

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ROGER CARVALHO DE SILLOS**

**DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE SUBSTITUIÇÃO E  
DESCARTE DE TELHAS DE CIMENTO-AMIANTO DE UM  
PAVILHÃO INDUSTRIAL NA REGIÃO METROPOLITANA  
DE SÃO PAULO**

Porto Alegre  
novembro 2020

**ROGER CARVALHO DE SILLOS**

**DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE SUBSTITUIÇÃO E  
DESCARTE DE TELHAS DE CIMENTO-AMIANTO DE UM  
PAVILHÃO INDUSTRIAL NA REGIÃO METROPOLITANA  
DE SÃO PAULO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil.

**Orientadora: Cristiane Sardin Padilla de Oliveira**

Porto Alegre  
novembro 2020

**ROGER CARVALHO DE SILLOS**

**DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE SUBSTITUIÇÃO E  
DESCARTE DE TELHAS DE CIMENTO-AMIANTO DE UM  
PAVILHÃO INDUSTRIAL NA REGIÃO METROPOLITANA  
DE SÃO PAULO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 16 de novembro de 2020

**BANCA EXAMINADORA**

**Profa Cristiane Sardin Padilla de Oliveira**

Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Orientadora

**Prof. José Alberto Azambuja**

Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

**Eng. Maxwell Klein Degen**

Me. pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Dedico este trabalho a meus pais, Gilson e Yara, e à  
minhas irmãs Lígia e Nádia, que sempre me mostraram o  
caminho certo, me apoiando e estando ao meu lado na  
realização dos meus sonhos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha orientadora, professora Cristiane Sardin Padilla de Oliveira, por ter aceitado me ajudar a realizar esse trabalho em um ano de dificuldades causada pela pandemia que fez do ano de 2020 ser um ano diferente de todos os outros, disponibilizando sempre o seu tempo para nossas conversas sobre o estudo.

Agradeço aos meus colegas de trabalho e a empresa em que fiz estágio nesses últimos dois anos, que me permitiu utilizar um projeto privado no meu trabalho de conclusão de curso e pela ajuda na execução deste estudo e pela companhia durante estes dois anos de estágio.

Agradeço aos demais amigos que conheci durante estes anos na Universidade e levarei para minha vida toda, com os quais desfrutei momentos que serão sempre lembrados e contados, especialmente aos colegas da Confraria TF, formada por grandes companheiros da engenharia da UFRGS.

Agradeço aos meus familiares, tios, avós e primos, que sempre estiveram comigo ao longo dessa jornada da graduação.

Agradeço ao meu pai Gilson Sillos, pelo incentivo durante minha formação profissional, sempre me cobrando esforço e dedicação, não medindo esforços para que eu conseguisse chegar até aqui, seguindo o caminho certo.

Agradeço, em especial, à minha mãe, Yara Sillos, pelo incentivo e puxões de orelha quando me encontrei perdido na graduação, além da paciência comigo.

Agradeço à minhas irmãs Lígia Sillos e Nádia Sillos, minhas primeiras e eternas parceiras de vida, por terem me incentivado a concluir meus estudos e terem me aconselhado a seguir em frente e a não desistir nos momentos difíceis.

Por fim, agradeço à minha namorada Caroline Quinteiro, por ter me acompanhado e ajudado durante grande parte da minha jornada da graduação, sabendo me cobrar nas horas que precisei ter mais responsabilidade e pelo afeto e carinho nos momentos de tensão. Muito Obrigado!

## RESUMO

A necessidade crescente de demanda por galpões industriais e logístico na região metropolitana de São Paulo demonstra que a adequação das construções existentes é necessária para o fornecimento de espaços com melhores condições de conforto para os usuários, além de mais segurança ambiental, no caso da substituição da tecnologia que usa fibras de amianto. Tanto a legislação mundial quanto a brasileira apontam para um banimento total da utilização do amianto na construção civil, uma vez que esse tipo de tecnologia gera riscos para a saúde humana, justificando sua não utilização. Neste estudo foi apresentada uma proposta para modernização de um sistema de cobertura que foi construído utilizando a tecnologia de telhas de fibro amianto. Na revisão bibliográfica sobre o uso do amianto, foi apontado suas características e como ele foi largamente utilizado no século XX na construção civil, sendo que no Brasil ele também tem relevância econômica devido a grande quantidade de jazidas para exploração. Em sequência, foi feita a comparação entre as legislações que regulamentam a utilização e extração do amianto, por meio da revisão da legislação federal e as legislações estaduais dos estados do Rio Grande do Sul e São Paulo, com informação do banimento do amianto em outros países do continente europeu. Essa abordagem permitiu evidenciar que as leis estaduais são mais restritivas que a lei federal, sendo que no estado de São Paulo já é proibido o uso de materiais com amianto e no estado do Rio Grande do Sul é proibida a produção e comercialização. No capítulo seguinte, foram apresentadas duas técnicas construtivas de sistema de cobertura, o sistema de cobertura com utilização de telhas de cimento amianto e o sistema de cobertura com telhas termoacústicas, no qual ficou exposto que as telhas de fibroamianto não atingem os níveis de conforto térmico por si só e, por outro lado, as telhas termoacústicas PIR apresentam excelente capacidade de isolamento térmico e acústico. Após todas essas constatações, o estudo apresentou um projeto de substituição de telhas de fibro amianto por telhas termoacústicas realizado na região metropolitana de São Paulo, dando ênfase aos procedimentos necessários para realização de forma segura, respeitando todas as normas do Ministério do Trabalho e Emprego para as atividades em altura, manipulação e destinação de resíduos com amianto. Foi elaborado um orçamento simplificado para reprodução do projeto executado para apenas uma das edificações apresentadas no projeto.

Palavras-chave: Amianto, asbesto, telha de cimento amianto, telha metálica termoacústica.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da realização da pesquisa.....	11
Figura 2 – Fibras de amianto.....	13
Figura 3 – Produção de amianto.....	19
Figura 4 – Modelo de Rotulagem – NR15.....	23
Figura 5 – Elementos de uma tesoura.....	29
Figura 6 – Telha ondulada.....	32
Figura 7 – Desempenho dos núcleos isolantes.....	33
Figura 8 - Telha trapezoidal sanduíche.....	34
Figura 9 – Detalhes Técnicos.....	35
Figura 10 – Dormitório Norte em dia típico de verão.....	35
Figura 11 – Região Metropolitana de São Paulo.....	37
Figura 12 – Localização da área de interesse.....	38
Figura 13 – Trabalhadores com equipamentos de segurança.....	43
Figura 14 – Sequência executiva de troca de cobertura e fechamento lateral no depósito de materiais acabados.....	46
Figura 15 – Trabalhos de remoção e reposição.....	48
Figura 16 – Cobertura Prédio Administrativo antes da reforma.....	49

Figura 17 – Exemplo de rótulo para armazenamento de resíduos com Amianto.....	50
Figura 18 – Veículos Emplacados Conforme Numeração da ONU para Resíduos Perigosos como “9” - Substâncias Perigosas Diversas.....	52
Figura 19 – Resíduos com Amianto Embalados em Filme Plástico Resistente sobre Palete e Cintados – Caso as Peças de Amianto Inteiras.....	54
Figura 20 – Resíduos com amianto embalados em filme plástico resistente sobre paletes e cintados – caso as peças de amianto inteiras.....	54
Figura 21 – Forma de acondicionamento de resíduos caso estejam quebrados em Big Bags.....	55
Figura 22 – Vestimenta completa com equipamento de proteção individual.....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Espessura da telha.....	30
Tabela 2 – Largura da telha.....	31
Tabela 3 – Comprimento da telha.....	31
Tabela 4 – Carga de ruptura mínima admissível.....	31
Tabela 5 – Materiais contendo Asbesto.....	40
Tabela 6 – Valores mão de obra.....	57
Tabela 7 – EPI’s utilizados no projeto.....	58
Tabela 8 – Valores destinação telhas fibrocimento.....	59
Tabela 9 – Valores Total do projeto.....	60

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 DIRETRIZES DA PESQUISA .....	13
2.1 OBJETIVO PRINCIPAL.....	13
2.2. OBJETIVOS SECUNDÁRIOS .....	13
2.3 DELIMITAÇÕES.....	13
2.4 LIMITAÇÕES.....	14
2.5 DELINEAMENTO.....	14
3 AMIANTO.....	17
4 LEGISLAÇÕES.....	21
4.1. LEGISLAÇÃO FEDERAL.....	21
4.2 LEGISLAÇÃO ESTADUAL.....	23
5 SISTEMAS CONSTRUTIVOS.....	27
5.1 TELHAS DE CIMENTO-AMIANTO.....	29
5.2 TELHAS METÁLICAS TERMOACÚSTICAS.....	32
6 ANÁLISE DO PROJETO.....	36
6.1 PROJETO.....	36
6.2 LEVANTAMENTO DOS MATERIAIS CONTENDO ASBESTOS.....	38
6.3 PROCEDIMENTOS PARA REMOÇÃO DO MATERIAL CONTENDO ABESTOS ....	40
6.4 TRABALHOS EM ALTURA.....	41
6.5 TRABALHO COM CAMINHÃO <i>MUNCK</i> E CAMINHÃO <i>ROOL-ON/ROLL-OFF</i> .....	43
6.6 ENVELOPAMENTO DO MATERIAL REMOVIDO.....	44
6.7 PROCEDIMENTOS PARA REMOÇÃO DOS MATERIAIS.....	44
6.8 RECOMPOSIÇÃO DA COBERTURA.....	47
6.9 OPERAÇÃO NO PISO DO ESTACIONAMENTO.....	48
6.10 CARREGAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL.....	49
6.11 IDENTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS.....	49
6.12 CARREGAMENTO, TRANSPORTE E DESTINAÇÃO FINAL.....	50
7 ORÇAMENTOS.....	56
7.1 CUSTO MÃO DE OBRA.....	56
7.2 CUSTO COM EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI).....	57
7.3 CUSTO DAS TELHAS.....	58

7.4 CUSTO PARA RETIRADA E DESTINAÇÃO DAS TELHAS DE FIBROCIMENTO...	59
7.5 CUSTO TOTAL.....	59
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	61
ANEXO 1 – MODELO DE MANIFESTO DE TRANSPORTE DE RESÍDUO (MTR).....	67

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da economia brasileira nos últimos vinte anos acarretou aumento significativo pela busca de soluções mais econômicas e duráveis, especialmente no seguimento da construção civil. Esse crescimento na economia tem se destacado por um incremento no setor industrial com novos investimentos em maquinários e principalmente em galpões industriais.

