagnosticadas também em esposas ou parentes de trabalhadores expostos ocupacionalmente, pela inalação de fibras, presas às superfícies de roupas contaminadas, devido a isso os EPIs e EPRs devem ser utilizados de forma completa, ou seja: vestimenta com capuz, óculos, máscara, luvas, botas e proteção contra quedas (serviços em altura), e após uso, devem ser acondicionados para descarte ou higienizados para utilização posterior.

A Norma Regulamentadora NR 06 classifica os EPIs para proteção: da cabeça, dos olhos e faces, auditiva, respiratória, do tronco, dos membros superiores, dos membros inferiores, do corpo inteiro e contra quedas. Determina que todo EPI contenha obrigatoriamente o número do Certificado de Aprovação (CA), o lote de fabricação e o nome comercial da empresa fabricante.

Por se tratar de um trabalho com cimento-amianto, em que o descolamento e liberação das fibras é reduzido em comparação a manuseios e desmontagem de materiais friáveis - *Asbestos Insulation Board* - recomenda-se a utilização de equipamentos de segurança individuais compatíveis com o risco e descartáveis que facilitem o uso, mobilidade do trabalhador e reduzam o custo de operação e higienização.

Para a especificação dos EPIs e EPRs, para os trabalhos de desmontagem até a destinação das TCA, é necessário o mapeamento de risco das atividades realizadas, que foram agrupadas em:

- Atividades: Desmontagem, manejo em altura, corte, coleta, embalagem, transporte, carregamento, descarregamento, limpeza.
- Materiais de contato: Fibras de amianto crisotila, cimento, cal, madeiramento, farpas, ferragens, pregos, entre outros.
- Equipamentos: furadeiras, serras, serra de corte manual, parafusadeiras, aspiradores industriais, entre outros.

Portanto, o Quadro 2 estabelece a relação de proteção e redução de riscos de contaminação pelo trabalhador, a partir das informações: i) tipo de equipamento e da parte do corpo que deve ser preservada (coluna 1); ii) risco de contaminação e o agente de causa (coluna 2) e; iii) a Norma que regulamenta e determina os parâmetros de segurança necessários aos EPI e EPRs (coluna 3). Com essas informações é possível determinar as características do material e produto adequado à proteção do trabalhador (coluna 4). Obtidas essas informações é possível pesquisar no mercado as marcas, modelos e estabelecer a melhor relação custo benefício para a escolha do material (coluna 5). Cada linha do Quadro 2, define um item de proteção, cujas especificações e detalhamentos estão no (Anexo 8).

Quadro 2 - Definição de EPIs e EPRs para trabalhos com pequenos volumes de TCA conforme risco

Equipamento	Risco /prevenção	Norma	Produto/ características	Marca/ modelo
Proteção de corpo: macacão descartável	Contaminação cruzada ao trabalhar com amianto, evitar contato com partículas transportadas pelo ar.	ISO 13982-2, referenciada na ISO 16602:2007	Vestimenta de proteção de veste única, com capuz, mangas longas e proteção até o tornozelo, categoria III, t 5	Macacão Tyek tipo 5 categoria III (Anexo 8-A)
Proteção das mãos: luvas descartáveis	Evitar o contato com cimento caracterizando -se em risco químico.	EN 374	Luvas nitrílicas, pvc, látex, neoprene	Luvas Nitrílicas (anexo 8-B)
	Evitar o contato com as fibras de amianto em dispersão e também à abrasão, corte, perfuração, antiestática.	EN 388	Luvas de algodão, poliéster ou nylon, fibras de alta resistência a corte e a perfurações	
Proteção dos pés: calçados	Evitar a contaminação pelas fibras de amianto, escorregamento e a ação de agentes perfurantes. Trabalho em altura	ABNT NBR ISO 20345	Bota antiderrapante, lisa sem cadarço e resistente a água	PB SRA P WR (Anexo 8-C)
EPR semifacial descartável	Evitar a inalação das fibras de amianto e poeiras dispersas pela proteção das vias respiratórias. Associadas aos trabalhos de lixamento, corte, esmerilhamento.	Programa de Proteção Respiratória Fundacentro / HSE/OMS	PFF3(S) com eficiência mínima de 99% particulados altamente tóxicos até 10 x TLV.	Máscara semifacial PFF3(S) (Anexo 8 D)
Proteção facial: óculos de segurança	Evitar o contato com fibras de amianto e poeiras dispersas. Associado ao uso de parafusadeiras, furadeiras, operações de manutenção em geral.	ANSI Z87.1-2015	Óculos de segurança que permite a visão panorâmica, e com vedação e características ergonômicas	Óculos de segurança com visão panorâmica com ou sem grau (Anexo 8-E)
Cinto de segurança	Evitar a queda com desnível de mais de 2 metros	NR 06, NR35, NBR 16489	Sistema de Proteção Individual Contra Quedas	Cinturão paraquedista simples (Anexo 8 -F)

Fonte: O autor

Outros equipamentos de segurança necessários para a execução dos trabalhos com TCA.

Conforme o tipo de construção há variação de equipamentos e acessórios necessários para a execução dos trabalhos, porém alguns equipamentos são básicos para execução de serviços em telhados de cimento-amianto, como:

- Capacete de acordo com a NBR 8221,
- Escadas ou andaimes, cordas, fita adesiva, estilete, embalagem, fita zebra de segurança,
- Lona plástica para cobertura e proteção de mobiliário (254 micras).

Observando que na desmobilização da equipe todos os equipamentos devem ser embalados e limpos para reuso ou descartados e também, caso outra equipe entrar na obra para a colocação de novas telhas, os equipamentos e acessórios não devem ser reaproveitados.

Preparação do local de trabalho:

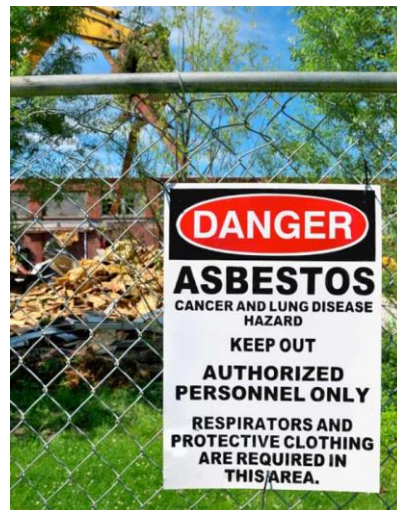
- O local de trabalho deve ser sinalizado com elementos que identifique o serviço com materiais perigosos, como placas de advertência de risco e barreiras para limitação de área como fitas zebradas (Figura 48 b,c);
- Todos os envolvidos nos trabalhos e população do entorno devem ser avisados sobre o tipo e a periculosidade do serviço;
- Estipula-se que não participem dos trabalhos pessoas fumantes ou com histórico de doenças respiratórias;
- Deve ser garantido o abastecimento de água e energia para uso de equipamentos elétricos e iluminação.

Figura 48 - Sinalização do local para trabalhos com amianto

a - Equipe de remoção em local isolado



b – Placa de restrição do local



c – Faixa de sinalização de perigo do pó de amianto



Fonte a: <https://www.coberturasleves.com.br/por-que-a-telha-de-amianto-e-tao-perigosa-entenda-os-riscos/>

Fonte b: <https://www.fundisarestoration.com/asbestos-abatement/>

Fonte c: <http://bentoncleanair.org/asbestos/dealing-with-asbestos>

Os trabalhos de manejo de materiais de cimento-amianto (Figura 48 a), devem ser executados separadamente dos demais serviços em obra, ou seja, os serviços de retirada das telhas, embalagem, coleta, e limpeza do local devem ser finalizados antes do início dos demais serviços da construção.

Etapa 2 - Desmontagem das TCA e acessórios

Essa etapa deve estar muito bem alinhada com o plano de obra (levantamento das interferências de infraestrutura, análise da estrutura da cobertura e sequência de serviços).

A desmontagem das TCA e acessórios varia conforme o tipo de construção, sendo que para cada moradia uma metodologia de desmontagem pode ser empregada, devido à falta de padrão nas autoconstruções. A fixação das telhas como exemplo, pode variar conforme os elementos estruturais utilizados pelos moradores, vigas de madeira (Figura 49a), caibros, ripas, ou mesmo direto sobre alvenaria.

Figura 49 - TCA instalado com parafusos de fixação em estrutura de madeira

a - TCA apoiadas em vigamento de madeira



b- Parafusos de fixação



Fonte a: https://youtu.be/vV5_pjGAplE

Fonte b: https://www.youtube.com/watch?v=vV5_pjGAplE

A fixação das TCA deve ser efetuada por meio de parafusos com rosca e vedação superior (Figura 49 b), porém em muitos casos, pode ter sido efetuada por meio de pregos o que dificulta a desmontagem das telhas sem a sua ruptura, (Figura 50).

Figura 50 - Retirada de prego de fixação diretamente sobre a TCA



Fonte: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/como-descartar-amianto-de-forma-segura-conheca-regras-e-procedimentos/17091>

A retirada de pregos fixados na TCA pode ser realizada com o uso de pé de cabra sobre ripas de madeira, para reduzir a quebra das telhas, é importante ressaltar que mesmo para pequenos serviços sempre é necessário o uso completo de EPIs (Figura 50). Além desta prática, para a desmontagem segura e com menor impacto ao meio, seguem as recomendações:

- Mobiliários preferencialmente devem ser retirados ou protegidos com lona plástica 254 micras e posteriormente ensacada para descarte;
- Toda a superfície das telhas e estruturas deve ser umedecida para reduzir a dispersão das fibras, o método mais adequado é o spray com baixa pressão, menor que 3,0 bar ou 50 psi (HSE,2021) instrução - em5;
- As peças devem ser transportadas em duplas. As TCA retiradas da cobertura devem ser amarradas com cordas até o piso, sem derrubá-las para sua preservação e não ocorrer a liberação das fibras;
- As cumeeiras, calhas, acessórios de fixação, estruturas e peças de suportes também devem ser retirados em duplas e embalados.

Observando que há metodologias que indicam a aplicação de componentes aglutinadores na matriz cimentícia das telhas antes da desmontagem (Anexo 7). Esse procedimento pode impactar economicamente o

processo, e também, interferir no resultado final do beneficiamento dos MCA em processos químicos e térmicos.

Etapa 3 - Embalagem dos resíduos com amianto e encaminhamento ao veículo de transporte.

- Embalar individualmente as telhas em folhas duplas de polietileno 254 micras, para que no transporte não ocorra o descolamento das fibras pelo atrito entre as peças;
- Anexar rótulos de aviso da presença de amianto (Figura 51a);
- Os pequenos pedaços de CA embalados em Bags selados e rotulados (Figura 51b);
- O material deve ser colocado em pallets (Figura 51c).

Figura 51 - Rótulo para identificação de amianto para transporte e destinação

a- Embalagem TCA rotulada - Portugal



b - Bags com rótulo NR 15



c- TCA embalada e disposta em pallets com cintas



Foto a: Pedro Correia – Global Imagens

Fonte a: <https://www.in.pt/nacional/ministerio-do-ambiente-garante-seguranca-e-legalidade-nas-descargas-de-amianto-11362862.html>

Fonte b: <https://itm.public.lu/dam-assets/fr/publications/guides/amiante-ciment/amiante-ciment-pt.pdf>

Fonte c:

<http://www.cvs.saude.sp.gov.br/up/amiato.manual%20demoli%C3%A7%C3%A3o.cci.vil.pdf>

Observando que o mercado nacional de materiais para lixos e sacos plásticos, não é comum produtos para volumes maiores que 500 l, essa limitação dificulta a embalagem de uma peça inteira de telha de mais de 1,80 de comprimento. A lona plástica vendida por m² é mais comum no mercado. A especificação mais usual no país é de 200 micras, aquém do especificado pelo HSE, (254 micras), porém quando há grande demanda de serviços, gestores podem negociar a aquisição de materiais com tamanhos específicos para cada situação de trabalho, com o conhecimento que a compra por escala reduz os custos do material.

Etapa 4 - Limpeza do local e entorno, retirada e descontaminação dos EPIs e EPRs, autolimpeza, escolha do local de descontaminação, desmobilização de equipe e checagem final

Limpeza do local:

O item da limpeza é muito importante em obras de desamiantização, como reformas e retrofits que implicam no retorno breve dos moradores ou mesmo de outras equipes de obra ao local, sendo assim a área deve ser muito bem limpa e descontaminada. A NR-15 em seu anexo 12 determina que:

“... o empregador será responsável pela limpeza, manutenção e guarda da vestimenta de trabalho, bem como dos EPI utilizados pelo trabalhador”.

O HSE orienta de forma simples como realizar a limpeza das áreas trabalhadas, estruturas, paredes e pisos que pode ser realizada com o sistema de aspiração e/ou panos úmidos:

- Os aspiradores quando necessários são do tipo classe H para locais de acúmulo grande de poeira. (Anexo 9)

- Os panos úmidos podem ser utilizados para limpar pequenas superfícies contaminadas com amianto conforme HSE - em7.

Observando que todo o material contaminado deve ser coletado em saco de polietileno calibre 254 micras para resíduos com amianto e que as estruturas de apoio das telhas, as vigas, calbros são as que mais podem estar sujeitas ao depósito das fibras de amianto, pela sua proximidade às telhas, sua limpeza deve ser realizada, por meio de aspiradores ou panos úmidos. (LUXEMBURGO, 2010).

A retirada e descontaminação dos EPIs e EPRs, conforme instrução HSE - em8 e (PEREZ *et al.*, 2013)

- Realizar a descontaminação com no mínimo dois trabalhadores, para ajudar a limpeza de ambos.
- Limpar as suas botas com panos úmidos e embalar para higienização ou descarte HSE - em7.
- Para retirar o macacão, umedecer com panos úmidos em uma ação suave, fricção pode dispersar as fibras.
- Se houver aspirador na obra (classe H), limpe seu macacão com o acessório de escova e depois aspire a escova.
- Ao retirar os macacões descartáveis, eles devem estar do avesso quando removidos. Coloque-os em um saco de 254 micras para descarte.
- No caso de macacões reutilizáveis, embalar para descontaminação e encaminhar a local adequado (lavanderias especializadas em lavagem e higienização de equipamentos de segurança).
- Como último item, remova seu equipamento de proteção respiratória (EPR)
- Vedar as peças e os resíduos em embalagens fechadas e sinalizadas.