O mercado de galpões em condomínios industriais e logísticos creceu notavelmente desde os anos 2000 (ABREU, 2017), o que gerou uma demanda na melhora da infraestrutura de antigos galpões na região metropolitana de São Paulo, desta forma, essas construções necessitaram de melhorias para atender o mercado atual.

O uso do cimento-aminato como material para sistemas de cobertura foi amplamente difundido no Brasil no século XX, em razão da vantagem custo/benefício quando comparado com outras técnicas construtivas. Paralelo a isso, surgiram regulamentações mais rígidas sobre o uso do amianto, bem como a busca por outras tecnologias construtivas para execução de galpões industriais, principalmente reforma de galpões que foram construídos utilizando coberturas de cimento-amianto.

Neste sentido, este estudo apresentou a fibra de amianto e as legislações que regulamentam a sua extração e uso pelo mundo e principalmente no Brasil. Também descreveu-se as duas tecnologias de cobertura que são utilizadas no projeto de estudo de caso. Por fim, foi exposto o estudo de caso e demonstrada uma estimativa de custos com valores praticados na região metropolitana de São Paulo/SP para realização de um projeto similar ao estudo de caso, analisando e considerando a questão ambiental e financeira na substituição das coberturas contendo fibras de amianto.

## **2 DIRETRIZES DA PESQUISA**

Os itens a seguir descrevem as diretrizes para o desenvolvimento do estudo.

### **2.1 OBJETIVO PRINCIPAL**

O objetivo principal deste estudo foi detalhar a substituição de um sistema construtivo de cobertura de telhas de cimento-amianto por telhas metálicas termoacústicas, com o descarte apropriado do material contaminado com amianto.

### **2.2. OBJETIVOS SECUNDÁRIOS**

Os objetivos secundários do estudo foram:

- a) apresentar a regulamentação federal e estadual sobre o uso e descarte das telhas de cimento-amianto, comparando a legislação estadual do Rio Grande Sul e do estado de São Paulo;
- b) executar uma estimativa de custo para um projeto de substituição de telhas de cimento-amianto por telhas metálicas termoacústicas com Poliisocianurato (PIR).

### **2.3 DELIMITAÇÕES**

Este estudo delimitou-se à análise do projeto de substituição de telha de cimento-amianto por telha metálica acústica em um empreendimento industrial de uma empresa na região metropolitana de São Paulo, com a descrição do processo de descarte dos materiais contaminados com amianto.

Os componentes do projeto analisado são:

- diretrizes para execução do projeto;
- detalhamento das normas de Segurança;

- o descarte correto das telhas de fibrocimento de acordo com a legislação.

## 2.4 LIMITAÇÕES

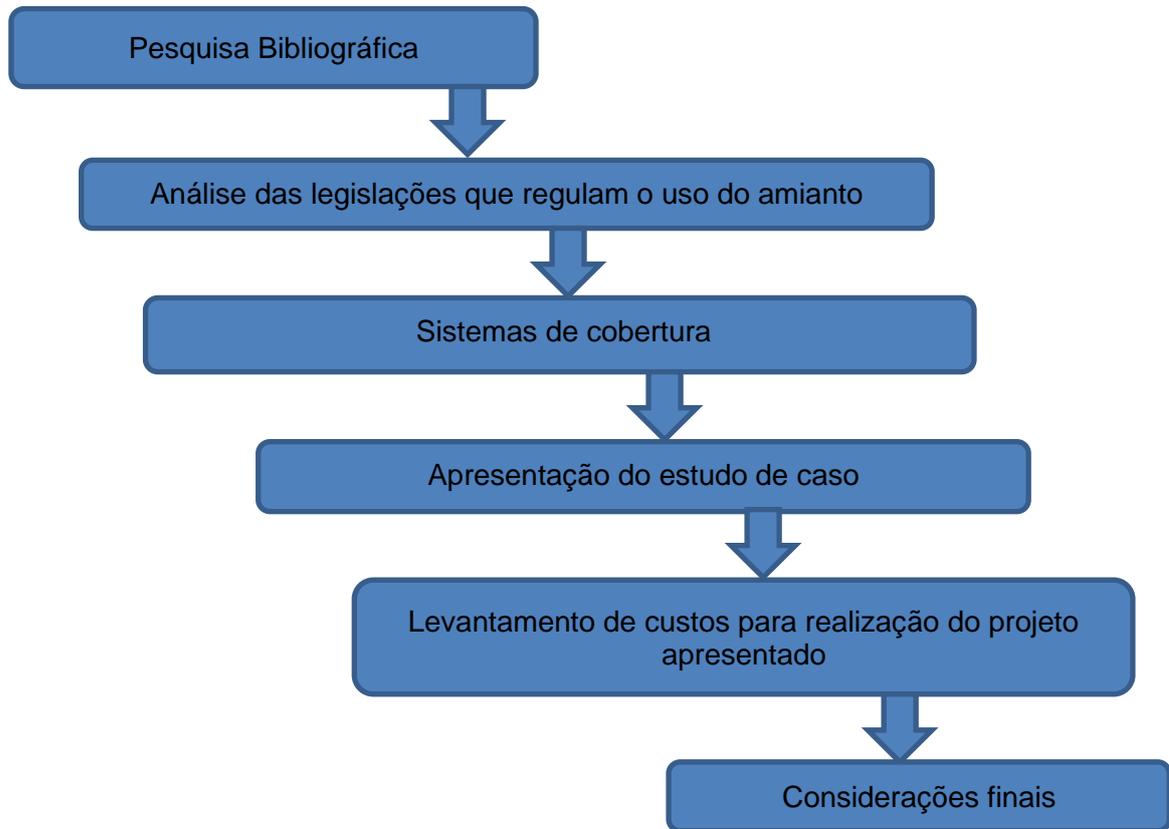
O trabalho não apresenta a análise da estrutura da cobertura, pois esta, na análise inicial da reforma, foi considerada satisfatória.

## 2.5 DELINEAMENTO

O estudo foi realizado segundo as etapas apresentadas a seguir, que estão sintetizadas na Figura 1, e descritas abaixo:

- a) Pesquisa bibliográfica;
- b) Análise das legislações que regulam o uso e descarte do amianto;
- c) Sistemas de cobertura;
- d) Apresentação do estudo de caso;
- e) Levantamento de custos para realização do projeto apresentado;
- f) Considerações finais.

Figura 1 - Fluxograma da realização da pesquisa



Fonte: (Elaborado pelo Autor).

A primeira etapa do estudo consistiu na revisão bibliográfica, elaborada nos capítulos 3, 4 e 5, incluindo uma incursão sobre o amianto, demonstrando a sua utilização na indústria da construção civil, com o objetivo de ampliar o entendimento acerca do tema. Além disso, foi realizada revisão bibliográfica das principais leis que regulamentam a extração, exploração e utilização do amianto no mundo, dando ênfase à legislação brasileira. No Capítulo 5 foram apresentados dois sistemas construtivos de cobertura para edificações.

Na segunda parte do estudo, o capítulo 6 apresentou um estudo de caso, no qual foi apresentado um projeto de substituição de telhas de cimento-amianto por telhas termoacústicas, envolvendo todos os procedimentos realizados para retirada e destinação das telhas com fibra de amianto.

Posteriormente, no capítulo 7, foi exposto um orçamento básico para execução de um projeto similar ao indicado no estudo, considerando apenas o galpão administrativo da empresa para fins de estimativa de cálculo.

Ao final do estudo foi realizada uma comparação das legislações nacionais e estaduais, indicando a legislação mais restritiva, bem como foram apresentadas as conclusões finais, realizando um parecer sobre o estudo.

### 3 AMIANTO

O asbesto ou amianto são os termos genéricos ou nomes comerciais de um grupo heterogêneo de minerais facilmente separáveis em fibras. Apresentando composições químicas e cristalográficas diversas, essas fibras têm usos e classificações comerciais que variam muito de um mineral para o outro. Naturalmente apresentados como um silicato fibroso, o tamanho de suas fibras, juntamente com a sua estrutura química, torna os asbestos muito compatíveis com o cimento (NEGRO et al., 2009).