Determinar um local para descontaminação:

As instalações do local para descontaminação e utilização durante os serviços, devem seguir as recomendações HSE - em8:

- Utilizadas apenas para o uso dos trabalhadores;
- Manter outras pessoas afastadas durante a descontaminação pessoal, até limpar as instalações;
- Usar panos úmidos para limpar as instalações de lavagem no final do trabalho;
- Limpar as instalações sempre que forem utilizadas durante o trabalho;
- Inspeccionar as instalações visualmente quando o trabalho estiver concluído.

Observando que a sequência atende moradias de baixa renda de até 20m², portanto, pela falta de espaço de entorno, o sanitário da moradia pode ser adaptado como área de descontaminação, desde que preparado para essa função, com a proteção do piso com lona plástica 254 micras, retirados mobiliários, pertences e devidamente higienizado após seu uso.

Observações complementares às orientações dos trabalhos:

- A descontaminação dos equipamentos para sua reutilização nunca deve ser realizada nos locais de trabalho, ou por pessoas não habilitadas, esse procedimento sempre deve ser realizado por empresas especializadas.
- Não comer e beber nos locais de trabalho.
- Conforme o tipo de EPR a barba pode atrapalhar o perfeito encaixe e vedação do equipamento.
- O uso de óculos de grau por parte do trabalhador deve também ser considerado para ajuste do EPRs ou a aquisição de lentes graduadas.
- Trabalhadores não podem ser fumantes ou terem alguma doença respiratória.

Etapa 5 - Transporte

O tipo de transporte deve ser realizado em veículo fechado com compartimento de carga estanque a vazamentos e que permita sua aspiração, lavagem e descontaminação.

O transporte deve ser realizado no dia da retirada das telhas de cimento-amianto, evitando o estoque de material e a necessidade de guarda. Apesar do volume pequeno de material coletado, o veículo deve atender a legislação e normas para resíduos perigosos. Como é um serviço a ser implantado em parceria com o poder público e moradores, a parte de regularização para emissão de guias de controle, rastreamento e destinação fica sob responsabilidade da Prefeitura, sendo que o transporte, como no caso dos RCC não perigosos, pode ser terceirizado, desde que a empresa esteja capacitada a carga de materiais perigosos e atenda aos seguintes requisitos:

- O motorista deve receber treinamento, curso MOPP (Movimentação Operacional de Produtos Perigosos) seguindo o manual de fiscalização do transporte rodoviário nacional e internacional de produtos perigosos – TRPP (ANTT, 2018).
- Os veículos devem estar em bom estado de conservação, com identificação do resíduo transportado, providos com equipamentos de segurança para atendimento a eventuais emergências, ficha de emergência, e cópia da licença de operação emitida pela entidade de destinação, conforme a legislação NBR-13221: Transporte terrestre de Resíduos (ABNT, 2003),
- O transporte de materiais contendo asbestos é considerado de “alto risco” pela Lei 9.055/95 e é classificado pela numeração 9 (ONU 2590). Portanto a placa de sinalização deve ser para substâncias perigosas diversas e deverá ser instalada nas carrocerias dos veículos de transporte (BRASIL, 1995).

A Figura 52 refere-se ao serviço oferecido na Escócia para a retirada e transporte de MCA em pequena escala. O veículo apresenta características importantes para o transporte seguro como isolamento do resíduo ao ambiente

e em caso de danificação da embalagem, proporciona condições para a limpeza do compartimento de carga por meio da aspiração.

Figura 52 - Veículo de transporte para pequenos volumes de MCA do RU



Fonte: <https://www.balmore-ltd.co.uk/asbestos-roof-removal/>

Considerando que a operação de transporte e destinação dos RCC perigosos de cimento-amianto deve ser rastreada pelo sistema de gestão do município, como ocorre no sistema CTR do município de São Paulo e também integrado aos sistemas de controle Estadual e Federal - MTR.

Etapa 6- Destinação

O local de destinação só deverá receber o material em conformidade com a regulamentação, devidamente embalado e rotulado, em casos de não conformidades, a carga deve ser restrita ou recusada.

A destinação dos RCA deve ser realizada aos locais apropriados para seu descarte seguro, sendo os aterros classe I, os mais usuais no país. É importante ressaltar que segundo a ABETRE³⁹, no Brasil em 2021 havia 21

³⁹ Informação obtida por meio de comunicação realizada em 2022 ao Presidente da Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes (ABETRE), Sr. Luiz Gonzaga Pereira

aterros industriais em operação no país, com predominância de instalação nas regiões sul e sudeste. Esse número de locais de disposição adequada está aquém da demanda projetada de RCA (da ordem de milhões de toneladas para os próximos anos), considerando-se que a estimativa de recebimento de materiais perigosos em aterro industrial de médio porte, segundo informação de Candiani⁴⁰ está entre 18 a 22 mil toneladas/ano. Deve ser considerado, ainda a distribuição geográfica desses aterros e a possibilidade de nem todos estarem licenciados para o recebimento de RCA, fatores que restringem ainda mais a oferta de áreas de recepção ambientalmente adequadas.

Processos de beneficiamento como tratamento térmico, solidificação, tratamentos químicos, mecânicos e biológicos são métodos para a inertização dos resíduos de cimento-amianto (SPASIANO; PIROZZI, 2017) que possibilitariam o retorno do material ao mercado consumidor, porém ainda são pouco viáveis economicamente.

Considerando que a destinação de pequenos volumes de RCA em aterros pode ser também, economicamente não viável devido às distâncias percorridas e o custo para deposição, como alternativa, a destinação provisória em locais preparados para o seu recebimento, possibilita o estoque e aumento de volume de carga, agregando valor a esses resíduos. Os Ecopontos, equipamentos urbanos já existentes na cidade de São Paulo poderiam suprir parte dessa demanda, desde que adequados com medidas de proteção ao solo, impermeabilização do piso, sistemas de filtragem, coleta de águas residuais contaminadas com amianto e inclusão de áreas protegidas, para preservação das embalagens de RCA contra intempéries e dispersão das fibras no ambiente, além do treinamento da mão de obra para recebimento, acondicionamento e segurança do local. Ressalta-se que essas alterações físicas, operacionais e o aumento da demanda vão requerer reestruturação financeira desses locais de disposição e coleta.

⁴⁰ Informação obtida por meio de Comunicação realizada em 2022 com o professor adjunto na Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Sr. Giovano Candiani

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

O processo para a análise de riscos de moradias de baixa renda com o uso de TCA, capítulo 5.3 e instrução técnica para retirada de TCA, capítulo 5.4, demandam da gestão pública, ação programática e intersetorialidade para articular diversas áreas, somar potencialidades e recursos necessários, (LIMA; VILASBÔAS, 2011). Sendo assim, vários setores da administração pública de um município podem ser acionados conforme as etapas do fluxograma proposto. A identificação das telhas de fibrocimento, verificação da presença de amianto no compósito, análise do estado de conservação e características construtivas da moradia, geralmente demandam ações de órgãos públicos relacionados ao planejamento, obras e infraestrutura. Para a etapa da medição da quantidade de fibras de crisotila no ambiente interno e entorno da moradia, costuma-se acionar o setor relacionado ao meio ambiente para controle e análise dos resultados. A partir da caracterização da área contaminada, a ação estaria relacionada ao setor de saúde e assistência social. No caso dos processos de segurança para a desmontagem das TCA, estes estariam relacionados à fiscalização de obras e infraestrutura, assim como o deslocamento e destino de RCA ao setor de limpeza pública.

A instrução técnica de segurança para os trabalhos com pequenos volumes de CA pode ser estendida para outros materiais além das telhas, como as caixas d' água, comuns aqui no Brasil, sendo que a coleta em Suffolk é limitada a até 40 Kg por usuário (HSE,2021).

Referente à mão de obra dos serviços, a instrução foi concebida para a remoção de pequenos volumes de TCA em área de até 20 m², ou seja, para ser executada por equipe reduzida e jornada de meio período. Com isso o projeto é simplificado com redução de infraestrutura de apoio como:

- Não há refeições, o que reduz os riscos de contaminação dos trabalhadores pela retirada e recolocação de equipamentos.
- A estrutura necessária para adaptar áreas de autolimpeza e retirada de EPIs e EPRs é mais simples em relação a obras grandes com várias equipes de desmontagem. Os equipamentos devem ser embalados e a

descontaminação pode ser realizada em locais apropriados definidos pela Prefeitura.

- Os materiais são coletados e levados diretamente ao transporte, liberando a área limpa no mesmo dia.
- Não há necessidade de reservar espaço para estoque de materiais e guarda para coleta em outro dia.

Observando que o dimensionamento da equipe e a viabilidade dos serviços está condicionada a análise prévia da edificação, pelo levantamento de interferências existentes no local, como redes de infraestrutura de elétrica, hidráulica, dados, as condições da estrutura de apoio do telhado, presença de caixa d' água e se a cobertura é geminada (Figura 53 b).

Figura 53 - Infraestrutura sob TCA e cobertura geminada

a- Infraestrutura sob TCA



b – Telhado Geminado



Fonte a: https://www.direitosbc.br/wp-content/uploads/2019/12/Projeto-B%C3%A1sico-Pacote-T%C3%A9cnico_Reforma-Telhado.pdf

Fonte b: https://www.youtube.com/watch?v=GIMSpf86E_M

Obras de reforma podem gerar problemas em sua execução pela inter-relação dos serviços (Figura 53 a). A retirada das telhas depende do desligamento da energia, sua reorganização e descontaminação o que denota a importância do plano de obra em sincronia com o plano de segurança durante todo o processo. Somado a análise das interferências, para o dimensionamento e seleção da equipe de trabalho é necessário os seguintes requisitos e treinamentos para a mão de obra:

- Não ter antecedentes de problemas de saúde relacionados a respiração;

- Não serem fumantes;
- Passarem por exames de saúde e treinamentos de segurança em obra e uso de EPIs e EPRs, serviço a ser oferecido pelo poder público;
- A equipe deve ser acompanhada por um agente de segurança e saúde ambiental, designado pelo município para orientações e fiscalização durante a obra.

A participação dos moradores/autoconstrutores é parte deste projeto e pode ser mais efetiva com o andamento do processo, ou seja, sua habilitação e qualificação, oferecida pelo poder público, pode ampliar a participação na retirada de demais coberturas de TCA no município, fomentando a qualificação de mão de obra necessária para esse e outros trabalhos na construção civil, como a demolição seletiva.

5.5 TRABALHOS FUTUROS

Ao final desse estudo identificou-se que outros tópicos são importantes para a continuidade e desenvolvimento da temática:

- Desenvolvimento de pesquisas sobre a inertização das fibras de crisotila presentes nos RCA para possibilitar seu retorno às atividades econômicas e mitigar sua destinação aos aterros classe I.
- Replicação do fluxograma de análise de risco de moradias com TCA para o uso de gestores municipais, considerando as variações construtivas conforme a região aplicada em todo o país.
- Avanços nos estudos do escaneamento hiperespectral para a identificação da presença das fibras de amianto por sensoriamento remoto.
- Ampliar o estudo de análise de riscos e aplicação das instruções técnicas de segurança para a retirada de TCA para áreas de coberturas maiores que 20 m², contribuindo para o processo de desamiantização das construções, adotado em vários países.

6. CONCLUSÕES

O uso das fibras de amianto mostra-se como atividade comprovadamente perigosa em todo seu ciclo de vida, seja na extração, no processamento, na utilização como produto, como também na destinação de seus resíduos. O risco no uso de materiais de cimento-amianto decorre principalmente de seu manejo, manutenção e reparos, quando há risco de rupturas na matriz cimentícia. Nota-se ainda que, de forma silenciosa, há também o desgaste do MCA ao longo do tempo devido às ações climáticas, poluição atmosférica e chuvas ácidas, que provocam corrosão em sua matriz cimentícia, aumentando o risco de liberação da crisotila.

No presente estudo, o valor obtido como potencial de produção de MCA no Brasil, no período de 1998 a 2017, foi de 27,65 milhões de toneladas, composto por TCA em sua maioria, caixas d' água e dutos. Considerando-se o período de produção e comercialização de mais de 70 anos desses materiais no país, o tempo estimado de vida útil dos compósitos em 50 anos e a grande diferença entre a produção de MCA e a geração de RCA é possível concluir que está posto um importante desafio: a gestão sustentável da grande quantidade de resíduos perigosos (RCA) quando de seu descarte, com vistas à minimização dos riscos e valorização com o retorno à cadeia produtiva. Nesse sentido, tornam-se importantes políticas públicas para o setor.

Com relação às rotas tecnológicas para absorver os RCA, considerando-se apenas a destinação adequada em aterros classe I, principal destino no país, verifica-se que a capacidade instalada atual não atende à demanda de geração desses resíduos. Há, portanto, necessidade de novas rotas para absorver o potencial estimado e que contemple a recuperação, dentro do princípio da Economia Circular.

No país, a elevada projeção de área residencial coberta com telhas de cimento-amianto, 1,25 bilhões m² estimada para o ano de 2012 e o perfil de uso, representado por habitações geralmente autoconstruídas em comunidades e assentamentos de baixa renda, com elevada taxa de construção por m², alta densidade de ocupação, prolongado tempo de estadia, somada às manutenções periódicas e à prática de reuso de telhas descartadas, são fatores

que intensificam o risco dos moradores expostos às fibras crisotila dispersas nesses ambientes.

Esse estudo possibilita de forma simples aos gestores, verificar o risco do uso de TCA em moradias de baixa renda, pela identificação de telhas de cimento-amianto, verificação de seu estado de conservação, caracterização construtiva das moradias, e após a associação dos dados, a tomada de decisão sobre a necessidade de coleta de amostras atmosféricas. Os resultados das quantidades de fibras /cm³ definem as medidas, monitoramento para ($\leq 0,1$ f/cm³) ou para ($> 0,1$ f/cm³), gestão de risco à Saúde Pública e Ambiental na localidade.