Os amiantos ou asbestos pertencem a dois grupos de minerais (Figura 2): a crisotila (asbesto branco), representando a variedade fibrosa do grupo das serpentinas, e os minerais fibrosos do grupo dos anfibólios: crocidolita (asbesto azul), amosita (asbesto marrom), antofilita, actinolita e tremolita (BRASIL, 2019).

O amianto é extraído fundamentalmente de rochas compostas de silicatos hidratados de magnésio, onde apenas 5% a 10% se encontram em sua forma fibrosa de interesse de comercial. As serpentinas (asbesto branco) correspondem a mais de 95% das ocorrências de asbestos e reservas com os anfibólios (asbesto marrom, azul e outros) e amosita representando o restante.

Figura 2 – Fibras de amianto.



Fonte: (BATISTA, 2019).

O amianto foi a primeira utilização de fibra natural em uma escala industrial. O asbesto como fibra foi incorporado como reforço de matrizes à base do cimento. O processo de fabricação de telhas de cimento-amianto foi patenteado em 1900 por Ludwing Hatscheck, recebendo o mesmo nome (COUTS; RIDIKAS, 1982).

Em relação aos produtos de cimento-amianto ou fibrocimento, estima-se que sua produção, desenvolvida em mais de cem países, alcance entre 27 a 30 milhões de toneladas por ano. Estes produtos contêm, em média, 10 a 15% de asbesto (amianto).

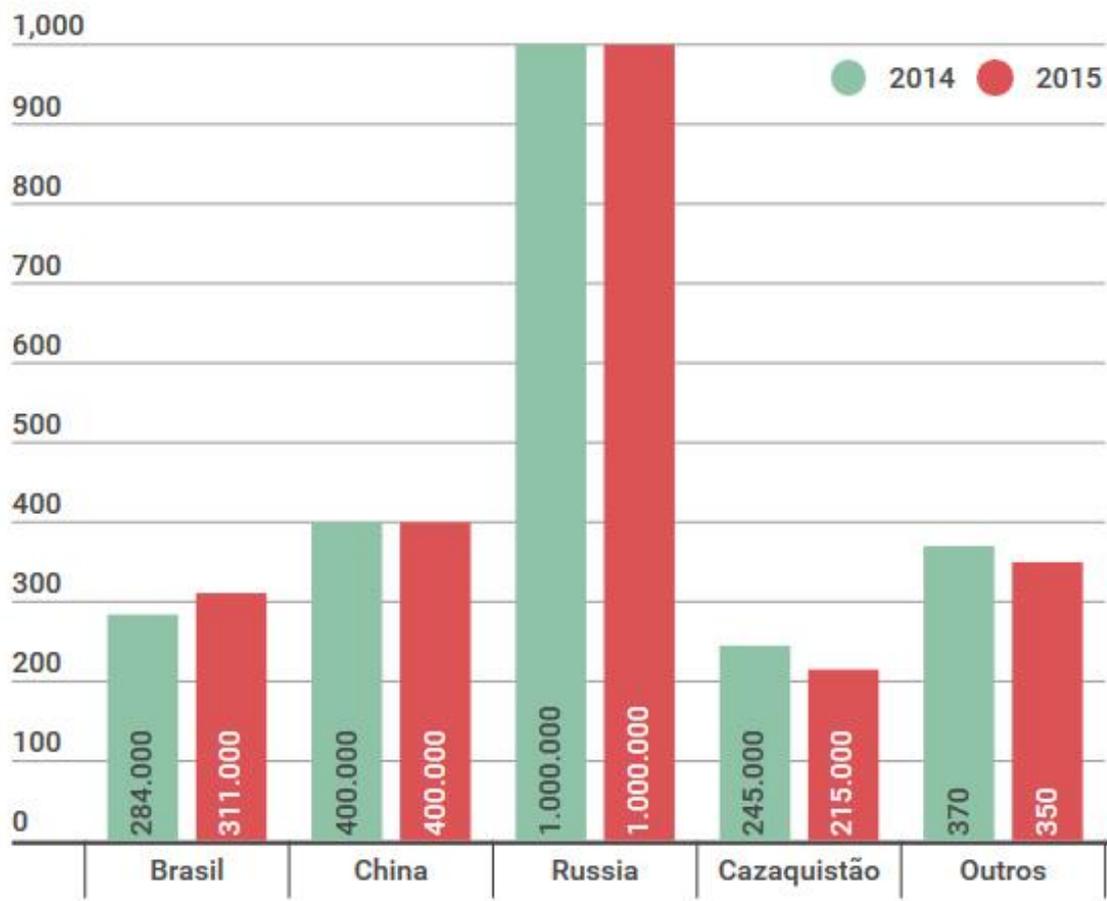
No Brasil, a quase totalidade do asbesto comercializado é do tipo Crisotila ou Amianto branco, segundo levantamento da ABRAE (Associação Brasileira dos Expostos ao Amianto). Os minerais de amianto têm fibras longas separáveis, fortes e flexíveis o suficiente para ser fiado e tecido e resistentes ao calor. Devido as suas características, o amianto branco foi utilizado em uma ampla gama de produtos manufaturados, principalmente na produção de materiais que são utilizados na construção civil (telhas, forros e pisos, produtos de papel e produtos de fibrocimento), produtos de fricção (embreagem do automóvel, freio e peças de transmissão), tecidos resistentes ao calor, embalagens, juntas e revestimentos.

O Brasil figura entre os cinco maiores produtores de amianto do mundo, sendo também um dos países que mais consome o mineral, havendo por isto um grande interesse científico a nível

mundial sobre essa característica do país, visto que, praticamente todos os países europeus já proibiram seu uso (ABREA, 2020).

A produção de amianto no Brasil para o ano de 2014 foi de 284 mil toneladas e para o ano de 2015 de 311 mil toneladas (LIVRE, 2020), conforme a Figura 3.

Figura 3 – Produção de amianto.



Fonte: (LIVRE, 2020).

A mina de amianto que tem a maior exploração no Brasil está situada no município de Minaçu, no Estado de Goiás e é atualmente administrada pela empresa brasileira Eternit S/A, mas até recentemente era explorada pelo grupo franco-suíço (Brasilit e Eternit), em cujos países de origem o amianto está proibido desde o início da década de 90.

O Canadá é o segundo maior produtor mundial de amianto, e grande parte do minério explorado é exportado para países do terceiro mundo, tornando o Canadá o maior exportador desta matéria-prima (ABREA, 2020). A Associação Brasileira dos Expostos ao Amianto faz um comparativo de exposição ao amianto entre o Brasil, Estados Unidos e Canadá, de acordo com a pesquisa realizada pela instituição: um cidadão americano se expõe em média a 100g/ano, um canadense a 500 g/ano e um brasileiro, mais ou menos, a 1.200g/ano (ABRAE, 2020).

A organização mundial da saúde considerou o amianto como uma substância cancerígena, fazendo com que mais de setenta países ao redor do mundo optassem por banir o uso do mesmo. Uma pesquisa realizada na área da saúde ocupacional fez uma estimativa de que mais de 100 mil trabalhadores morrem por ano, mundialmente, por causa da exposição ao minério e suas fibras. O maior risco associado à exposição ao amianto é a inalação de suas fibras que podem se alojar nos pulmões (ABRAE, 2020).

Desde 1995, no Brasil, a extração, produção, industrialização, utilização e comercialização de qualquer tipo de asbesto, exceto o tipo Crisotila, bem como dos produtos que contenham estas substâncias minerais, é proibida. Para o tipo crisotila (asbesto branco) a extração, industrialização, utilização e comercialização são permitidas, mas em concordância com o disposto na lei nº 9.055 de 1995 (BRASIL, 1995).

## 4 LEGISLAÇÕES

A Organização Internacional do Trabalho (OIT), em sua 72ª reunião, editou a Convenção 162 e a Recomendação 172, no ano de 1986, e ambas tratavam sobre um conjunto de regulamentações para o uso do amianto nas áreas de mineração, nas indústrias de processamento e transformação do minério (OIT, 2019). Na Europa os primeiros países a implementar o banimento total do asbesto foram a Holanda, Suécia, Noruega e Dinamarca.

Em 1992 a Itália aprovou a Lei nº 257/92 para o banimento do amianto, acompanhando uma decisão que já havia sido tomada em países escandinavos, apontando para uma crescente exclusão do amianto nos países europeus. Na França a proibição do amianto ocorreu no ano de 1996 e a diretiva 1999/77/CE, feita na Europa, proibiu toda e qualquer utilização do amianto a partir de 1º de janeiro de 2005 (BRASIL, 2010).

No restante do mundo, outros países desenvolvidos também seguiram os países europeus com relação ao banimento do amianto, sendo que na Austrália, o uso de amianto de todos os tipos foi proibido em 31 de dezembro de 2003 (VIANA, 2009).

### 4.1 LEGISLAÇÃO FEDERAL

No Brasil a primeira lei que regulamenta o uso controlado do amianto foi a lei 9.055/1995 (BRASIL, 1995), feita a partir do projeto do deputado Eduardo Jorge que liberou a extração, industrialização, utilização e comercialização do asbesto da variedade crisotila, e as demais fibras, naturais e artificiais de qualquer origem, em conformidade com as disposições nela contidas. O artigo 1º e 2º da lei federal 9.055/1995 (BRASIL, 1995) diz que:

Art. 1º É vedada em todo o território nacional:

I – a extração, produção, industrialização, utilização e comercialização da actinolita, amosita (asbesto marrom), antofilita, crocidolita (amianto azul) e da tremolita, variedades minerais pertencentes ao grupo dos anfibólios, bem como dos produtos que contenham estas substâncias minerais;

II – a pulverização (spray) de todos os tipos de fibras, tanto de asbesto/ amianto da variedade crisotila como daquelas naturais e artificiais referidas no art. 2º desta Lei;

III - a venda a granel de fibras em pó, tanto de asbesto/amianto da variedade crisotila como daquelas naturais e artificiais referidas no art. 2º desta Lei.

Art. 2º O asbesto/amianto da variedade crisotila (asbesto branco), do grupo dos minerais das serpentinas, e as demais fibras, naturais e artificiais de qualquer origem, utilizadas para o mesmo fim, serão extraídas, industrializadas, utilizadas e comercializadas em consonância com as disposições desta Lei. Parágrafo único. Para os efeitos desta Lei, consideram-se fibras naturais e artificiais as comprovadamente nocivas à saúde humana. (BRASIL, 1995).

A resolução do CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002 (BRASIL, 2002), estabelece as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil, inclusive dos asbestos, sendo que esta resolução sofreu uma alteração através da resolução do CONAMA nº 348, de 16 de agosto de 2004, na qual foram incluídas as telhas, objetos e materiais que contenham asbesto na classe de resíduos perigosos (Classe D). O artigo 10º da resolução CONAMA nº 307 diz que:

I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros;

II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;

IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

No Brasil, a Norma NR 15: Atividades e Operações Insalubres, no seu anexo nº 12 regulamenta as atividades de exposição ao asbesto em ambiente laboral e determina que a concentração máxima permitida no ambiente de trabalho é de 2,0 f/cm<sup>3</sup> (BRASIL, 1991). A seguir, destaca-se algumas diretrizes do anexo nº 12:

4. Fica proibida a utilização de qualquer tipo de asbesto do grupo anfíbio e dos produtos que contenham estas fibras.

5. Fica proibida a pulverização (spray) de todas as formas do asbesto.

6. Fica proibido o trabalho de menores de dezoito anos em setores onde possa haver exposição à poeira de asbesto.

8. Antes de iniciar os trabalhos de remoção e/ou demolição, o empregador e/ou contratado, em conjunto com a representação dos trabalhadores, deverão elaborar um plano de trabalho onde sejam especificadas as medidas a serem tomadas, inclusive as destinadas a:

a) proporcionar toda proteção necessária aos trabalhadores;

b) limitar o desprendimento da poeira de asbesto no ar;

c) prever a eliminação dos resíduos que contenham asbesto.

9. Será de responsabilidade dos fornecedores de asbesto, assim como dos fabricantes e fornecedores de produtos contendo asbesto, a rotulagem adequada e suficiente, de maneira facilmente compreensível pelos trabalhadores e usuários interessados.

9.1. A rotulagem deverá conter, conforme modelo Anexo:

- a letra minúscula "a" ocupando 40% (quarenta por cento) da área total da etiqueta;

- caracteres: "Atenção: contém amianto", "Respirar poeira de amianto é prejudicial à saúde" e "Evite risco: siga as instruções de uso".

9.2. A rotulagem deverá, sempre que possível, ser impressa no produto, em cor contrastante, de forma visível e legível.

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

14.2. A troca de vestimenta de trabalho será feita com frequência mínima de duas vezes por semana (BRASIL, 1991).

Conforme a diretriz 9.1 do anexo nº 12 da Norma NR 15 (BRASIL, 1991) a embalagem de produtos que contenham asbesto tem que vir a letra "a" maiúscula ocupando 40% do total da área da etiqueta, como mostrado na Figura 4, visando ser facilmente compreensível pelos trabalhadores e usuários interessados.

Figura 4: Modelo de Rotulagem – NR15



Fonte: (BRASIL, 1991).

## 4.2 LEGISLAÇÃO ESTADUAL

O estado de São Paulo, por meio da lei nº 12.684, colocou como limite de tolerância de fibras de asbestos no ar  $0,1f/cm^3$ , sendo que não é permitida qualquer exposição humana acima desta

concentração, até que haja a substituição definitiva de produtos, materiais ou artefatos, em uso ou instalados, que contêm amianto, bem como nas atividades de demolição, reparo e manutenção (SÃO PAULO, 2007).

A lei estadual nº12.300 (SÃO PAULO, 2006) institui a política estadual de resíduos sólidos para o estado de São Paulo e define princípios e diretrizes para o gerenciamento de resíduos. O artigo 35º e 36º da lei estadual 12.300/2006 (SÃO PAULO, 2006) diz que:

**Artigo 35** - Os resíduos perigosos que, por suas características, exijam ou possam exigir sistemas especiais para acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento ou destinação final, de forma a evitar danos ao meio ambiente e à saúde pública, deverão receber tratamento diferenciado durante as operações de segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final;  
**Artigo 36** - O licenciamento, pela autoridade de controle ambiental, de empreendimento ou atividade que gere resíduo perigoso condicionar-se-á à comprovação de capacidade técnica para o seu gerenciamento.

O estado de São Paulo também possui a lei número 16.048 de 2007, que proíbe o uso de artefatos e materiais que contenham amianto ou outros abestos, em seu artigo 1º a Lei estabelece:

**Artigo 1º** - Fica proibido, a partir de 1º de janeiro de 2008, o uso, no Estado de São Paulo, de produtos, materiais ou artefatos que contenham quaisquer tipos de amianto ou asbesto (SÃO PAULO, 2007).

A proibição inclui artefatos destinados a utilização por crianças e adolescentes, conforme o artigo 2º da mesma legislação:

**Artigo 2º** - A proibição de que trata o “caput” do artigo 1º vigorará a partir da data da publicação desta lei em relação aos produtos, materiais ou artefatos destinados à utilização por crianças e adolescentes, tais como brinquedos e artigos escolares, e ao uso doméstico, tais como eletrodomésticos, tecidos, luvas, aventais e artigos para passar roupa (SÃO PAULO, 2007).

O texto da legislação paulista também explicita a proibição da utilização do amianto nas edificações públicas:

**Artigo 3º** - É vedado aos órgãos da administração direta e indireta do Estado de São Paulo, a partir da publicação desta lei, adquirir, utilizar, instalar, em suas edificações e dependências, materiais que contenham amianto ou outro mineral que o contenha acidentalmente (SÃO PAULO, 2007).

Ademais, a legislação exige que a população seja informada sobre o tema, conforme o texto legal no parágrafo 2 do artigo 3º:

§ 2º - É obrigatória a afixação de placa indicativa, nas obras públicas estaduais e nas privadas de uso público, da seguinte mensagem: “Nesta obra não há utilização de amianto ou produtos dele derivados, por serem prejudiciais à saúde”(SÃO PAULO, 2007).

É possível observar que a legislação paulista expressa a seriedade do tema, visto que destaca a importância da divulgação da informação sobre a não utilização do amianto.

A Câmara dos deputados elaborou um Dossiê chamado Amianto Brasil, publicado em 2010, que reúne diversas legislações estaduais sobre o amianto no país:

**Pernambuco.** Lei nº 12.589/04172. “Dispõe sobre a proibição da fabricação, comércio e o uso de materiais, elementos construtivos e equipamentos constituídos por amianto ou asbesto em qualquer atividade, especialmente na construção civil, pública e privada no Estado de Pernambuco”.

**Rio de Janeiro.** Lei nº 3.579/01173. Dispõe sobre a substituição progressiva da produção e da comercialização de produtos que contenham asbesto e dá outras providências. Lei nº 4.341/04, que “Dispõe sobre as obrigações das empresas de fibrocimento pelos danos causados à saúde dos trabalhadores no âmbito do Estado do Rio de Janeiro”. Decreto 40.647/07, que “Dispõe sobre a vedação aos órgãos da administração direta e indireta de utilização de qualquer tipo de asbesto e dá outras providências no Estado do Rio de Janeiro”.

**Rio Grande do Sul.** Lei nº 11.643/01174 de 21/06/01. Dispõe sobre a proibição de produção e comercialização de produtos à base de amianto no Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências.

Mato Grosso do Sul. Lei nº 2210/01175. Proíbe a comercialização de produtos à base de amianto destinados à construção civil no âmbito do estado e dá outras providências.

**São Paulo.** Lei nº 12.684/07176. Proíbe o uso de produtos, materiais ou artefatos que contenham quaisquer tipos de amianto ou asbesto ou outros minerais que, acidentalmente, tenham fibras de amianto na sua composição no Estado de São Paulo. (BRASIL, 2010).

O Ministério Público do Trabalho (MPT) possui o Programa Nacional de Banimento do Amianto e, a partir do mesmo, o MPT trabalha para firmar acordos com as indústrias que utilizam esse material. Desde 2012 até 2017, quando o Supremo Tribunal Federal (STF) proibiu o uso do amianto em todo o país, o MPT firmou um termo de ajustamento ou acordo judicial com diversas empresas, como por exemplo, Isdralit, no Rio Grande do Sul e no Paraná (JUSBRASIL, 2018).