Quanto a gestão sustentável dos RCC é necessário criar condições para o fluxo dos pequenos volumes de RCA oriundos das TCA em sua maioria, com geração pulverizada pelos ambientes urbanos. A parceria entre os geradores-moradores com a mão de obra para a remoção, embalagem, coleta e o Poder Público com a instrução técnica, capacitação, fornecimento de equipamentos de proteção, transporte e destinação, possibilita de forma segura e sustentável o fluxo dessa grande demanda projetada de resíduos de cimento-amianto no país.

Portanto, é premente inserir a gestão sustentável dos MCA em uso e dos RCA de forma segura, na agenda de políticas públicas ambientais e de saúde no país. A desamiantização das moradias será cada vez mais urgente devido a aceleração da degradação das telhas ao longo do tempo e alterações climáticas. Os diagnósticos das condições ambientais das moradias ajudam a prevenir problemas de saúde causados pela inalação das fibras de amianto. A capacitação de gestores por meio das instruções técnicas possibilita a parceria para a desamiantização das moradias de baixa renda, pulverizadas no ambiente urbano e reduzem o descarte irregular dos RCA, enquanto novas rotas tecnológicas devem ser estabelecidas para seu retorno ao mercado consumidor, mitigando a destinação em aterros classe I. Medidas alinhada a ODS 12 para consumo e produção responsáveis.

REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR 10157: **Aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação – Procedimento.** Brasília, 1987.
- ABNT. NBR 12235: **Armazenamento de resíduos sólidos perigosos - Procedimento.** Brasília, 1992.
- ABNT. NBR 13221: **Transporte terrestre de resíduos.** Rio de Janeiro, 2003.
- ABNT. NBR 15112: **Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos, Áreas de Transbordo e Triagem. Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação.** Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT. NBR 15113: **Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Inertes – Aterros. Diretrizes para Projetos, Implantação e Operação.** Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT. NBR 15114: **Resíduos Sólidos da Construção Civil – Áreas de Reciclagem Diretrizes para Projetos, Implantação e Operação.** Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT. NBR 10004: **Classificação de Resíduos Sólidos.** Brasília, 2004.
- ABNT. NBR15495-1: **Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulados - Parte 1: Projeto e construção.** Brasília. Julho 2007.
- ABRECON, Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **Panorama das usinas de reciclagem de RCD no Brasil: a pesquisa setorial Abrecon 2014/2015.** São Paulo, SP: Abrecon, 2016.
- ABRELPE – Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, 2021. Disponível em <https://abrelpe.org.br/panorama-2021/>. Acesso em: 05 de janeiro de 2022.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT. Manual de fiscalização do transporte rodoviário nacional e internacional de produtos perigosos – TRPP. **Brasília** 2018. Disponível em: <https://antt-hml.antt.gov.br/documents/359209/0/Manual+de+Fiscaliza%C3%A7%C3%A3o+do+Transporte+de+Produto+Perigoso+Nacional+e+Internacional.pdf/24dd30ca-bb1b-7e30-8c68-3c2fbb79f3d5?t=1592236437060> Acesso em 25 de junho de 2022.
- AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil.** In: Goldemberg, J. (Coord.). São Paulo: Blucher, 2011, v.5, p 141.
- AGUILAR-HERNANDEZ, G., A.; DEETMAN, S.; STEFANO, M.; RODRIGUES, J., F., D.; TUKKER, A. Global distribution of material inflows to in-use stocks in 2011 and its implications for a circularity transition. **Journal of Industrial Ecology**, v. 25, n. 6, p. 1447–1461, 2021.

AJAYI, S. O.; OYEDELE, L.O.; AKINADE, O., O.; BILAL, M.; OWOLABI, H., A.; ALAKA, H., A.; KADIRI, K., O. Reducing waste to landfill: A need for cultural change in the UK construction industry. **Journal of Building Engineering**, v. 5 , p. 185–193, mar. 2016. pp. 185-193. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jobbe.2015.12.007>

ALGRANTI, E. Epidemiologia das doenças ocupacionais respiratórias no Brasil. **Epidemiologia das doenças respiratórias**; 1(3): 119-43, 2001.

ANDERSEN, M. S. Assessing the Effectiveness of Denmark's Waste Tax. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, v. 40, n. 4, p. 10–15, 1998.

ANGULO, S. C.; JOHN, W. M.; ULSEN, C.; KAHN, H.. Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados separados por líquidos densos. In: **Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável, 1; Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 10, 2014, São Paulo. Anais... São Paulo: PCC/USP, 2014. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/caract_liquidos%20densos_angulo%20et%20al.pdf>. Acesso em: 15/06/2016.

;

ANURANJITA, A. BERGHORN, G., H.; BATES, D.; SYAL, M., G., M. **Life Cycle Assessment Framework for Demolition and Deconstruction of Buildings**. Construction Research Congress 2018. **Anais...** Em: CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS 2018. New Orleans, Louisiana: American Society of Civil Engineers, 29 mar. 2018. Disponível em: <http://ascelibrary.org/doi/10.1061/9780784481301.034> . Acesso em: 23 dez. 2021

ARAUJO, M, J; GÜNTHER, R, M, W. Caçambas coletoras de resíduos da construção e demolição no contexto do mobiliário urbano: uma questão de saúde pública e ambiental. **Saúde e Sociedade**, vol.16 n°.1 São Paulo, 2007.

AUSTRALIA. **Guidance Note on Asbestos Cement Roofs**. Department of Health of Australia Government, 2016. Disponível em: <https://ww2.health.wa.gov.au/-/media/Files/Corporate/general-documents/Asbestos/PDF/GuidanceNoteonAsbestosCementRoofs20162-1.pdf> Acesso em 0 de fevereiro de 2022

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos**. Tradução da 6ª edição americana. 9ª reimpressão. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

BARTRIP, P. W. J. History of asbestos related disease. **Postgraduate Medical Journal**, v. 80, n. 940, p. 72–76, 2004. Disponível em: <https://pmj.bmj.com/content/80/940/72#ref-85> Acesso em 10 de julho de 2021

BASSANI, C.; CAVALLI, R., M.; CAVALCANTE, F.; CUOMO, V.; PALOMBO, A.; PASCUCCI, S.; PIGNATTI, S. Deterioration status of asbestos-cement roofing sheets assessed by analyzing hyperspectral data. **Remote Sensing of Environment**, v. 109, n. 3, p. 361–378, 15 ago. 2007.

BECKLAKE, M. **Asbestos-Related Diseases**. In: [comp.] Stellman J.M. Geneva: International Labour Office, 4th Ed. (J.M. Stellman, org.). 10-50, 1998.

BENTUR, A.; MINDESS, S. Fibre Reinforced Cementitious Composites. **Elsevier Applied Science**. London and New York, 1990

BERNAL, S. A.; RODRIGUEZ, E., D. ; KIRCHHEIM, A.,P.,PROVIS,J.,L. Management and valorization of wastes through use in producing alkali-activated cement materials. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**, v. 91, n. 9, p. 2365–2388, 2016.

BORDEBEURE S. Déchets Amiantés. Agence de la Transition Ecologique (ADEME); Angers, France, 2017.

BRASIL. **Decreto nº2350, de 15 de outubro de 1997**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1997/d2350.htm Acesso em 14 de agosto de 2020

BRASIL. **Lei nº 9055, de 1 de julho de 1995**. Brasília. Diário Oficial da União Disciplina a extração, industrialização, utilização, comercialização e transporte do asbesto/amianto e dos produtos que o contenham, bem como das fibras naturais e artificiais, de qualquer origem, utilizadas para o mesmo fim e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9055.htm Acesso em 14 de julho de 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Brasília. Diário Oficial da União. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 10 set 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos**. Projeto internacional de cooperação técnica para a melhoria da gestão ambiental urbana no Brasil (BRA/OEA/08/001). Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/arquivos/4_manual_implantao_sistema_gestao_resduos_construo_civil_cp_125.pdf . Acesso em: 05 de junho de 2016

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Instrução Normativa nº13** de 18 de dezembro de 2012. Brasília. 2012. Disponível em: https://servicos.ibama.gov.br/phocadownload/legislacao/in_13_18dez2012_ibama_lista_brasileira_residuos.pdf . Acesso em: 15set 2015

BRASIL. NR06 .Regulamenta a execução do trabalho com uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI),Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-06.pdf> Acesso em 22 de fevereiro de 2021

BRASIL. NR 15 Atividades e operações insalubres, anexo 12 - limites de tolerância para poeiras minerais em vigor no Brasil, o limite de tolerância para fibras respiráveis de asbesto crisotila de 06 de julho de 1978 atualização 2021. Disponível em < <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-15-atualizada-2021.pdf> Acesso em 22 de fevereiro de 2021

BRASIL. NR35.Regulamenta os trabalhos em altura. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-35.pdf>
Acesso em 22 de fevereiro de 2021

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 307, de 5 de julho de 2002**. Brasília. 2002.
Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>.
Acesso em 09 set 2015.

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 348, de 16 de agosto de 2004**. Brasília. 2004.
Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=449>>.
Acesso em: 09 set 2015.

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 431, de 24 de maio de 2011**. Brasília. 2011.
Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>.
Acesso em: 09 set 2015.

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 448, de 19 de janeiro de 2012**. Brasília. 2012.
Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672>>.
Acesso em: 09 set 2015.

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 469, de 29 de Julho de 2015**. Brasília. 2015.
Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=714>>.
Acesso em: 09 set 2015.

BRASILIT. Empresa de comercialização de materiais em fibrocimento. Linha do Tempo, 2021. Disponível em: <https://www.brasilit.com.br/sobre-a-brasilit/quem-somos>
Acesso em: 01 de agosto de 2021

BREBBIA, C. A.; PULSELLI, R. Eco-Architecture V: Harmonization between Architecture and Nature. [s.l.] WIT Press, 2014.

BUILDINGS AND CONSTRUCTION [s.d.]. Disponível em: https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/buildings-and-construction_pt .
Acesso em: 29 de dezembro de 2021.

BUSTOS, C. A. P.; PUMAREJO, L., G., F.; COTTE, E., H., S.; QUINTANA, H., A., R. Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión. **Ingeniería y Desarrollo**, v. 35, n. 2, p. 533–555, 2017.

CAMPOPIANO, A.; RAMIRES, D.; ZAKRZEWSKA, A.M.; FERRI, R. D'ANNIBALE, A. PIZZUTELLI, G. Risk Assessment of the Decay of Asbestos Cement Roofs. **Annals of Occupational Hygiene**, v. 53, n. 6, p. 627–638., 2009.

CAPELOZZI, V.L. **Asbestos, asbestosis and cancer: diagnostic criteria**. *J Pneumol.*; 27(4):206-218,. 2001.

CASTRO, H, A. **Simpósio – remoção do Amianto** – Os desafios de Florianópolis na Aplicação da Lei Municipal n° 10.607/2019 FUNDACENTRO. SC. Florianópolis, 2021

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil - **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua - Pessoas de 14 anos ou mais de idade ocupadas na Construção, na semana de referência**, Brasil, 2018. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/emprego/pnad-ibge-arquivos-resultados-brasil>
Acesso em: 25 de setembro de 2021

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil. Informativo Econômico, Brasil, 2022. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2022/03/informativo-economico-pib-04-marco-2022.pdf> Acesso em 08 de agosto de 2022

CILIA, C.; PANIGADA, C.; ROSSINI, M.; CANDIANI, G.; PEPE, M.; COLOMBO, R. Mapping of Asbestos Cement Roofs and Their Weathering Status Using Hyperspectral Aerial Images. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 4, n. 2, p. 928–941, jun. 2015.

COELHO, A. e BRITO, J. Distribution of materials in construction and demolition waste in Portugal. **Waste Management**, 843-853. Portugal, 2011.

COSSU, R., & IAN D. WILLIAMS, I. D. Urban mining: Concepts, terminology, challenges. **Waste Management**, 45, 1-3., 2015.

DAMELIO, R. The Basics of Process Mapping, 2nd Edition, 2011. ISBN-10:1363273764, CRC Press Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/mapeamento-de-processos-fundamentos-ferramentas-e-caso-em-uma-operao-logstica-22680> acesso em 20/01/2022

DAVID, S. R.; JAOUEN, A.; IHIAWAKRIM, D.; GEOFFROY, V. Biodeterioration of asbestos cement by siderophore-producing Pseudomonas. **Journal of Hazardous Materials**, v. 403, p. 123699, 2021.

DEBACKER, J. K.; DE MELLO REZENDE, G., B. Gestão de resíduos da construção civil no município de primavera do leste-MT. **Revista Estudo & Debate**, v. 25, n. 3, p. 111-133, 2018.

DING, Z.; WANG, Y.; ZOU, P. X. W. An agent based environmental impact assessment of building demolition waste management: Conventional versus green management. **Journal of Cleaner Production**, v. 133, p. 1136–1153, 1 out. 2016.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM, 2015. Sumário Mineral. **Brasília**, vol. 35, 135 p. ISSN 0101 2053

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM, 2017. Sumário Mineral. **Brasília**, vol. 37, 201 p. ISSN 0101-2053

DIAS, C. M. R.; CINCOTTO, M.A.; SAVASTANO, H. Long-term aging of fiber-cement corrugated sheets – The effect of carbonation, leaching and acid rain. **Cement and Concrete Composites**, v. 30, n.4, p. 255 -265, 2008.

DOUGUET D.; GOLDBERG, M.; HÉMON D. Efeitos sobre a saúde dos principais tipos de exposição ao amianto. **Relatório. Paris: Les éditions Inserm**, XI- 434 p. Disponível em: <https://www.ipubli.inserm.fr/handle/10608/20,1997>. Acesso em 17 de junho de 2021

EMF - ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the circular economy - Vol. 1: Economic and business rationale for an accelerated transition. **Isle of Wight: EMF**, 2012.

EPA - United States Environment Protection Agency - Facts and Figures about Materials, Waste and Recycling - **Advancing Sustainable Materials Management: Facts and Figures Report**, 2021. Disponível em: <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/advancing-sustainable-materials-management> Acesso em 27 de dezembro de 2021

ERVIK, T.; ERIKSEN HAMMER, S.; GRAFF, P. Mobilization of asbestos fibers by weathering of a corrugated asbestos cement roof. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, v. 18, n. 3 , p. 110–117, 2021.

EUROPEAN COMMISSION. Eurostat Statistics for Waste Flow Generation. **An environmental impact causal model for improving the environmental performance of construction processes**. Prod. 52, 425 e 437, 2013.