No Rio Grande do Sul, a Lei 11.643/2001 dispõe sobre a proibição de produção e comercialização de produtos à base de amianto no Estado e dá outras providências (RIO GRANDE DO SUL, 2001):

Art. 1º - A produção e a comercialização de produtos à base de amianto fica proibida, no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul, nos termos desta Lei. Parágrafo único – A vedação prevista nesta Lei alcança, além do próprio amianto, todo e qualquer produto, derivado ou misto, de silicato natural hidratado de cálcio e magnésio.

Art. 2º - Os estabelecimentos industriais terão um prazo de três anos e os estabelecimentos comerciais de quatro anos para adequarem-se às disposições constantes desta Lei.

Art. 3º - VETADO

Art. 4º - O Poder Executivo regulamentará esta Lei, no que couber, podendo atribuir penalidades adicionais.

Art. 5º - Esta Lei entra em vigor no prazo de noventa dias, a partir da data de sua publicação.

A legislação do RS é alvo de uma Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI) nº 3357, que está na pauta de julgamento do STF, a relatora é a Ministra Carmem Lúcia.<sup>1</sup>

O estado do Rio Grande do sul, através da lei nº 14.528/2014, insitui a politica estadual de resíduos sólidos, a qual permite que no licenciamento ambiental de empreendimentos ou atividades que operem com resíduos perigosos, o órgão licenciador do SISNAMA possa exigir a contratação de seguro de responsabilidade civil por danos causados ao meio ambiente ou à saúde pública, observando as regras sobre cobertura e os limites máximos de contratação fixados em regulamentação (RIO GRANDE DO SUL, 2014).

---

<sup>1</sup> Para outras informações: [http://www.al.rs.gov.br/legis/M10/M0100018.asp?Hid\\_IdNorma=1869&Texto=&Origem=1](http://www.al.rs.gov.br/legis/M10/M0100018.asp?Hid_IdNorma=1869&Texto=&Origem=1)

## 5 SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Existem diferentes modelos de sistemas construtivos para coberturas. No presente estudo de caso foram abordadas estruturas metálicas para construção de telhados, e este se debruça sobre um projeto realizado por uma empresa de engenharia ambiental que realizou a substituição de telhas de cimento-amianto de um pavilhão industrial na região metropolitana de São Paulo por telhas metálicas termoacústicas. Dessa forma, é importante apresentar as diferenças entre os dois tipos de materiais e as implicações decorrentes de cada escolha.

Nardin (2008) afirma que a estrutura metálica feita de aço tem permitido, ao longo dos anos, a construção de edificações com maior qualidade ao proporcionar soluções mais dinâmicas e eficazes. O autor elenca algumas vantagens da utilização do aço, como por exemplo (NARDIN, 2018, p. 13)

- D) alívio das fundações: pois o aço possui ótima resistência, permitindo a realização de projetos com menor peso e conseqüentemente reduzindo gastos da obra;
- II) diminuição do tempo de construção: as estruturas de aço podem ser fabricadas mais rapidamente, esse material também permite a simplificação do escoramento e abre a possibilidade de várias frentes de serviço aberto;
- III) amplia o espaço útil: a utilização de estruturas de aço permite a diminuição do número de pilares, em razão da maior resistência do material, possibilitando a construção de vãos livres de maior tamanho possibilitando assim a utilização de vigas mais baixas e pilares mais estreitos, o que gera maior espaço para construir;
- IV) maior qualidade da edificação: a utilização de estruturas de aço possibilita o alinhamento da construção de alto nível e garante a qualidade, visto que os materiais podem ser testados previamente.

As telhas são parte fundamental para a execução de um sistema de cobertura tipo telhado, e a sua escolha impacta no orçamento e na conservação, sendo importante tópico de estudo para a Engenharia Civil. Mesmo não fazendo parte da estrutura da edificação, possui o papel de fazer a cobertura da construção, protegendo-a das intempéries. De acordo com Peralta (2006, p.33) “a telha é principal elemento responsável pelo desempenho térmico de uma cobertura”. Dessa forma, é imprescindível escolher um material adequado para cada tipo de edificação.

Segundo Schelb (2016) a escolha do material não deve ser baseada em um senso comum sobre materiais bons ou ruins, uma vez que cada material possui características próprias, sendo necessário conhecê-las antes de fazer a escolha.

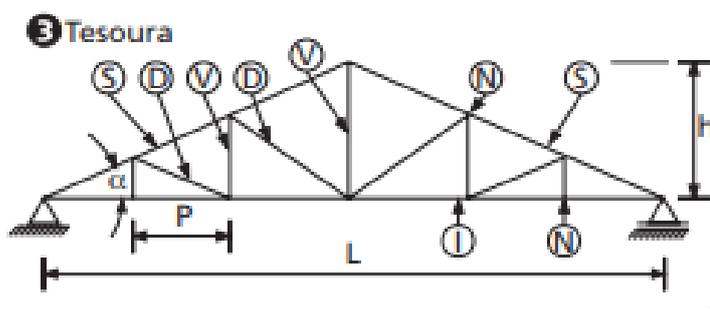
Flach (2012) afirma que a cobertura é a parte superior de uma edificação, protegendo-a das intempéries, e fundamental para o isolamento térmico e acústico, garantindo o conforto térmico para os usuários. E segundo Moliterno (2010), o telhado é destinado à proteção da construção contra ações de intempéries, como por exemplo, a chuva, vento, raios, etc.

De acordo com a legislação brasileira, NBR 15575-5 (ABNT, 2013) a cobertura de uma construção possui a função de assegurar a estanqueidade às águas pluviais e salubridade, protegendo os demais sistemas da edificação da deterioração por agentes naturais, além de contribuir para o conforto termocústico.

Neste sentido, Medeiros (2018) apresenta algumas definições dos termos utilizados na estrutura de um telhado, apresentado na Figura 5, com base nas obras de Moliterno (2010), Flach (2012) e NBR 15575-5 (ABNT, 2013):

- a) telhado: sistema de fechamento superior da edificação, podendo ser de materiais diversos, desde que impermeáveis às águas pluviais e resistentes à ação do vento e intempéries. A cobertura pode ser de telhas cerâmicas, telhas de concreto (planas ou capa e canal) ou de chapas onduladas de fibrocimento, aço galvanizado, PVC (Policloreto de vinila), asfáltica (shingle) ou fiberglass.
- b) armação: conjunto de elementos estruturais para sustentação do sistema, tais como: ripas, caibros, terças, tesouras e contraventamentos. Podendo estas serem executadas em madeira, aço, alumínio ou concreto armado.
- c) tesoura: viga principal em treliça, com função de transferir as cargas do telhado aos pilares ou paredes da edificação.
- d) terças: vigas apoiadas sobre tesouras.
- e) mãos-francesas: escoras com função de aliviar a flexão das terças. Também servem como travamento para os nós inferiores da tesoura.
- f) contraventamento vertical: estrutura vertical plana formada por barras cruzadas, dispostas perpendicularmente ao plano da tesoura. Tem função de travamento da tesoura, impedindo sua rotação e deslocamento causado majoritariamente pela ação dos ventos. Também é elemento de vinculação do banzo inferior à flambagem lateral.
- g) contraventamento horizontal: estrutura horizontal plana formada por barras cruzadas colocadas no plano abaixo à cobertura. Seu propósito é a amarração do conjunto de tesouras e terças.

Figura 5 – Elementos de uma tesoura



Fonte: (MOLITERNO, 2010).

Legenda:

S – Banzo superior

I – Banzo inferior

V – Barras verticais ou simplesmente verticais

D – Barras diagonais ou simplesmente diagonais

N – Nó ou junta – ponto de interseção de barras

P – Painel – distância entre dois nós

h – Altura da tesoura

L – Vão da tesoura – distância entre os apoios extremos

$\alpha$  – Inclinação da tesoura

Os próximos itens apresentam dois tipos de cobertura, as telhas de fibrocimento e as telhas termoacústicas.

## 5.1 TELHAS DE CIMENTO-AMIANTO

As telhas de cimento-amianto ou fibrocimento fabricadas comercialmente para a utilização na construção civil têm como matérias primas principais o cimento, a água, minerais e uma pequena porcentagem de fibras.

Os compósitos de cimento têm como características principais a sua baixa resistência a tração e capacidade de deformação, tendo seu aspecto quebradiço como limitante principal para sua utilização. Para melhorar sua performance é feito a incorporação de fibras nas matrizes cimentícias, tornando-as mais resistentes, dúcteis, tenaz e aumentando sua durabilidade (KUDER; SHAH, 2009). As fibras incorporadas podem ser naturais (amianto, celulose, etc.) ou artificiais (fibra de vidro, etc.) (NEGRO et al., 2005).

O amianto ou asbesto é naturalmente apresentado como um silicato fibroso, sendo que o tamanho de suas fibras, juntamente com a sua estrutura química, torna o asbesto muito compatível com o cimento (NEGRO et al., 2009).

Segundo Artigas (2013) o fibrocimento possui em sua estrutura uma mistura de cimento e adições minerais, sendo que as fibras minerais podem ser de origem sintética ou vegetal. Essa combinação gera um aumento da resistência à tração, maior capacidade de absorção de energia e mais resistência a impactos.

A utilização de telhas de fibrocimento com amianto teve seu uso mais expressivo na década de 70, sendo que entre as soluções construtivas para habitações populares, a telha de fibrocimento tem boa relação custo/benefício; entretanto as telhas de fibrocimento não possuem a capacidade de atender às exigências mínimas de desempenho térmico quando aplicadas por si só (ARTIGAS, 2013).