EUROPEAN COMMISSION .report from the commission to the European Parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions on the implementation of EU waste legislation, including the early warning report for Member States at risk of missing the 2020 preparation for re-use/recycling target on municipal waste, 2018.

EUROPEAN COMMISSION. Eurostat Statistics for Generation of waste excluding major mineral wastes by hazardousness. 2021. Disponível em: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/SDG_12_50/bookmark/line?lang=en&bookmarkId=9c827257-b327-4ad2-be08-c08f5d3b0388 . Acesso em 20 de novembro de 2021

EUROPEAN PARLIAMENT. An official website of the European Union. Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. Buildings and construction. 2022. Disponível em: https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/buildings-and-construction_en . Acesso em 25/08/2022

ETERNIT, 2012 – Relatório anual de 2012. Disponível em: <http://www.mediagroup.com.br/HOST/Eternit/2012/port/24.htm#.YTFeERmSIPZ> Acesso em 08 de julho de 2021

FAVERO-LONGO, S. E.; CASTELLI, D.; FUBINI, B.; PIERVITTORI, R. Lichens on asbestos-cement roofs: bioweathering and biocovering effects. **Journal of Hazardous Materials**, v. 162, n. 2–3, p. 1300–1308, 2009.

FERRANTE, D.; MIRABELLI, D.; TUNESI, S.; TERRACINI, B.; MAGNANI, C. Pleural mesothelioma and occupational and non-occupational asbestos exposure: a case-

control study with quantitative risk assessment. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 73, n. 3, p. 147–153, mar. 2016.

FORNARO, A. Águas de chuva: conceitos e breve histórico. Há chuva ácida no Brasil? **Revista USP**, n. 70, p. 78–87, 2006.

FORTUNATO, L.; RUSHTON, L. Stomach cancer and occupational exposure to asbestos: a meta-analysis of occupational cohort studies. **British Journal of Cancer**, v. 112, n. 11, p. 1805–1815, 2015.

FRICKE, K. **Urban Mining** – only a buzzword (Urban Mining – nur ein Modebegriff). *Müll und Abfall* 10: 489, 2009.

FURUYA, S. CHIMED-OCHIR, O.; TAKAHASHI, K.; DAVID, A.; TAKALA, J. Global Asbestos Disaster. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 5, p. 1000, maio 2018.

GALHARDA, S. M. G. Avaliação da introdução das guias eletrônicas de acompanhamento de resíduos (e-GAR) na rastreabilidade dos resíduos de construção e demolição (RCD). maio 2018

GARTNER, E. **Industrially interesting approaches to “low-CO2” cements**. *Cement and Concrete Research*, H. F. W. Taylor Commemorative Issue. v. 34, n. 9, p. 1489–1498, 1 set. 2004.

GOIÁS. **Lei estadual nº20514 de julho de 2019**. Autoriza, para fins exclusivos de exportação, a extração e o beneficiamento do amianto da variedade crisotila no Estado de Goiás. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=379726> Acesso em: 21 de setembro de 2020

GUALTIERI, A. F. **Introduction. In Mineral Fibres: Crystal Chemistry, Chemical-Physical Properties, Biological Interaction and Toxicity**; European Mineralogical Union; pp 1– 15, 2017.

GUTIÉRREZ, J. C. H.; RUBIO, J., C., C.; FARIA, P., E.; DAVIM, J., P. Usinabilidade de materiais compósitos poliméricos para aplicações automotivas. **Polímeros**, v. 24, p. 711–719, 2014.

HAAS, W.; KRAUSMANN, F.; WIEDENHOFER, D.; HEINZ, M. Spaceship earth’s odyssey to a circular economy - a century long perspective. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 163, p. 105076, 1 dez. 2020.

HEALTH PROTECTION AGENCY UNITED KINGDOM (HPA), 2021. As variedades anfíólias de amianto são as formas mais perigosas. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/organisations/health-protection-agency> Acesso em 11 de maio de 2021.

HERTWICH, E. G.; ALI, S., CIACCI, L.; FISHMAN, T. Material efficiency strategies to reducing greenhouse gas emissions associated with buildings, vehicle, -a review. **Environmental Research Letters**, v.14, n.4, p. 043004, abril.2019.

HOBBS, G., BLACKWELL, M. and ADAMS, K. **Understanding and predicting construction waste**, 164, pp. 239–245, 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeção e estimativas da população do Brasil e das Unidades da Federação**. 2016. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 04 dez 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores IBGE – **CONTAS NACIONAIS Trimestrais - Indicadores de Volume e Valores Correntes. Abr. – Jun. 2018 (2018)**. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas_Nacionais/Contas_Nacionais_Trimestrais/Fasciculo_Indicadores_IBGE/pib-vol-val_201802caderno.pdf

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). **Arsenic, metals, fibres and dusts: review of human carcinogens**. Lyon, France: IARC, 2012. (IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks, v. 100C)

INTERNATIONAL BANS ASBESTOS SECRETARIAT - IBAS, 2022. **Chronology of Asbestos Bans and Restrictions**. Disponível em: http://www.ibasecretariat.org/chron_ban_list.php. Acesso em: 18 de abril de 2022

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA E ECONOMIA APLICADA. Secretaria de Assuntos Estratégicos. **Relatório de Pesquisa Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**, Brasília 2012. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_construcao_civil.pdf . Acesso em: 17 de junho de 2019.

IWASZKO, J. Making asbestos-cement products safe using heat treatment. **Case Studies in Construction Materials**, v. 10, p. e00221, 1 jun. 2019.

JACOBI, P.R e BESEN, G.R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, São Paulo, volume 25 n°71, 2011

JAIN P; POWELL J.; TOLAYMAT T . Methodology to Estimate the Quantity, Composition, and Management of Construction and Demolition Debris in the United States. **U.S. Environmental Protection Agency**, Washington, DC, 2015.

JOHN, V. M. **Materiais de Construção e o Meio Ambiente**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. p.40, 2017.

JOHN, V. M. **Reciclagem de Resíduos na construção civil – contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000 Tese (livre docência) – Escola Politécnica Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

KIM, Y. C.; HONG, W. H. **Optimal management program for asbestos containing building materials to be available in the event of a disaster**. *Waste Management*, v. 64, p. 272–285, 2017

KIRCHHERR, J., REIKE, D.; HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation & Recycling** 127 (2017) 221–232, 2017.

KRAUSMANN, F.; LAUK, C.; HAAS, W.; WIEDENHOFER, D. From resource extraction to outflows of wastes and emissions: The socioeconomic metabolism of the global economy, 1900–2015. **Global Environmental Change**, v. 52, p. 131–140, 1 set. 2018.

KROOK, J., SVENSSON, N., & EKLUND, M. Landfill mining: a critical review of two decades of research. **Waste management**, (New York, N.Y.), v. 32, n. 3, p. 513–520, 2012.

KURESKI, R.; RODRIGUES, R. L.; MORETTO, A. C.; SESSO FILHO, U. A.; HARDT, L. P. A. O macrossetor da construção civil na economia brasileira em 2004. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 7-19, 2008.

LIMA, E. C. DE; VILASBÔAS, A. L. Q. Implantação das ações intersetoriais de mobilização social para o controle da dengue na Bahia, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 27, p. 1507–1519, ago. 2011.

LIMA, R.M.S.R (2012) **Sistema de avaliação da gestão integrada de resíduos da construção civil na esfera municipal - São Paulo**. 174p. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública para obtenção do título de Doutor em Ciências – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Área de Concentração: Saúde Ambiental.

LOMBARDI FILHO, P. Análise da infraestrutura de coleta, transporte e destinação de RCC gerados no município de São Paulo como base para uma ferramenta de orientação aos usuários. 2017. (Dissertação de Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

LOMBARDI FILHO, P.et al. In: Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade - Faculdade de Saúde Pública – USP. **Os desafios da gestão e do gerenciamento de resíduos da construção civil no município de São Paulo**. Edição n°2 São Paulo: editora da Faculdade de Saúde Pública-Universidade de São Paulo, cap. 4, p. 71-97, 2019

LUCENA, L. F. L.; NEVES, G. A.; NASCIMENTO, J. D.; OLIVEIRA, D. F. Diagnóstico da geração de resíduos da construção civil no Município de Campina Grande. **In: Simpósio brasileiro de gestão e economia da construção, 4. Encontro latino-americano de gestão e economia da construção**, 1.2005, Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre,2005.

LUXEMBURGO. **O Amianto Cimento Guide Pratique** . Le Gouvernement Du Grand-Duché de Luxembourg Ministère du Travail et de l'Emploi , 2010 Disponível em: <https://itm.public.lu/dam-assets/fr/publications/guides/amiante-ciment/amiante-ciment-pt.pdf> Acesso em 23 de abril de 2022.

MANFRINATO, J.S.W.; ESGUÍCERO, F.J.; MARTINS, B. L. Implementação de usina para reciclagem de resíduos da construção civil (RCC) como ação para o desenvolvimento sustentável. A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. **XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, ENEGEP**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em:

http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_stp_077_543_10843.pdf . Acesso em: 1 de junho de 2018.

MARINACCIO, A.; CORFIATI, M. ; BINAZZI, A. ; MARZIO D.,D.; SCARSELLI,A. **The epidemiology of malignant mesothelioma in women: gender differences and modalities of asbestos exposure.** Occupational and Environmental Medicine, v. 75, n. 4, p. 254–262, 1 abr. 2018.

MARQUES, V. M.; GOMES, L. P.; KERN, A. P. Avaliação ambiental do ciclo de vida de telhas de fibrocimento com fibras de amianto ou com fibras de polipropileno. **Ambiente Construído**, v. 16, p. 187–201, 2016.

MENDES, R. Asbesto (amianto) e doença: revisão do conhecimento científico e fundamentação para uma urgente mudança da atual política brasileira sobre a questão. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, p. 07–29, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/YKrByqktNfwVZpFYZXpYnbL/?lang=pt> Acesso em: 12 de julho de 2021.

MINERAL COMMODITY SUMMARIES,2021.Disponível em : <https://pubs.er.usgs.gov/publication/mcs2021> Acesso em 04 de fevereiro

MIRANDA, L.; ANGULO, S.C.; CARELI, E.D. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. **Ambiente Construído (Online)**, v.9, n.1, p.57-71, 2009.

MURRAY, R. Asbestos: a chronology of its origins and health effects. **Br J Ind Med**, 1990.

PAOLINI, V. TOMASSETTI, L; SEGRETO, M.; LIOTTA F. Asbestos treatment technologies. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 21, 2018.

PASTERNAK, S. **Habitação e saúde.** Estudos Avançados, v. 30, p. 51–66, abr. 2016. doi.org/10.1590/S0103-40142016.00100004

PEREZ, M., A., M.; PASSOS, F., R.; DOMINGUES, C., S., M. (Org.). Troca limpa: manual de capacitação de trabalhadores para a retirada e o descarte de telhas e caixas d'água com amianto nas obras de melhorias habitacionais do setor 1 da Colônia Juliano Moreira. **Fio Cruz**, Rio de Janeiro, 2013. ISBN: 978-85-8110-013-5

PINHEIRO, S. M. DE M. **Gesso reciclado: avaliação das propriedades para uso em componentes.** Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas. Tese de Doutorado, 2011.

PINTO T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana, 1999.** Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo,1999.

PLOSCEANU, A. L.; GIBELLIERI, E. Parecer do Comité Económico e Social Europeu sobre o tema «Eliminar o amianto na UE». p. 6, [s.d.].

POON, C., S.; CHAN, D. The use of recycled aggregate in concrete in Hong Kong. **Resources, conservation and recycling**, v. 50, n. 3, p. 293–305, 2007.

PORTUGAL - Lei n.º 2/2011 Diário da República Eletrônico Disponível em:
<https://dre.pt/dre/detalhe/lei/2-2011-280272> Acesso em 18 de fevereiro de 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (PMSP) -PGIRS - Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade de São Paulo. **Comitê Intersecretarial para a Política Municipal de Resíduos Sólidos - SÃO PAULO - SP. SECRETARIA DE SERVIÇOS.** São Paulo, 2014. Disponível em:
<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/servicos/arquivos/PGIRS-2014.pdf>> . Acesso em 23 setembro 2018

PREFEITURA DE SÃO PAULO (PMSP). Amlurb - Autoridade Municipal de Limpeza Urbana. **CTR - Controle de Transporte de Resíduos da Construção Civil.** Disponível em:
<<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/servicos/amlurb/ctr/index.php>>.
Acesso em: 15 de junho de 2016.

PREFEITURA DE SÃO PAULO (PMSP) - Amlurb - Autoridade Municipal de Limpeza Urbana. **CTR - Amlurb lança o Controle de Transporte de Resíduos (CTR) no formato eletrônico.** São Paulo, 2018. Disponível em:
<http://govit.prefeitura.sp.gov.br/noticias/amlurb-lanca-o-controle-de-transporte-de-residuos-ctr-no-formato-eletronico>. Acesso em: 15 de agosto de 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (PMSP) . Autoridade Municipal da Limpeza Urbana (AMLURB). **Áreas de destinação dos resíduos da construção civil (RCC).** Área de Transbordo e Triagem (ATT). São Paulo: 2016. Disponível em:
<<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/servicos/amlurb/att/index.php?p=4632>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (PMSP). Autoridade Municipal da Limpeza Urbana (AMLURB). **Ecoponto. ECOPONTO - Estação de Entrega Voluntária de Inservíveis.** 2021 São Paulo: s.d. Disponível em:
<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/regionais/amlurb/ecopontos/index.php?p=4626> Acesso em 21 de agosto 2017

PREFEITURA DE SÃO PAULO - SP REGULA- Limpeza Urbana - Pontos de descarte irregular de lixo em São Paulo têm queda de 64%. Notícias. 2021. Acesso em:
https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/spregula/limpeza_urbana/noticias/?p=311524 Acesso em 02/02/2022

PROENÇA, M. C.; AGUIAR, F.; ROSA, N. Avaliação da contaminação do ar por fibras respiráveis em edifícios com materiais em fibrocimento. **Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge**, IP; 25 Jul 2014.

SANTA CATARINA (SC). **Lei nº 10607 de 11 de setembro de 2019**, dispõe sobre a proibição do uso de produtos, materiais ou artefatos que contenham quaisquer tipos de amianto ou asbesto ou outros minerais que tenham fibras de amianto na sua composição, no município de Florianópolis. Disponível em:
<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=382459> Acesso em 12 de março de 2021

SÃO PAULO (SP). **Decreto nº 37.952, de 10 de maio de 1999.** Disponível em
<http://www.radarmunicipal.com.br/legislacao/decreto-37952>. Acesso:20 out 2015.

SÃO PAULO (SP). **Decreto nº 42.217 de 24 de julho de 2002**. Regulamenta a Lei nº 10.305 de 1987. Dispõe sobre uso e transbordo para área de triagem de resíduos da construção civil. Disponível em: ww.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/.../Decreto42217.rtf> Acesso em 28 outubro 2015.

SÃO PAULO. **Decreto nº 46.594, de 3 de novembro de 2005**. Disponível em <http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negocios_juridicos/cadlem/integr.a.asp?alt=04112005D%20465940000>. Acesso: 28 out 2015.

SÃO PAULO. **Decreto nº 57.662, de 13 de abril de 2017**. Disponível em <<http://www.docidadesp.imprensaoficial.com.br/RenderizadorPDF.aspx?ClipID=6BE75P5CAB04De31R0JOBt97C2J>> Acesso: 29 jan. 2018.

SÃO PAULO. **Decreto nº 60.353 de 30 de junho de 2021**. Disponível em <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-60353-de-30-de-junho-de-2021> Acesso: 29 jan. 2022.

SÃO PAULO. **Lei nº 13.478, de 30 de dezembro de 2002**. Disponível em <<http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/secretarias/financas/legislacao/Lei-13478-2002.pdf>>. Acesso: 23 set 2015.

SÃO PAULO. **Lei nº 13.522, de 19 de fevereiro de 2003**. Disponível em <http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/secretarias/financas/legislacao/Lei-13522-2003.pdf>>. Acesso: 23 set 2015.

SÃO PAULO. **Lei nº 14.803, de 26 de junho de 2008**. Disponível em http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/secretarias/saude/legislacao/0001/Lei_2008_14803.pdf . Acesso:20out 2015.

SÃO PAULO. **Resolução 58/15 – AMLURB/SES –2015**. Disponível em <http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negocios_juridicos/cadlem/integr.a.asp?alt=19062015R%20000582015SES%20%20%20AMLURB>. Acesso em: 09 de set 2015.

SCHERPEREEL, A.; OPITZ I.; BERGHMANS, T. ERS/ESTS/EACTS/ESTRO guidelines for the management of malignant pleural mesothelioma. **European Respiratory Journal**, 2020. (Acesso em 21 novembro 2020). <https://erj.ersjournals.com/content/early/2020/02/20/13993003.00953-2019>

SCHLINDWEIN, M. Habitação - Sob o teto que não protege. **Desafios do Desenvolvimento IPEA**. Ano 3. Ed 27. São Paulo, 2006. http://desafios.ipea.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1119:reportagens-materias&Itemid=39 acesso em 26/02/2021.

SCHMITZ, S.; VIANA, E. Gestão dos resíduos da construção civil no litoral do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, Paraná, 2(3): 153-165.ISSN 2359-1412, 2015

SCLIAR, C. Amianto, Mineral Mágico ou Maldito? **Ecologia humana e disputa político-econômica**, Belo Horizonte CDI, 1998.

SELIKOFF, I.J.; HAMMOND, E.C.; CHURG, J. Asbestos exposure and neoplasia. *JAMA*, 1964.

SINDUSCON - SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil - A experiência do Sinduscon -SP: manual técnico**. São Paulo, 2005.

SINDUSCON - SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil - Avanços Institucionais e Melhorias Técnicas: manual técnico**. São Paulo, 2015.

SPASIANO, D.; PIROZZI, F. **Treatments of asbestos containing wastes**. *Journal of Environmental Management*, v. 204, p. 82–91, 15 dez. 2017.

SPASIANO, D.; LUONGO, V. ; RACE, M.; PETRELLA, A.; FIORE, S. Sustainable bio-hydrothermal sequencing treatment for asbestos-cement wastes. **Journal of Hazardous Materials**, v. 364, p. 256–263, 15 fev. 2019.

SUFFOLK OBSERVATORY, 2022. Disponível em:
<https://www.suffolkobservatory.info/> acesso em 22 de março de 2022.

TAM, V. W.-Y.; LU, W. Construction Waste Management Profiles, Practices, and Performance: A Cross-Jurisdictional Analysis in Four Countries. **Sustainability**, v. 8, n. 2, p. 190, fev. 2016.

TAYLOR, H. F.W. *Cement chemistry*. 2nd ed. London: T. Telford, 1997. ISBN: 07277 2592 0

TETO Organização Social. A realidade das favelas precárias. Disponível em:
<https://teto.org.br/favelas-precarias/> Acesso em: 16 de julho de 2022.

TRIBUNAL SUPERIOR DO TRABALHO –TST. Portal notícias. 2012 (Acesso em: 21/06/2022) https://www.tst.jus.br/pmnoticias/-/asset_publisher/89Dk/content/municipio-goiano-revela-a-complexidade-da-questao-do-amianto/pop_up

UK STATISTICS ON WASTE. p. 25, 2017. Disponível em:
<https://www.gov.uk/government/statistics/uk-waste-data> acesso em 21 de janeiro de 2022.

ULSEN, C.; KAHN, H.; ANGULO, S, C; JOHN, V, M. Chemical composition of mixed construction and demolition recycled aggregates from the State of São Paulo. **Revista de Escola de Minas, Ouro Preto**, v.63, n.2 p.339-346, jun. 2010.

UN Environment - Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector. **The Global Status Report**. 2017. Disponível em:
https://www.worldgbc.org/sites/default/files/UNEP%20188_GABC_en%20%28web%29.pdf Acesso em:25/08/2021

UN Habitat - **Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento de assentamentos humanos social e ambientalmente sustentáveis**. “Scaling Up Affordable Housing Supply in Brazil”. 2013.

United Nations. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision**. Available online: <https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf> , acesso em 15 jun. 2021

U.S. GEOLOGICAL SURVEY (USGS). Mineral Commodity Summaries. , 2017. Disponível em: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2017/mcs2017.pdf> Acesso em 05 de junho 2021.

VAN ZANDWIJK, N.; REID, G.; FRANK, A. L. Asbestos-related cancers: the ‘Hidden Killer’ remains a global threat. **Expert Review of Anticancer Therapy**, v. 20, n. 4, p. 271–278, 2020.

VIRTA, R.L., Worldwide asbestos supply and consumption trends from 1900 through 2003: **U.S. Geological Survey Circular** 1298, 80 p, 2006. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/circ/2006/1298/c1298.pdf> Acesso em 4 de fevereiro de 2021.

VOTORAN. Inovamos com embalagem de cimento hidrodispersível. Portal de notícia. 2021. Disponível em: <https://www.votorantimcimentos.com.br/noticia/inovamos-com-embalagem-de-cimento-hidrodispersivel/> Acesso em 10 de setembro de 2022

WANG, D; CULLIMORE, R; HU, Y; CHOWDHURY, R. Biodeterioration of asbestos cement (AC) pipe in drinking water distribution systems Int. Biodeterior. Biodegrad, 65 , pp. 810-817, 2011. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0964830511001247?token=5073163807CA00AD0ADA8225A25EC9EB9CA765F7D84E7C293A31403D92DCD0809900AC7D7AD43C8FFF076FF797E23C21&originRegion=us-east-1&originCreation=20210618005052> Acesso em 17 de junho de 2021.

WASSERBAUER, R; ZADÁK, Z; NOVOTNÝ, J. Nitrifying bacteria on the asbestos-cement roofs of stable buildings. Int. Biodeterior. 24, pp. 153-165, 1988. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/0265303688900450?token=97EF6844BD9F82B41222F0670E38CAB18A552D3C14A18BF52AA495B2B45974346885A399114C08158A8B803BC98E4D6E&originRegion=us-east-1&originCreation=20210618004935> Acesso em 17 de junho de 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION WHO. Media Centre Asbestos: elimination of asbestos-related diseases – Fact Sheet. Reviewed Augst 2017. Disponível em: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/asbestos-elimination-of-asbestos-related-diseases> Acesso em: 25 de agosto de 2021

WU, H.; ZUO, J.; ZILLANTE, G.; WANG, J.; YUAN, H. Status quo and future directions of construction and demolition waste research: A critical review. **Journal of Cleaner Production**, v. 240, p. 118163, dez. 2019.

YIN. R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3 ed., Porto Alegre: Bookman, 2005.

YOSHIKAWA, N., KASHIMURA, K; HASHIGUCHI, M.; SATO, M.; HORIKOSHI, S.; MITANI, T.; SHINOHARA, N. Detoxification mechanism of asbestos materials by microwave treatment. **Journal of Hazardous Materials**, v. 284, p. 201–206, 2 mar. 2015.

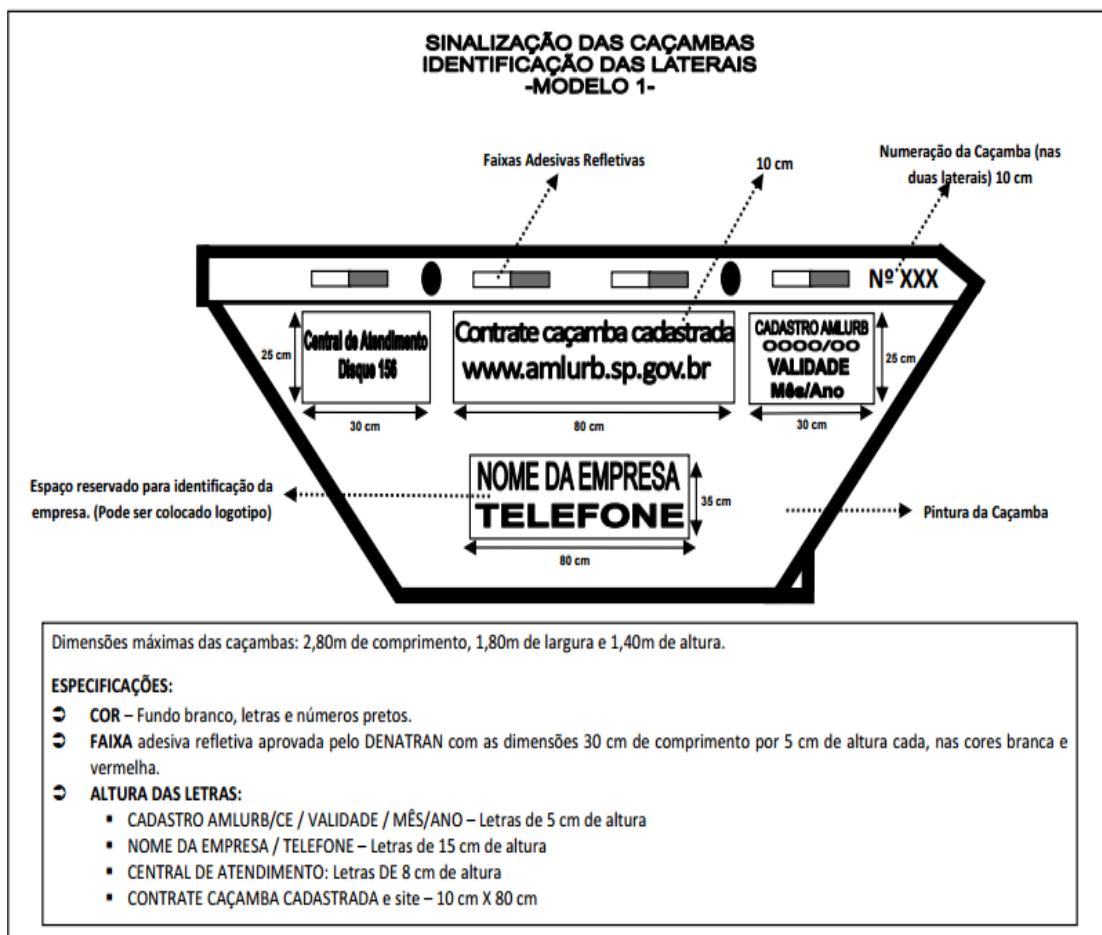
ZANON, T. V. B. **Fatores e critérios a serem observados na seleção de áreas para aterros sanitários.** Revista Limpeza Pública, 94, 18-29. 2016.

ZHENG, L.; WU, H.;ZHANG, H. DUAN, H.; WANG, J.; JIANG, W.; DONG, B.; LIU, G.; ZUO, J.; SONG, Q. Characterizing the generation and flows of construction and demolition waste in China. **Construction and Building Materials**, v. 136, p. 405–413, abr. 2017.