As telhas onduladas de fibrocimento devem seguir a norma NBR 7.581 (ABNT, 2012) – Telha Ondulada de Fibrocimento (Parte 1 – Classificação e Requisitos, Parte 2 – Ensaio, Parte 3 – Padronização), sendo que na norma citada não é possível identificar classificações indicativas quanto a composição química ou quantitativas, dando possibilidade de cada fabricante ficar responsável pela sua fórmula (MARQUES, 2014).

A NBR 7581 (ABNT, 2012) apresenta as dimensões aceitáveis para as telhas de fibrocimento e carga mínima de ruptura, conforme as Tabelas 1, 2, 3 e 4.

Tabela 1 – Espessura da telha

Espessura(mm)	Tolerância(mm)	
5	-0,4	+0,4
6	-0,4	+0,5
8	-0,4	+0,7

Fonte: (Adaptado pelo autor, 2020)

Tabela 2 – Largura da telha

Largura(mm)	Tolerância(mm)
920	+-10
1100	

Fonte: (Adaptado pelo autor, 2020)

Tabela 3– Carga de ruptura mínima admissível

Espessura da telha(mm)	Carga de ruptura (N/m)
5	4000
6	5000
8	6500

Fonte: (Adaptado pelo autor, 2012)

Tabela 4 – Comprimento da telha

Comprimento(mm)	Tolerância(mm)
910	+-10
1220	
1530	
1830	
2130	
2440	
2750	
3050	
3660	

Fonte: (Adaptado pelo autor, 2020)

A empresa Etenit é uma das maiores produtoras de telha amianto no Brasil, sendo que atualmente as telhas de fibrocimento são fabricadas sem amianto em sua composição. A partir do catálogo fornecido pela empresa, é possível verificar as características da telha de fibrocimento e as instruções de uso e instalação.

A Figura 6 apresenta as características da telha ondulada do catálogo da empresa Eternit (ETERNIT, 2020, p. 34), a qual é indicada para coberturas residenciais, galpões, depósitos e obras em geral, podendo ser utilizada para fechamentos laterais.

Figura 6 – Telha ondulada

Comprimentos (m)	Pesos nominais (kg)	
	6 mm	8 mm
1,22	16,3	21,7
1,53	20,4	27,2
1,83	24,4	32,5
2,13	28,4	37,9
2,44	32,5	43,4
3,05	40,7	54,0
3,66	48,8	65,0

Espessura	6 mm e 8 mm
Peso médio em cobertura	(6 mm) 18 kg/m <sup>2</sup> (8 mm) 24 kg/m <sup>2</sup>
Vão livre máximo	(6 mm) 1,69 m (8 mm) 1,99 m
Balanço longitudinal máximo	40 cm
Balanço lateral máximo	10 cm
Inclinação mínima	5° (9%)
Sobreposição longitudinal mínima	14 cm

Fonte: (ETERNIT, 2020).

Para execução dos telhados de fibrocimento é de extrema importância seguir a recomendação dos fabricantes de nunca pisar diretamente sobre as telhas, utilizando tábuas apoiadas em três terços para evitar quebras e rachaduras.

As telhas de fibrocimento não possuem grande capacidade de vedação térmica quando comparadas com outros tipos de telhas, de acordo com Peralta (2016), sendo que normatizações de desempenho térmico específico para este tipo de telha nas situações críticas ainda precisam ser realizadas.

## 5.2 TELHAS METÁLICAS TERMOACÚSTICAS

As telhas termoacústicas também são conhecidas como telhas sanduíche ou duplas, compostas por duas folhas de telhas metálicas que recobrem seu interior revestido por material isolante. A principal finalidade da telha sanduíche é o isolamento térmico e acústico, propiciando maior qualidade ao ambiente interno da edificação.

Em sua composição podem ser utilizadas diferentes materiais com grande espessura, conferindo à peça grande resistência mecânica, possibilitando maior espaçamento entre as telhas, e resistência a fortes ventos, assim como cargas concentradas no meio do vão (BELLEI, 2006).

A empresa Kingspan é fabricante das telhas termoacústicas, e segundo o seu *site* elas são composta por três camadas, chapa metálica, isolamento térmico e chapa metálica, formando um “sanduíche”. Como núcleo isolante são usados três materiais principalmente, o poliisocianurato (PIR), poliestireno (EPS) e a lã de rocha (LDR), criando um sistema de grande rigidez, alta resistência térmica e grande isolamento a ruídos externos (KINGSPAN, 2020).

A Figura 7 mostra os tipos de materiais que são utilizados na fabricação das telhas sanduíches, trazendo os desempenhos dos núcleos isolantes.

Figura 7 – Desempenho dos núcleos isolantes

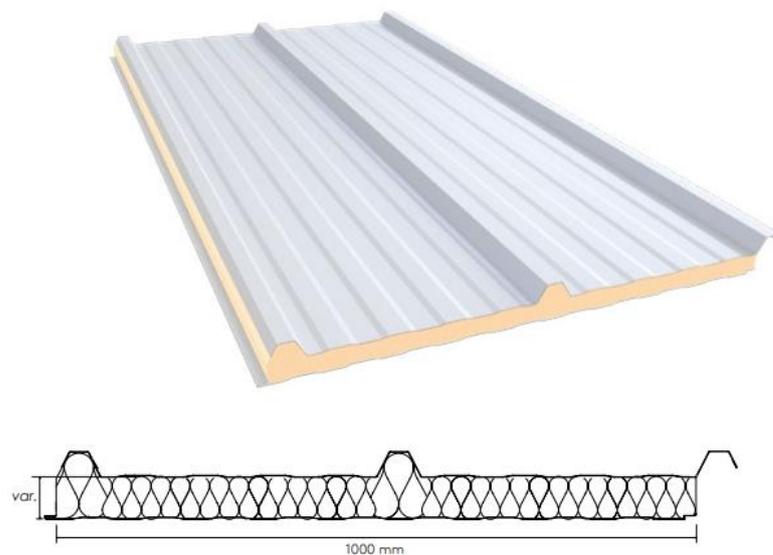
DESEMPENHO DOS NÚCLEOS ISOLANTES 									
NÚCLEO ISOLANTE	Condutividade Térmica		Resistência à Compressão NBR	Ignitabilidade BS EN ISO 11925-2		Tempo de Resistência ao Fogo (TRRF) - NBR 10636		Classificação quanto à reação ao fogo II-10 do CB-SP	
	Resultado	Laudo Ensaio	Resultado	Resultado	Laudo Ensaio	Resultado	Laudo Ensaio	Resultado	Laudo Ensaio
PIR AP 😊	0,022 W/mk	1081 928-203 IPT	>100 Kpa	Aprovado	>100 Kpa	—	—	Classe II-A	1079 832-203 IPT 1106 514-203 IPT
PIR 😊	0,020 W/mk	LMPT/04	>100 Kpa	Aprovado	>100 Kpa	—	—	Classe II-A	1048 382-203 IPT 1054 731-203 IPT
LDR 😊	0,040 W/mk	—	44 Kpa	Incombustível	Incombustível	1h - LDR 100mm 2h - LDR 200mm	982 435-203 IPT 988 257-203 IPT	Classe I	1042 345-203 IPT
EPS 😞	0,035 W/mk	LMPT/02	69 Kpa	Aprovado	1088 389-203 IPT	—	—	Classe VI	1088 389-203 IPT
PUR 😞	0,020 W/mk	LMPT/01	>100 Kpa	Não Aprovado	1044 140-203 IPT	—	—	Classe VI	1044 140-203 IPT

Fonte: (KINGSPAN, 2020).

Quando se exige grande capacidade de isolamento térmico e acústico normalmente são utilizadas telhas termoacústicas. A empresa Kingspan informa, no catálogo de produtos, que a inclinação mínima indicada é de 6% para telhas trapezoidal PIR, telha termoacústica de Poliisocianurato, sendo que a vantagem desse tipo de sistema de cobertura é sua estanqueidade, resistência ao fogo (núcleo PIR com certificação FM), produto sustentável entre outras destacadas pela empresa (KINGSPAN, 2020).

O catálogo da empresa informa como característica da telha termoacústica com núcleo de Poliisocianurato (PIR) uma densidade média de 28 a 40 Kg/m<sup>3</sup> e condutividade térmica de 0,022 W/m.k. A Figura 8 mostra a telha sanduíche e a Figura 9 mostra as características técnicas da telha.

Figura 8 – Telha trapezoidal sanduíche



Fonte: (KINGSPAN, 2020).