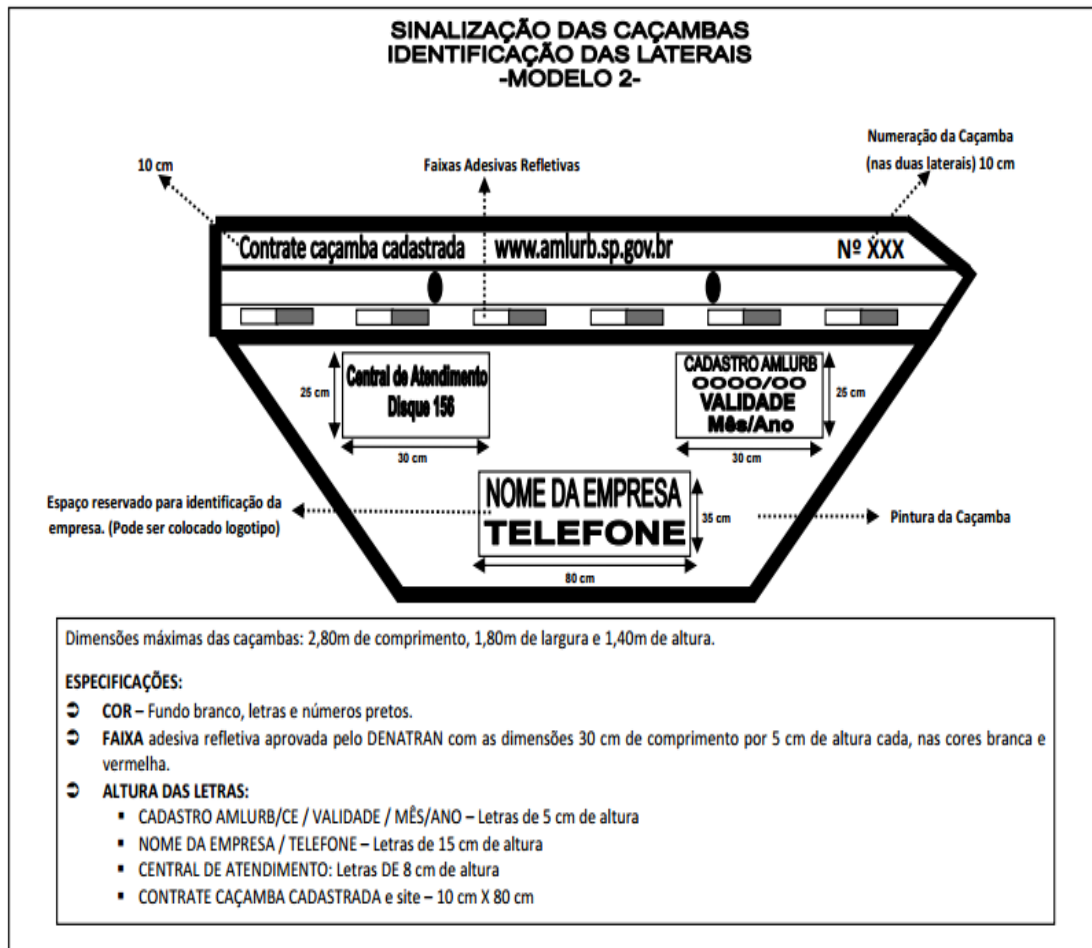
ANEXOS

ANEXO 1 - Modelos de caçambas de entulho - Resolução nº 58 AMLURB SP

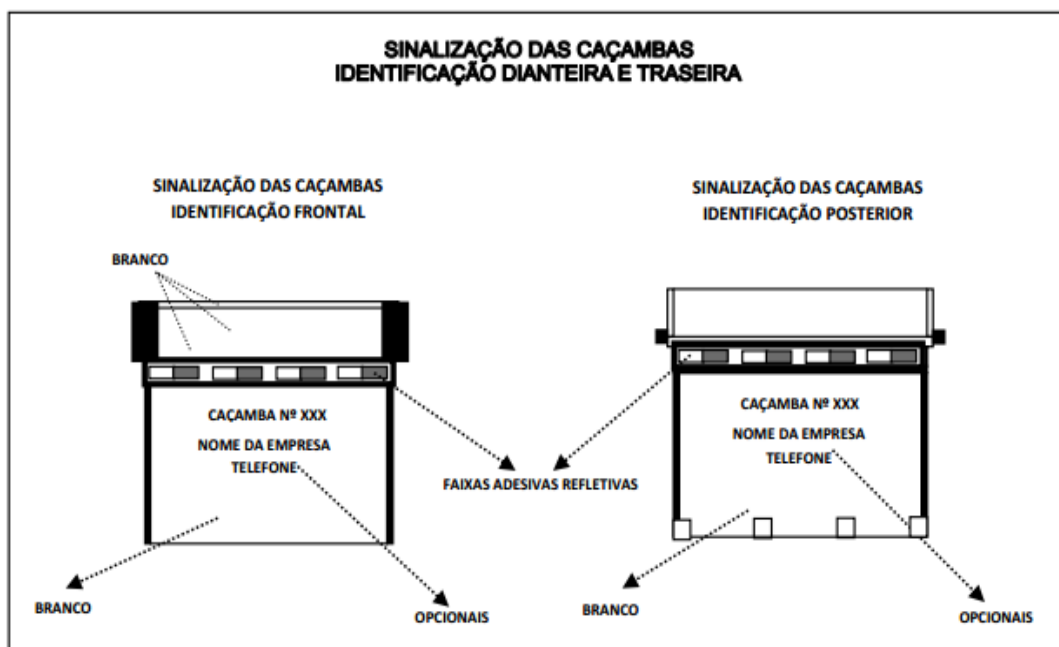
Modelo 1



Modelo 2



Especificação de sinalização dianteira e traseira caçambas para RCC para modelo 1 e 2



ANEXO 2 – MODELO DE CADRI – CETESB - SÃO PAULO

 GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO		12	Processo N°
CERTIFICADO DE MOVIMENTAÇÃO DE RESÍDUOS DE INTERESSE AMBIENTAL Validade até: 14/12/2022		N°	
		Versão: 01	
		Data: 14/12/2017	
ENTIDADE GERADORA			
Nome Logradouro Bairro CEP Município		Cadastro na CETESB Número Complemento Município N° de Funcionários	
Descrição da Atividade Estações de transferência de resíduos perigosos, responsáveis pelo arm Baía Hidrográfica 2 - TIETÊ ALTO ZONA METROPOLITANA		0	
ENTIDADE DE DESTINAÇÃO			
Nome Logradouro Bairro CEP Município		Cadastro na CETESB Número Complemento Município N° LIC./CERT.FUNCION. Data LIC./CERTIFIC.	
Descrição da Atividade Resíduos contaminados; tratamento e disposição de Baía Hidrográfica 2 - TIETÊ ALTO ZONA METROPOLITANA			

Tipos de CADRI que podem ser solicitados junto à CETESB:


- **CADRI individual:** onde será declarado um único gerador de resíduo.
- **CADRI coletivo:** onde será declarado mais de um gerador de resíduo. Se enquadram para a solicitação desse documento pequenos geradores de resíduos, que não ultrapassam a geração anual de 7,3 ton, podendo ser empresas de atividades diferentes, porém, que gerem resíduos da mesma tipologia. No CADRI Coletivo podem ser declarados no máximo 50 geradores, independente de sua localização.
- **Parecer Técnico para Autorização de Resíduos Industriais de outros Estados:** Este Parecer deve ser solicitado pelas empresas de reprocessamento, armazenamento, tratamento ou disposição final dos resíduos para a autorização do recebimento destes resíduos industriais gerados por empresas localizadas fora do Estado de São Paulo.

ANEXO 3 - HELP DESK CETESB - SUPORTE SIGOR –

e-mail pergunta CETESB em 14/06/2021 :

Responder Responder a Todos Encaminhar


seg 14/06/2021 11:55

 CETESB <helpdesk@cetesb.tomticket.com>


Chamado #5129 - Utilização por pessoa física geradora de de pequenos volumes de resíduos perigosos da CONSTRUÇÃO CIVIL foi criado

Para pedro.lombardi.filho@gmail.com

Se houver problemas com o modo de exibição desta mensagem, clique aqui para exibi-la em um navegador da Web.



Sistema de Suporte
Atendimento ao Usuário



Prezado(a) Pedro Lombardi Filho, foi aberto um chamado em seu nome no SIGOR/MTR.

Seguem abaixo os dados do seu chamado:

Protocolo: #5129
Assunto: Utilização por pessoa física geradora de de pequenos volumes de resíduos perigosos da CONSTRUÇÃO CIVIL
Departamento: SIGOR/MTR
Data do Chamado: 14/06/2021 11:54:42

Mensagem Original:
 Bom dia não concordo com a resposta recebida referente ao Chamado # 5029 de 14/06/2021, que a prefeitura recolheria os resíduos da construção civil perigosos em pequenos volumes gerados. Seguem meus argumentos para São Paulo capital: Conforme a legislação, a Prefeitura Municipal de São Paulo não recolhe resíduos perigosos da Construção Civil em sua coleta de domiciliares e de recicláveis, a legislação também não permite a coleta e transporte desses resíduos perigosos, mesmo em pequenos volumes pelas caçambas contratadas pelos geradores e os Ecopontos também não aceitam resíduos perigosos. No site da Prefeitura de São Paulo a orientação para a destinação dos resíduos perigosos é pela emissão de CADRI pela CETESB. Portanto reformulo minha pergunta: Caso eu tenha gerado um pequeno volume de resíduos perigosos da Construção Civil (menor que 50 Kg), por exemplo uma lata de tinta óleo, pincéis usados com essa tinta e duas telhas em cimento amianto, de 1,0 x 0,50 m cada, como faço essa destinação corretamente? O único caminho seria a contratação de empresa especializada, como se eu gerasse grandes volumes? Eu, pessoa física, poderia emitir um CADRI e/ ou MTR para eu mesmo em meu veículo encaminhar esses resíduos perigosos até um local certificado pela CETESB para a destinação correta dos mesmos?

Acesse seu painel para acompanhar o atendimento:
<https://cetesb.sp.gov.br/aleconosco>

e-mail resposta CETESB em 17/06/2021

qui 17/06/2021 09:50


 CETESB <helpdesk@cetesb.tomticket.com>

Chamado #5129 - Utilização por pessoa física geradora de de pequenos volumes de resíduos perigosos da COI

Para pedro.lombardi.filho@gmail.com



Sistema de Suporte
Atendimento ao Usuário



Pedro Lombardi Filho

Seu chamado #5129 - Utilização por pessoa física geradora de de pequenos volumes de resíduos perigosos da CONSTRUÇÃO CIVIL foi respondido em 17/06/2021 09:49.

Luiz enviou:

Prezado Senhor Pedro,

Em atenção à sua solicitação, informamos que realmente resíduos perigosos da construção civil mesmo que em pequenos volumes não são coletados pelo Prefeitura. Porém, por se tratar de resíduos perigoso, mesmo tendo gerado um pequeno volume (menor que 50 kg), deve providenciar uma destinação final adequadamente correta, devendo assim, contratar uma empresa especializada, devidamente licenciada pela Cetesb, inclusive para coleta e transporte.

Nesse caso, conforme item 3.4 do Guia Rápido abaixo, a utilização do MTR não é obrigatória, uma vez que, se trata de pessoa física sem caráter empresarial:

ANEXO 4 - INSTRUÇÃO a-14 HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE (HSE) RU

TÉCNICA a14 HSE

1. Preparar o local de trabalho:

- O acesso a outras pessoas deve ser restrito, com aviso prévio aos demais trabalhadores que o serviço executado será com MCA,
- Utilizar comunicação visual de segurança e garantir uma iluminação adequada.

2. Lista de Equipamentos necessários para o trabalho com segurança, ou seja, envolvendo os itens de segurança, sendo esses:

- Folhas de polietileno de calibre 500 e 1000 gauge e fita adesiva;
- Fita de advertência e avisos;
- Cortador de parafuso;
- Correias e cordas;
- Pulverizador tipo jardim contendo agente umectante;
- Balde de água e trapos;
- Saco de resíduo de amianto;
- Saco de polietileno transparente;
- Salto bloqueável para maiores quantidades de resíduos;
- Adesivos de aviso de amianto.

3. Lista de Equipamento de proteção individual (EPI) - instrução em6

- Macacões descartáveis com capuz;
- Botas sem cadarço (botas com cadarço são difíceis de descontaminar);
- Equipamento de proteção respiratória (EPR). Respirador descartável de acordo com as normas internacionais: EN 149 (tipo FFP3) ou EN 1827 (tipo FMP3)

4. Procedimento para trabalho

- Verificar com o proprietário das instalações que apenas CA está presente.
- Proteja as superfícies próximas da contaminação. Cubra com folha de polietileno de calibre 500 e fixe com fita adesiva em superfícies sem amianto.
- Evite perfurar o CA

5. Remoção das telhas de CA

- Evite ou minimize a quebra do AC.
- Umedeça as telhas, remova-as e coloque-as no saco de resíduos para o amianto.
- Se as telhas estiverem parafusadas umedeça e corte os parafusos evitando o contato com o CA.
- Remova os parafusos ou fixações com cuidado e coloque-os no saco de resíduos para o amianto.
- Desaparafuse ou use cortadores para liberar calhas, tubos de drenagem, cumeeiras etc. Evite o contato com o CA.
- Abaixar as peças grandes até o chão. Não os deixe cair ou use calhas de entulho. Empilhe as folhas com cuidado.
- Onde houver várias folhas de CA e outros itens grandes, coloque-os em uma caçamba com tampa bloqueável.
- Enrole peças grandes em folhas duplas de polietileno de calibre 1000.
- Sele com fita adesiva.
- Anexar adesivos de aviso de amianto. Coloque pequenos pedaços no saco de resíduo para amianto

6. Limpeza e/ou descarte dos instrumentos de trabalho
- Limpe o equipamento e a área com panos úmidos.
 - Verifique se há detritos nos fixadores ou nos orifícios dos parafusos. Limpe com panos úmidos.
 - Coloque detritos, trapos usados, folhas de polietileno e outros resíduos no saco de resíduos para amianto e feche-o com fita adesiva.
 - Descarte as correias e cordas contaminadas como “resíduos de amianto”.
 - Coloque o saco de resíduos de amianto em um saco de polietileno transparente e feche-o com fita adesiva.
7. Descarte – instrução em9.
- Os resíduos devem ser colocados em embalagens aprovadas pela ONU com uma etiqueta de risco *Carriage of Dangerous Goods*⁴¹ (CDG) e informações sobre o código de amianto visíveis.
 - Embrulhe e rotule os resíduos de amianto. A prática padrão é usar uma bolsa interna vermelha com avisos de amianto e uma bolsa externa transparente com a etiqueta (CDG), se necessário.
 - Evite quebrar grandes pedaços de resíduos de amianto. Em vez disso, enrole duas vezes em uma folha de polietileno adequada e rotule de acordo. Figura abaixo



All waste should be double-bagged or double-wrapped in plastic sheeting, with the correct hazard warning signs attached

<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/em9.pdf>

- Para transportar resíduos, você precisa de uma licença de transportador de resíduos.

⁴¹ CDG- Transporte de Mercadorias Perigosas

- Se você transportar resíduos, use uma caçamba selada ou um veículo com o seguinte:
 - Compartimento segregado para amianto; facilmente limpável;
 - Bloqueável.
- Caso contrário, providencie o transporte por um transportador de resíduos registrado.
- Descarte seguro – certifique-se de usar um local de descarte licenciado.
- Preencha uma Nota de Remessa de Resíduos. Mantenha cópias desses documentos por três anos.