Figura 9 – Detalhes Técnicos

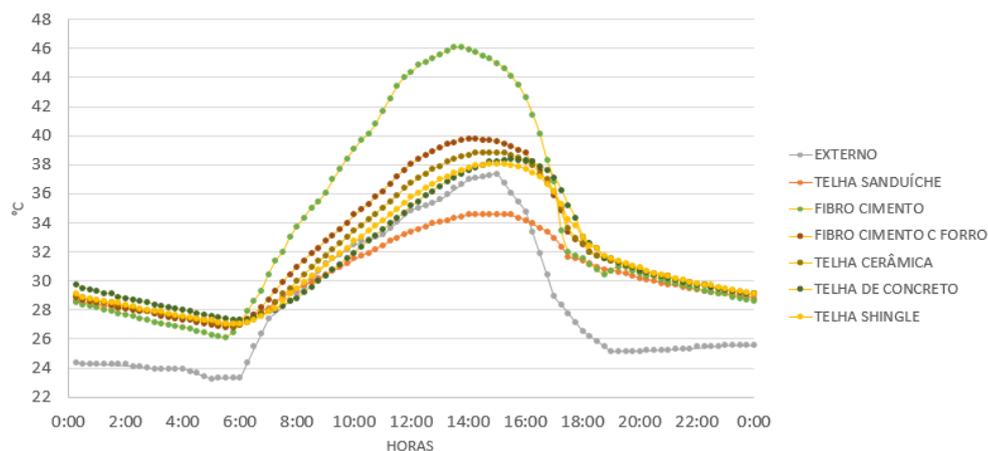
Nº de apoios	Espessura isolante (mm)	Peso próprio (kg/m <sup>2</sup> )		U Coef. global de transm. calor (w/m <sup>2</sup> .k)	Comprimento máximo (m)		Vão máximo entre apoios (mm)	
		Aço/Aço	Aço/Filme		Aço/Aço	Aço/Filme	Aço/Aço	Aço/Filme
▲▲	20	9,29	5,65	1,10	8	7	2300	1600
	30	9,69	6,05	0,73	12	7	2600	1800
	50	10,49	6,85	0,44	12	7	3000	1800
▲▲▲	20	9,29	5,65	1,10	8	7	2300	1600
	30	9,69	6,05	0,73	12	7	2600	1800
	50	10,49	6,85	0,44	12	7	3300	1800
	70	11,29	-	0,31	12	-	3700	-
	100	12,49	-	0,22	12	-	4500	-

Tamanho mínimo das peças - 2,5 metros / Tamanho mínimo de transpasse - 50 mm / Tamanho máximo de transpasse - 300 mm

Fonte: (KINGSPAN, 2020).

Segundo análise feita por Zanella (2019), ao realizar uma simulação para uma edificação, situada na região de Porto Alegre, alterando o sistema de cobertura, concluí-se que o modelo construtivo com telha sanduíche apresentou uma vantagem térmica superior a 4,50° Celsius para o dia típico de inverno e 11,00° Celsius para o dia típico de verão, quando comparado aos piores resultados, obtidos pelo modelo construtivo com telha de fibrocimento. A Figura 10 mostra uns dos resultados da análise, destacando a variação de temperatura em um dos dormitórios em um dia típico de verão.

Figura 10 – Dormitório Norte em dia típico de verão.



Fonte: (ZANELLA, 2019)

## 6 ANÁLISE DO PROJETO

Este capítulo apresenta um projeto realizado por uma empresa de engenharia ambiental que efetuou a substituição, e descarte de telhas de cimento-amianto de um pavilhão industrial na região metropolitana de São Paulo por telhas metálicas termoacústicas.

O trabalho realizado pela empresa de engenharia seguiu todas as normas de segurança para manipulação do amianto que estão expressas na Norma NR 15: Atividades e Operações Insalubres (BRASIL, 1991) e fez a destinação correta para aterro legalizado pela prefeitura de São Paulo respeitando a lei estadual nº12.300 que possui as diretrizes da política estadual de resíduos sólidos para o estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2006).

A apresentação deste projeto é feita nas seguintes etapas: caracterização e descrição do projeto, detalhando todo processo relativo à segurança dos trabalhadores envolvidos e da classificação das telhas de cimento-amianto como resíduo perigoso e sua correta destinação.

### 6.1 PROJETO

O projeto de remoção de matérias contendo asbesto tem como diretrizes a definição dos procedimentos e medidas para a operação, logística e controle deste material, localizado em uma unidade industrial na região metropolitana de São Paulo/SP, conforme ilustrado nas Figuras 11 e 12. Foram estabelecidos critérios e parâmetros técnicos adequados a serem observados quanto ao uso, manuseio, armazenamento e disposição final destes resíduos, objetivando proteger o ambiente, a integridade física e a saúde ocupacional dos profissionais envolvidos em operações que os utilizam e manuseiam.

A manipulação de materiais que contém asbestos é o fator agravante com relação a sua classificação como resíduo perigoso, haja vista que o risco a saúde das pessoas está na formação de particulados (poeira) do material proveniente de qualquer operação de corte, furação, abrasão e trituração. Devido ao seu tamanho e formato, a poeira (fibras) é inspirada pelo sistema respiratório e levada aos pulmões e a corrente sanguínea, podendo causar várias doenças ao decorrer do tempo.

Os procedimentos de segurança adotados pela empresa foram elaborados com o objetivo de minimizar os impactos e interferências no entorno da área de trabalho, além de preservar as condições de segurança e saúde de todos os envolvidos, por meio da elaboração do Plano de Saúde e Segurança (PSS) com os serviços descritos para realização dos procedimentos necessários para manuseio dos materiais com asbestos, seguindo os procedimentos especificados na Norma NR 15: Atividades e Operações Insalubres (BRASIL, 1991) . Todos colaboradores envolvidos na execução das tarefas descritas receberam treinamento sobre o PSS, e o documento foi disponibilizado durante a totalidade do período de execução das atividades.

Figura 11 – Região Metropolitana de São Paulo.

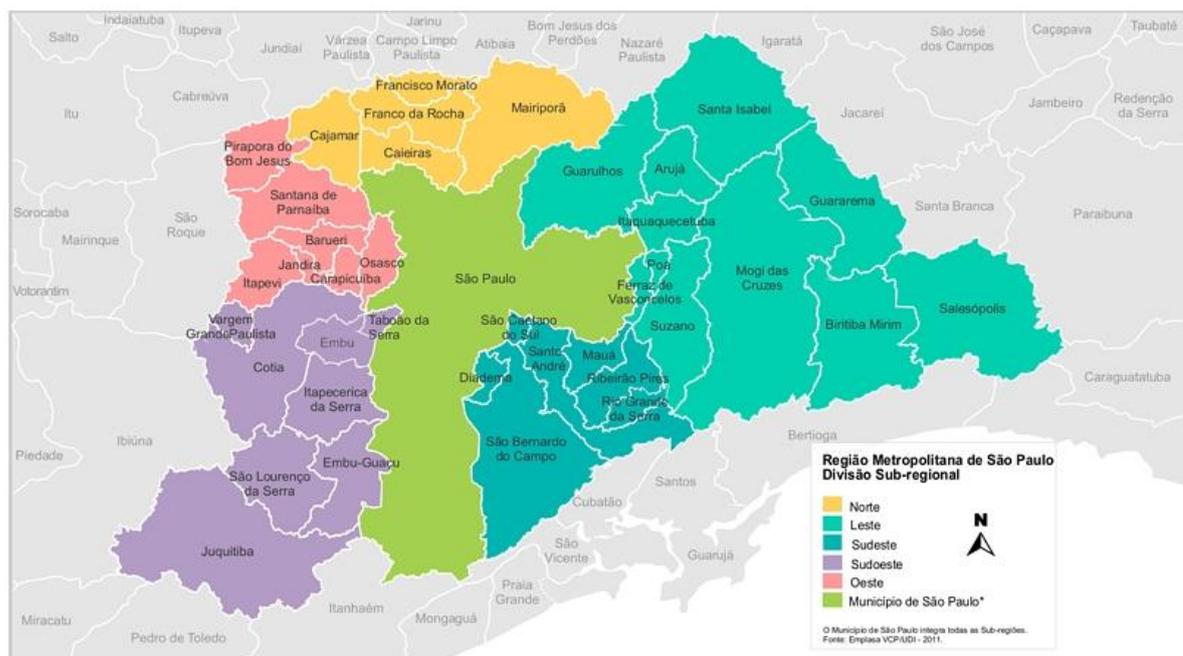
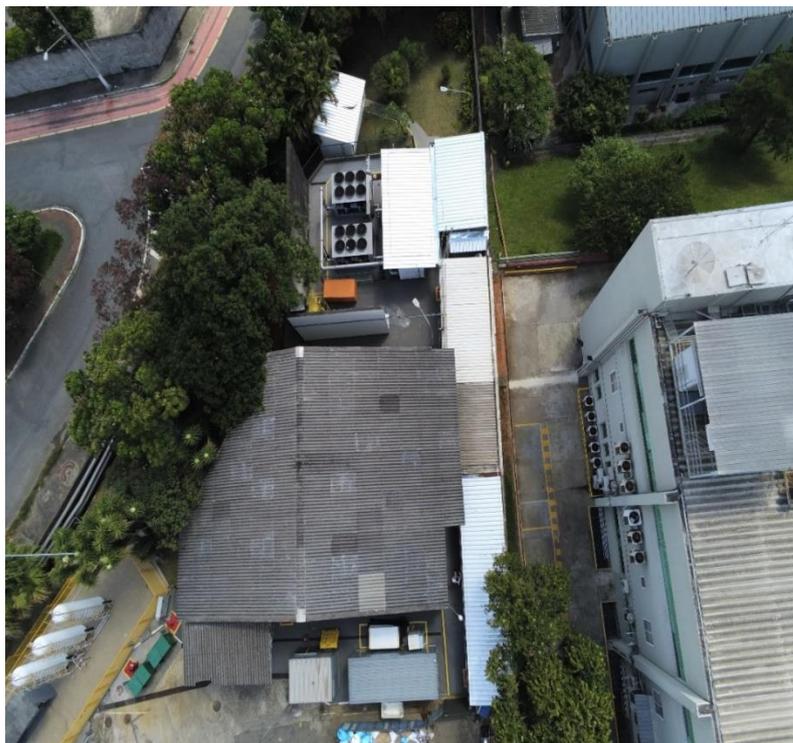


Figura 12 – Localização da área de interesse



Fonte: (Foto da empresa, 2020).