8. Descontaminação pessoal - instrução em 8

Descontaminação dos equipamentos de segurança

- Remoção e descontaminação de EPI
- Limpe as suas botas com panos úmidos – ver ficha em 7.link
- Quando disponível, limpe seu macacão com o acessório de escova e um aspirador de pó Classe H. Aspire a escova.
- Onde há dois trabalhadores, eles podem ajudar a limpar um ao outro.
- Embale macacões reutilizáveis para uma lavanderia especializada.
- No caso de macacões descartáveis, devem estar do avesso quando forem removidos. Coloque-os em um saco de resíduo para amianto.
- Finalmente, remova seu equipamento de proteção respiratória (EPR).
- Fechar e selar o saco com os resíduos.

Descontaminação pessoal

- Um local adequado para descontaminação pessoal deve ser considerado no planejamento antes do início do trabalho.
- Mantenha outras pessoas afastadas durante a descontaminação pessoal e até limpar as instalações, lave sempre que sair do local de trabalho.
- Use panos úmidos para limpar as instalações de lavagem no final do trabalho, limpe as instalações diariamente se o trabalho durar mais de um dia.

- Inspecione as instalações visualmente quando o trabalho estiver concluído.
- A amostragem de ar de depuração normalmente não é necessária para as instalações de lavagem.

9. Verificação final

- Inspecione visualmente a área para se certificar de que foi limpa devidamente.
- A amostragem de ar de depuração normalmente não é necessária.
- Faça com que o proprietário das instalações, o responsável ou o cliente verifiquem o trabalho.

ANEXO 5 - KIT TOGLI AMIANTO

Estabelecido pelo Governo da Itália municípios de Boretto, Brescello, Gualtieri, Guastalla, Luzzara, Novellara, Poviglio, Reggiolo em Bassa Reggiana da Provincia de Reggio Emilia para remoção de pequenos volumes de MCA pelos autoconstrutores

Quanti sono i Kit?

I kit sono 3: verde, giallo e rosso.



Il kit **verde**,



Il kit **giallo**,



ed il kit **rosso**.

Cosa contengono?

Il kit verde, indispensabile per qualsiasi intervento, oltre al Piano di Lavoro contiene i dispositivi di protezione individuale ed il liquido incapsulante.

Il kit verde

- Istruzioni e Protocollo dei Comuni Bassa Reggiana
- Dispositivi di protezione individuale monouso:
 - 1 tuta con cappuccio, 1 paio di occhiali, 1 mascherina FFP3,
 - 1 paio di guanti, 1 paio di calzari.
- 1 Tanica da 5 litri di liquido incapsulante per amianto di tipo "D"
- 1 Sacchetto per la raccolta dei materiali usati (DPI)
- 1 Erogatore a bassa pressione "Airless"
- 1 Rotolo di nastro adesivo per l'imballo di rifiuti contenenti amianto
- 1 Sacchetto in polietilene tubolare con stampa "A+Attenzione Amianto", permette la rimozione e lo smaltimento di canne fumarie e tubazioni in materiale contenente amianto.

Il kit giallo

- 1 Sacco Big Bag omologato ONU per lo stoccaggio di merci pericolose, permette la rimozione e lo smaltimento di lastre ondulate o piane in materiale contenente amianto, di lunghezza fino a 3 mt.

Il kit rosso

- 1 Sacco Big Bag omologato ONU da 1 m³ per lo stoccaggio di merci pericolose, permette la rimozione e lo smaltimento di cisternette e sfridi di materiale contenente amianto.



Leggere l'etichetta e le istruzioni di ogni singolo prodotto prima dell'uso.

Tutela Personale

Prima di qualsiasi operazione indossare tutti i dispositivi di protezione individuale contenuti nel kit verde. Utilizzare il cappuccio della tuta per coprirsi il capo.



Preparazione Incapsulante

Versare parte del liquido incapsulante Pluvifix® di colore azzurro/blu nello spruzzino. Il prodotto non richiede alcuna diluizione con acqua. Per approfondimenti leggere l'etichetta sulla tanica.



Pulizia Manufatto da Trattare

Procedere prima ad una grossolana pulizia del manufatto che si intende trattare. Soprattutto le lastre, se quest'ultime si presentano molto sporche. I materiali rimossi (terriccio, foglie, muschio), potrebbero contenere amianto, vanno quindi imballati insieme alle lastre.



Non rimuovere l'oggetto contenente amianto prima di averlo trattato, spruzzandolo anche più volte, con il liquido incapsulante Pluvifix®.

ANEXO 6 - EQUIPAMENTO LEITOR MANUAL THERMO SCIENTIFIC MICROPHAZIR AS.

thermoscientific

PRODUCT SPECIFICATIONS

microPHAZIR AS

Thermo Scientific microPHAZIR AS Handheld Asbestos Analyzer

Identification of asbestos-containing materials is critical during renovation and demolition projects and the recycling of construction materials. The Thermo Scientific microPHAZIR AS analyzer can be used in the field and streamlines inspection without compromising accuracy.

Detecting asbestos-containing materials (ACMs) in homes and commercial buildings prior to demolition or renovation is critical to prevent asbestos exposure. Currently, asbestos detection is limited to accredited lab based analysis such as polarized light microscopy, transmission electron microscopy and x-ray diffraction. Lab-based tests are costly and can become even more expensive if a quick turnaround is required.

The Thermo Scientific microPHAZIR AS handheld analyzer is a powerful tool that enables in-field rapid screening and identification of all six types of regulated asbestos fibers. The 2.75 lb (1.25kg) handheld near infrared analyzer is completely self-contained and can perform accurate on-site analysis in seconds



Key Benefits Include:

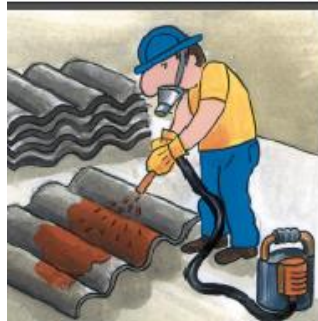
- **Fast, accurate identification**
Point-and-shoot operation provides results in seconds and features onboard results storage.
- **Reduction of laboratory testing**
Field-based testing can reduce the need and cost associated with outsourced laboratory testing.
- **Simple and easy to use**
Minimal training required, fully automated operation and automatic reference and calibration.
- **Reduced sample preparation**
Sampling preparation is reduced or eliminated compared to previous screening methods available.

ThermoFisher
SCIENTIFIC

Fontes: <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/MICROPHAZIRAS>

ANEXO 7 – AGLUTINANTE - ELASTOCAP-D

Utilizado para reduzir a dispersão das fibras de amianto nos processos de remoção de MCA



PRT.0035

ELASTOCAP-D

Fixador específico para o encapsulamento temporário de placas de amianto

Cód. Alfandegário

3209 9000

Embalagens

- Garrafa com pulverizador 1 kg
- Galão 10 kg
- Galão 25 kg

Aplicação

- Nebulização airless a baixa pressão
- Pincel
- Rolo



www.azichem.com

Atualização em: 03/02/2021
Condições de venda e advertências legais a consultar em
www.azichem.pt/disclaimer

Página: 1/3

Família Protech	Tipologia Fixadores, tintas e rebocos com base acrílica
Linhas de produtos • Infratech	Categorias funcionais • Incapsulação temporária das placas de cimento-amianto
Componentes Monocomponente	Aspetto Líquido

Descrição do produto

Látex fixador, penetrante, consolidante, de tipo reativo flexibilizante, a base de copolímeros estireno butadieno em emulsão aquosa, adicionado com pigmentos inorgânicos de cor vermelha, para melhorar a visualização das superfícies tratadas.

Características gerais

A adequabilidade técnica científica de ELASTOCAP-D, como produto de capsulação temporário para o tratamento de placas de cimento amianto, destinadas à remoção do tipo "D", nos termos do D.M. 20/08/99, ponto 4, apêndice 1, foi certificada junto ao laboratório ANALYSIS de Pescantina (VR). (Relatório de ensaio n° 3234/2005)

Consumos

Cerca de 0,30 kg de ELASTOCAP-D para cada metro quadrado de superfície a ser tratada.

Campos de uso

Encapsulamento temporário do amianto nas operações de desinstalar e remover coberturas.

Características fundamentais

 Conservação: 12 meses	 Não inflamável
 Peso específico: 1.25 kg/dm ³	 Resistentes aos raios UV
 Sem solventes	 Temperatura de uso: +5 / +35 °C
 Cores disponíveis Vermelho / Azichem - acrílico	

Especificações técnicas

Endurecimento ao tato (a 20°C): 2 h

Limpeza instrumentos

- Água

Suportes consentidos

- Fibrocimento

ANEXO 8- EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E RESPIRATÓRIA

ANEXO 8A - PROTEÇÃO DE CORPO: MACACÃO

Macacão Tyek tipo 5 categoria III



Fonte: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1515732479-macaco-de-proteco-dupont-tyvek-500-chf5-al-tipo-5-e-6- JM>

Observando que a tipologia 5 para vestimenta o qualifica como de proteção química com proteção contra aerossol de partículas sólidas, necessárias para manuseio de produtos com fibras de amianto. A categoria III implica que o fabricante é obrigado a ter um programa de controle de qualidade para assegurar o cumprimento contínuo dos requisitos de certificação do EPI e este deve ser submetido a uma auditoria anual por órgão notificado, ou seja, certifica que o EPI continua a cumprir os requisitos da certificação de CE, "certificado de vigilância de qualidade", de acordo com o artigo 11 da diretiva de EPI⁴² (DUPONT,2021).

⁴² A diretiva de EPI (Equipamento de Proteção Individual) europeia 89/686/EEC trata das "categorias de EPI". As vestimentas de proteção química devem ter certificação de CE como EPI de Categoria III

ANEXO 8B - PROTEÇÃO DAS MÃOS: LUVAS DESCARTÁVEIS

Proteção das mãos - Luvas de material não poroso, à prova de partículas e compatível a atividade de desmontagem, e coleta de peças de cimento-amianto, resistente à abrasão, cortes, rasgos, picadas e produtos químicos, contra microperfuração, antiestática para soltura das fibras de amianto e que possibilite a operação com ferramentas, como aspiradores e desparafusadeiras. (Fiocruz, 2013).

Luvas - Nitrílicas



Fonte: Fio Cruz, 2013

ANEXO 8C - PROTEÇÃO DOS PÉS: CALÇADOS

Botas lisas sem cadarço que permitam a limpeza com pano úmido, com sola antiderrapante para subir em telhados e tratamento antiestático, para ambientes de obra com biqueira de aço e palmilha de aço




COBRE BOTAS – PARA USO EM AMBIENTES INTERNOS SEM DEMOLIÇÃO

Cobre botas Tyvek pode ser uma solução mais barata preservando o calçado.

Boot covers made of Tyvek® , model POBA - TYV POBAS WH 00*

Cobre-botas descartáveis antiderrapantes Tyvek® 500


Referência: A028701 [Partilhar](#) [Necessita de um orçamento?](#)





- Elástico na parte superior.
- Cobre-botas com sola anti

[Ver descrição completa](#)

Technical description



Boot covers made of Tyvek®, model POBA


Reference:	TYV POBAS WH 00*
Designation:	Boot covers made of Tyvek®, slip retardant sole - white, model POBA
Fabric/material:	Tyvek® 5435 N, antistatic treatment, with antislip rubberized strips.
Description:	Boot covers, slip retardant sole, H 48 cm, L 42 cm, elastic on the top and on ankle.
Size (Order number):	Single size (D13399989).
Conditioning:	Under packing of 20 pieces. Boxes of 200 articles.

* Produced according to Dupont specifications

DuPont Personal Protection garments are available through our distributor network, please contact us to identify your local supplier.

DuPont Personal Protection
 DuPont de Nemours (Luxembourg) S.à.r.l.
 L-2984 Luxembourg
 Tel: +800 3666 6666 (International toll free)
 Fax: +352 3666 5073
 E-mail: personal.protection@lux.dupont.com
 Techline: +352 621 186 0483
 www.dpp-europe.com/technicalsupport

Copyright © 2013 DuPont. All rights reserved. "The DuPont that logo, DuPont", "The miracles of science" and all other designations are trademarks of DuPont de Nemours and Company or its affiliates.



The miracles of science™

ANEXO 8D - PROTEÇÃO SEMIFACIAL

Máscara

A seleção da máscara, preferencialmente descartável, está relacionada com a capacidade de reter a maior parte das partículas do ambiente de trabalho. Para trabalhos com amianto, a proteção mínima recomendada é a de fator de proteção P3, conforme HSE instrução - em6, sendo que este fator é adequado para serviços não licenciáveis e não notificáveis.

A sigla PFF significa, Peça Facial Filtrante, ou seja, o corpo do produto é também o meio filtrante responsável por não deixar os contaminantes do ambiente entrarem em contato com o sistema respiratório do usuário.

A sigla PFF3 (S) é utilizada para máscaras com eficiência mínima de 99%, ou seja, penetração máxima de 1% e o fator S para produtos resistentes e capazes de reterem partículas sólidas e líquidas à base de água, portanto é indicada para proteção das vias respiratórias contra poeiras, tais como asbestos e poeiras de lixamento, esmerilhamento, dentre outros.

A sigla PFF3 (S) deverá estar gravada na própria máscara.

Máscara semifacial - respirador PFF3 (S) com válvula



Fonte: <https://deltaplusbrasil.com.br/blog/respiradores-pff1-pff2-pff2-carvao-ou-pff3-saiba-quais-sao-as-diferencas/>

ANEXO 8E - PROTEÇÃO FACIAL

Óculos de segurança

Os óculos de proteção devem permitir a visão panorâmica, serem ergonômicos para o uso de óculos graduado no interior ou possuir grau. Seu material em policarbonato AA AF.



Fonte: <https://pt.planas.pro/protecao-e-remocao-de-amianto-a143/>
<https://idsafety.com.br/#legislacao>

ANEXO 8 F- CINTO DE SEGURANÇA

Cinturão abdominal de proteção individual contra quedas tipo paraquedista confeccionado em fita de poliéster é indicado para utilização em atividades a mais de 2m de altura, em que haja risco de queda do trabalhador. C.A.: 35509.



[Cinturão Abdominal tipo Paraquedista sem - MG CINTOS-MULT2013 \(lojadomecanico.com.br\)](http://lojadomecanico.com.br)

ANEXO 9 - ASPIRADORES

Aspirador de segurança para poeira categoria H

deconta
pure air

deconta Home	Amianto Contaminantes de construção	Vírus Bactérias Healthcare	Poeiras de construção Pó fino	Proteção civil e catástrofes
--------------	---	----------------------------------	----------------------------------	---------------------------------

Aspirador de segurança para poeira categoria H

A categoria H de classificação de poeiras está relacionada a poeiras prejudiciais à saúde, poeiras cancerígenas e agentes patogênicos. O uso do aspirador de segurança para poeira categoria H, está indicado para limpeza nas indústrias químicas, farmacêuticas, hospitais, clínicas e claro na remoção de amianto. Na Alemanha é necessário cumprir com as exigências adicionais relacionada à utilização dos aspiradores de segurança para poeira de amianto da categoria H. Os aspiradores de segurança para poeira categoria H (amianto) apresentam um grau de transmissão < 0,005%, estão equipados com tecnologia de sensor de fluxo com alerta sonoro para controle de fluxo e um sistema para a eliminação da poeira.

Requisitos adicionais de amianto: O aspirador de pó de segurança é adequado e testado para os requisitos adicionais de manuseio de amianto, que ainda são válidos na Alemanha.



ATTIX 30-0H PC


<https://www.deconta.com/pt/produtos/aspiradores/aspirador-de-seguranca-para-poeira-categoria-h>

ANEXO 10 – COMUNICAÇÕES: ABERTURA E RESPOSTA À CHAMADOS (E MAIL / SITES / CHAT)

Comunicações e dúvidas técnicas mais relevantes

CETESB - SÃO PAULO

#33201 - Informação sobre os aterros classe I e incineradores em todo o Estado de São Paulo


 qui 29/09/2022 11:45
 CETESB <helpdesk@cetesb.tomticket.com>
 Chamado #33201 - Informação sobre os aterros classe I e incineradores em todo o Estado de São Paulo foi finalizado.
 Para pedro.lombardi.filho@gmail.com
 ⓘ Se houver problemas com o modo de exibição desta mensagem, clique aqui para exibi-la em um navegador da Web.

Prezado (a) Pedro Lombardi Filho,

Seu chamado **#33201 - Informação sobre os aterros classe I e incineradores em todo o Estado de São Paulo** foi finalizado em 29/09/2022 11:45.

Paola enviou:

Chamado finalizado.

Por favor, avalie nosso atendimento por meio do link abaixo:

<https://cetesb.tomticket.com/helpdesk/avaliacao/295d6ff4b06473e93ebbe06ed7386cb4>

Agradecemos a sua manifestação, destacando que a participação do cidadão é muito importante para que a CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo possa aprimorar os serviços prestados e assegurar a melhoria contínua da qualidade do meio ambiente, de forma a atender às expectativas da sociedade.

Para acompanhamento do seu chamado, acesse: <https://cetesb.sp.gov.br/src> e faça login em nosso novo Sistema de Relacionamento com o Cidadão-SRC.

[Fale conosco | CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo](#)

FALE CONOSCO CETESB

Referente a quantidade de aterros classe I e incineradores no Estado de São Paulo

idas de emissão de Licenças e Certificados
 rmações sobre Gestão de Recursos Naturais
 istica Reversa no Licenciamento Ambiental
 rmações sobre Áreas Contaminadas e Reabilitadas
 nciamento Ambiental de Empreendimentos de Grande Porte

l de Licenciamento Ambiental
 zlemas com cadastro - PLA
 zlemas na emissão de CADRI - PLA
 zlemas na emissão de Licenças e Certific
 idas do Portal de Licenciamento Ambient
 rmações relacionadas ao VRE

dade e Monitoramento Ambienta
 rmações sobre Qualidade das Águas
 rmações sobre Monitoramento da Qualid
 rmações sobre Qualidade das Praias Pau
 rmações sobre Qualidade do Solo
 rmações sobre Análises Laboratoriais
 rmações sobre Emergências Químicas
 rmações sobre emissão de Fumaça Preta
 rmações Veiculares

ão do Conhecimento e Capacitaç
 sos e Treinamentos
 ola Superior da CETESB - ESC
 loteca e Centro de Memória

Formulário de Contato

Nome:

E-mail:

Telefone:

Tipo de Mensagem:

Assunto:

Cidade:

Mensagem:

<https://cetesb.sp.gov.br/fale-conosco> em 19/09/2022,

THERMOFISHER – LEITOR MANUAL PARA DETECTAR AMIANTO

microPHAZIR™ AS Asbestos Analyzer (Incident: 220901-002186) - Mensagem (HTML)

quá 01/09/2022 17:37

atendimento@thermofisher.com
microPHAZIR™ AS Asbestos Analyzer (Incident: 220901-002186)

Para: pedro.lombardi.filho@gmail.com
Cc: anais.yanez@thermofisher.com; vendas.ca@thermofisher.com

🔍 Clique aqui para baixar imagens. Para ajudar a proteger sua privacidade, o Outlook impediu o download automático de algumas imagens desta mensagem.

Assunto
microPHAZIR™ AS Asbestos Analyzer

Response Por Email (Heloisa Santos) (09/01/2022 05:36 PM)
Prezado Pedro, boa tarde!

Agradecemos o contato com a Thermo Fisher Scientific. Sua solicitação foi recebida e encaminhada para a divisão CAD - Chemical Analysis Division do Grupo Thermo Fisher Scientific, que ficará responsável pelo envio das informações.

Obrigada.

Qualquer dúvida estamos à disposição.

Atenciosamente,

Heloisa Santos
Intern 1 - Lead Sharing
Thermo Fisher Scientific
Rua Eugênio de Medeiros, 303 • 11º andar • Sao Paulo • SP • 05425-000 • Brazil
Telefone: 11-2730-3232
www.thermofisher.com

LUVAS

Especificações de luvas para trabalhos com cimento-amianto em obras - Mensagem (HTML)

quá 01/09/2022 11:56

Pedro Lombardi Filho <mbrasilengenharia@terra.com.br>
Especificações de luvas para trabalhos com cimento-amianto em obras.

Para: contato@unluvas.com.br
Cc: pedro.lombardi.filho@gmail.com

Boa tarde

Sou Eng. e doutorando Pedro Lombardi e estou realizando um projeto de especificação de equipamentos para trabalhos com cimento-amianto

A Sra. Miriam Karina da empresa DuPont me passou o contato de sua empresa.

Estou especificando luvas para trabalhos com materiais de cimento-amianto.

Solicito quais os modelos de luvas mais adequadas para esse serviço. Solicito as especificações do material e também, se são descartáveis ou podem ser reaproveitadas em higienização e lavagem especializadas.

Aguardo seu contato

MACAÇÃO DUPONT

[MF1] DuPont Tyvek® - E-1230059 - Informação de Produto - Mensagem (HTML)

quá 01/09/2022 09:49

DuPont Contact Center <info.la@dupont.com>
[MF1] DuPont Tyvek® - E-1230059 - Informação de Produto

Para: pedro.lombardi.filho@gmail.com

🔍 Clique aqui para baixar imagens. Para ajudar a proteger sua privacidade, o Outlook impediu o download automático de algumas imagens desta mensagem.

Olá Pedro Lombardi Filho,

Agradecemos seu contato com a DuPont do Brasil.

Por favor clique no link abaixo para conhecer nosso portfólio completo de produtos de vestimentas de proteção. Nesse site, colocando as substâncias aos quais o trabalhador estará exposto, é possível localizar o traje adequada para sua aplicação.

<https://www.safespec.dupont.com.br/>

Todas as vestimentas Tyvek® são descartáveis, e não devem ser higienizadas ou reutilizadas.

Se precisar de mais informações estamos à disposição.

Atenciosamente,

Miriam Karina
DuPont Contact Center
[Regional Telephone Numbers](#)
[DuPont Website](#)

CURRICULO LATTES

AUTOR



Pedro Lombardi Filho

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/6767514377758285>

ID Lattes: **6767514377758285**

Última atualização do currículo em 16/06/2021

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (1994). Pós Graduação em Gestão e Tecnologias Ambientais MBA -USP (2011),mestrado Ambiente Saúde e Sustentabilidade - Faculdade de Saúde Pública USP (2017) Doutorando em Saúde Global e Sustentabilidade na Faculdade de Saúde Pública -USP (2017).Atualmente é sócio diretor - MBrazil Engenharia de Soluções e Com. Integrada Ltda e presta serviços de gerenciamento de obras e projetos com enfoque ambiental , gerenciamento de resíduos e gestão em manutenção de sites . Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Projetos em Sustentabilidade e Participação como membro docente do CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS, URBANOS E RURAIS ?Aterros Industriais e Sanitários da Universidade Taubaté - UNITAU. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome

Pedro Lombardi Filho

Nome em citações bibliográficas
Lattes iD

LOMBARDI FILHO, P.;LOMBARDI FILHO, PEDRO

<http://lattes.cnpq.br/6767514377758285>

Endereço

Formação acadêmica/titulação

2017	Doutorado em andamento em Saúde Global e Sustentabilidade. Faculdade de Saúde Pública - USP, FSP-USP, Brasil. Título: Análise da infraestrutura de coleta, transporte e destinação dos resíduos da construção civil no município de São Paulo
2015 - 2017	Orientador: Prof.ª Wanda Maria Rizzo Günther. Mestrado profissional em Pós-Graduação Ambiente, Saúde e Sustentabilidade ? MProSaS na Faculdade de. Faculdade de Saúde Pública - USP, FSP-USP, Brasil. Título: Modelo de destinação de resíduos da construção civil baseado na análise da infraestrutura e legislação do município de São Paulo, Ano de Obtenção: 2017. Orientador: Prof. Dr. Ednilson Viana.
1986 - 1994	Coorientador: Prof. Dr. Marcelo de Souza Lauretto. Graduação em Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, EPUSP, Brasil.

Formação Complementar

2014	Extensão universitária em Gestão de Resíduos Sólidos. (Carga horária: 60h). Faculdade de Saúde Pública - USP, FSP-USP, Brasil.
2014 - 2014	Extensão universitária em Reuso de Água e Saúde Pública: Aspectos Operacionais. (Carga horária: 60h). Faculdade de Saúde Pública - USP, FSP-USP, Brasil.
2009 - 2011	MBA em Gestão e Tecnologias Ambientais. (Carga Horária: 480h). Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

Atuação Profissional

ORIENTADOR



Wanda Maria Risso Günther

Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2



Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/3519732742853340>

ID Lattes: **3519732742853340**

Última atualização do currículo em 04/09/2022

Graduada em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia Mauá/IMT e Ciências Sociais pela Faculdade Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP. Especialista em Engenharia de Saúde Pública pela FSP/USP e em Tratamento e Gestão de Resíduos Sólidos pela Universidad Autónoma de Madrid (UAM). Tem Mestrado e Doutorado em Saúde Pública (USP), Pós-doutorado pelo Departamento de Geologia e Geoquímica da Universidad Autónoma de Madrid e Livre Docência em Gestão Ambiental (USP). É professora titular do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública/USP. NA USP atuou como Prefeita da Prefeitura do Campus Quadrilátero Saúde/Direito (PUSP-QSD), de 2012 a 2017, Coordenadora da Comissão de Sustentabilidade do QSD/USP e Vice-presidente da Comissão de Pós-Graduação FSP. É Coordenadora do Programa de Pós-Graduação Ambiente, Saúde e Sustentabilidade - Mestrado Profissional da USP (2013 a 2016 e 2018-2022), e Coordenadora do Programa USP Recicla-FSP/USP. Exerceu função de engenheira de controle ambiental na CETESB. Foi representante USP no CONSEMA, CADES e CONESAN. Atualmente integra o Comitê de Apoio à Gestão Ambiental do Estado de São Paulo. No ensino de graduação, ministra disciplinas para estudantes de Engenharia Ambiental (POLI/USP), Enfermagem (EE/USP) e Saúde Pública (FSP/USP). Na pós-graduação orienta mestrado e doutorado em programas de pós-graduação da FSP/USP (Saúde Global e Sustentabilidade ? Doutorado; e Ambiente, Saúde e Sustentabilidade ? Mestrado Profissional) e no Programa de Ciências Ambientais ? PROCAM do IEE/USP. Está vinculada ao INCLINE/USP- Inter-disciplinary CLimate INvEstigation da USP. CEPED/USP- Centro de Pesquisas sobre Desastres Naturais da USP e ao CIS- Centro de Inovação e Sustentabilidade da USP. Desenvolve pesquisas e orientações com ênfase em questões de saúde ambiental, saneamento ambiental, resíduos sólidos, resíduos perigosos e áreas contaminadas, qualidade e gestão ambiental, desastres e resiliência urbana, políticas públicas e educação ambiental, na interface Ambiente-Saúde-Sustentabilidade. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome	Wanda Maria Risso Günther
Nome em citações bibliográficas	GÜNTHER, W. M. R.;Günther, Wanda Maria Risso;Günther, Wanda M.R.;Risso Gunther, Wanda;GÜNTHER, W.M.R.;Gunther, Wanda Maria Rizzo;Risso, Wanda Maria;GÜNTHER, WANDA MARIA RIZZO;GÜNTHER, Wanda Maria Risso;GÜNTHER, WANDA MARIA RIZZO;GÜNTHER, Wanda Maria Risso;GÜNTHER, Wanda Maria Risso;RIZZO, Wanda Maria;Wanda Maria Risso Gunther;Wanda Maria Günther;GÜNTHER, WANDA M. RIZZO
Lattes ID	 http://lattes.cnpq.br/3519732742853340
Orcid ID	 https://orcid.org/0000-0002-2503-0957

Endereço

Endereço Profissional	Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Departamento de Saúde Ambiental. Av. Dr. Arnaldo, 715 Cerqueira César 01246904 - São Paulo, SP - Brasil Telefone: (11) 30617889 Fax: (11) 30617732 URL da Homepage: www.fsp.usp.br
------------------------------	---

Formação acadêmica/titulação

1994 - 1998	Doutorado em Saúde Pública. Universidade de São Paulo, USP, Brasil.
--------------------	--