## 6.2 LEVANTAMENTO DOS MATERIAIS CONTENDO ASBESTOS

A empresa de engenharia ambiental realizou o levantamento da presença de asbesto nas instalações físicas e equipamentos da unidade industrial onde o projeto foi realizado. O escopo do trabalho foi o mapeamento dos materiais que poderiam conter asbesto e a confirmação da presença foi realizada através de análise laboratorial, uma vez que ao longo dos anos as telhas de fibrocimento quebradas foram sendo substituídas por outras havendo a necessidade de confirmar a presença de asbesto nos materiais suspeitos.

Foi realizado a coleta de 18 amostras para a análise de fibras de asbesto em laboratórios, sendo realizado uma entrevista e vistorias na unidade industrial para definição das áreas de coleta.

Para análise das amostras a empresa de engenharia contratou um laboratório terceirizado, que realizou as análises em laboratório pelo método semi-quantitativo PLM EPA 600/R-93/116 – *Method for the determination of asbetos in bulk building materials* – o qual utiliza microscópio de luz polarizada. Das 18 amostras, 08 tiveram resultados positivos para a fibra do tipo crisotila sendo que as áreas com resultados positivos foram:

➤ Telhas de fibroamianto, em 06 locais distintos:

- Prédio administrativo;
- Deposito de Manutenção da JLL;
- Deposito de Materiais Acabados;
- Armazenagem – Moinho
- Casa de Bombas – Chiler
- Banheiro de Funcionários;

➤ Caixas d'água, em 02 locais distintos:

- Caixa d'água Portaria (01 caixa);
- Caixas d'água Caldeira (02 caixas).

Após a identificação das áreas foi realizado cálculos a partir da planta baixa da unidade industrial para estimar o quantitativo de materiais para remoção, sendo que a quantidade estimada de material é de 28,74 ton e os valores de cada área onde foi feita a remoção esta apresentado no Tabela 5.

Tabela 5 - Materiais contendo Asbesto

Materiais contendo Asbesto						
Descrição do local	Área (M <sup>2</sup> )	Quantidade Material		Peso Total (ton)	Paletes	
		Telhas	CX Água		Dimensão	Quantidade
Prédio Administrativo	830	620	-	14,94	1,40 x 1,10	15
Depósito de Manutenção - JLL	15	8	-	0,27	2,40 x 1,10	1
Depósito de materiais Acabados - Telhas	235	175	-	4,23	1,50 x 1,10	12
Depósito de materiais Acabados - Fechamento Lateral	380	265	-	6,84		
Armazenagem/ Moinho	35	12	-	0,63	3,00 x 1,10	1
Casa de Bombas/ Chiller	39	30	-	0,702	3,60 x 1,10	1
Banheiro/ Vestiário de Funcionários	18	12	-	0,324	3,00 x 1,10	1
Caixa D'água - Portaria	-	-	1	0,2	1,20 x 1,00	1
Caixa D'água - Caldeira	-	-	2	0,4	1,20 x 1,00	2
Caixa D'água - Chiller	-	-	1	0,2	1,20 x 1,00	1
<b>Total</b>	1.552,00	1.122,00	4	28,736	-	35

Fonte: (Arquivo da empresa, 2020).

### 6.3 PROCEDIMENTOS PARA REMOÇÃO DO MATERIAL CONTENDO ABESTOS

Visando atender à legislação do estado de São Paulo, quanto à desmontagem dos materiais contaminados, as seguintes premissas foram seguidas:

- umedecimento das peças contendo asbestos “quando necessário” para que evitasse a formação de poeiras;
- as telhas que foram removidas eram antigas e possivelmente continham trincas, portanto foi evitado pisar/andar sobre as telhas (diretamente) ou apoiar outros materiais pesados para evitar a quebra de peças, mantendo a sua integridade e melhor forma de retirada;
- durante a remoção de telhas contendo asbestos, buscou-se manter a integridade das telhas, evitando quebrá-las durante a sua retirada da cobertura. Os parafusos foram, quando possível,

retirados via ferramentas manuais sem geração de poeiras e não foram utilizadas serras elétricas ou lixadeiras, entretanto os alicates foram permitidos;

- equipamentos para aspersão de água foram previstos para o caso de geração de poeira proveniente durante a desmontagem das telhas.

#### 6.4 TRABALHOS EM ALTURA

Durante a realização de trabalhos em altura e sobre telhados que ofereceram riscos devido à inclinação, altura, natureza ou estado de sua superfície, ou por efeito das condições atmosféricas, foram tomadas medidas de proteção adicionais, sendo realizada a inspeção prévia obrigatória da estrutura.

As medidas de proteção adicionais de segurança adotadas foram a instalação de guarda-corpos, plataformas de trabalhos, escadas, rampas e demais medidas de proteção coletiva necessárias.

Todos os trabalhadores que exerceram atividades sobre telhados ou alturas elevadas fizeram os exames médicos obrigatórios para a função, e os procedimentos da NR-35 (BRASIL, 2012), que regulamenta sobre trabalho em altura, foram rigorosamente seguidos, bem como todos os equipamentos utilizados estavam homologados.

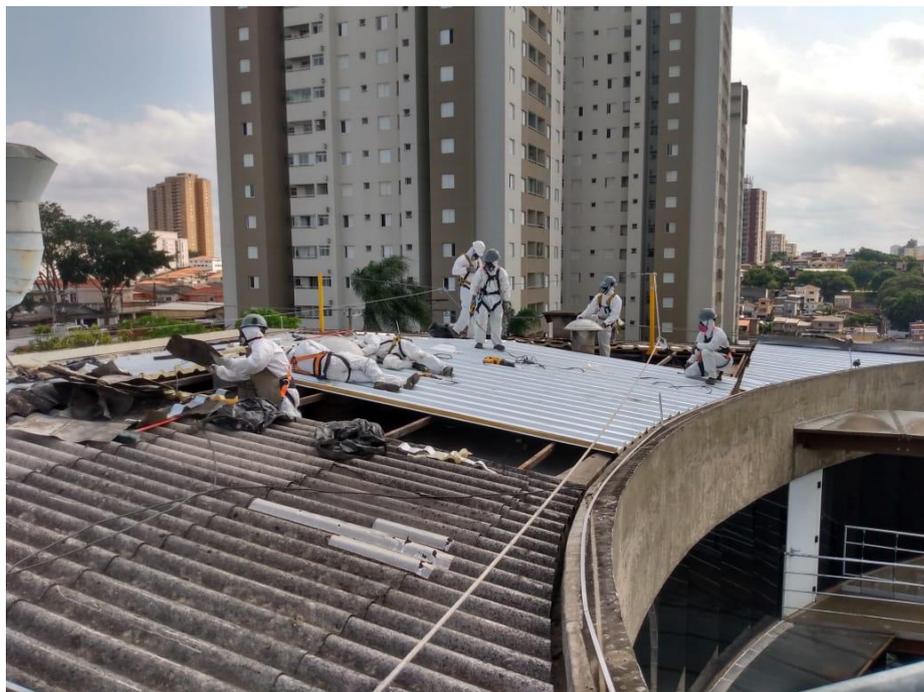
Os seguintes procedimentos foram atendidos com relação à execução de atividades em altura:

- vistoria prévia na estrutura do telhado para verificar boas condições de resistência, apresentação de projeto construtivo das estruturas do telhado;
- foi obrigatório o uso do cinto de segurança tipo paraquedista com dois talabartes e trava dupla para trabalhos acima de 1,80 metros de altura;
- foi proibido o acúmulo de telhas soltas sobre a cobertura, bem como ferramentas e outros materiais;
- foi proibido o trabalho em dias de chuvas, vendavais e tempestades, seguindo as normas de segurança interna da empresa responsável pela administração da unidade industrial;

- as ferramentas manuais foram transportadas em cinto próprio ou em caixas, nunca nos bolsos ou mãos;
- foi obrigatória a instalação de cabo-guia de aço para fixação do cinto de segurança tipo paraquedista com dois talabartes e trava-dupla;
- os cabos-guias tiveram suas extremidades fixadas à estrutura definitiva da edificação por meio de suporte de aço inoxidável ou outro material de resistência e durabilidade equivalente;
- foram dispostas sinalizações e isolamento da área onde foram realizados os trabalhos;
- o deslocamento em cima dos telhados foi feito através de passarelas (madeira ou metálica);
- a passarela, feita por tábua de madeira, foi apoiada no mínimo em três ondas da telha, sendo sua largura mínima de 35 centímetros;
- foi observada a ausência de pregos nas passarelas de madeira;
- chaves fixas e ajustáveis foram bem adaptadas às porcas ou parafusos, de maneira a evitar o escape repentino;
- não foram estocadas as telhas retiradas ou quaisquer outros materiais nas bordas do telhado.

A Figura 13 demonstra os trabalhadores com os equipamentos de segurança e a linha de vida.

Figura 13 - Trabalhadores com equipamentos de segurança



Fonte: (Foto da empresa, 2020).

## 6.5 TRABALHO COM CAMINHÃO *MUNCK* E CAMINHÃO *ROOL-ON/ROLL-OFF*

A movimentação de materiais e equipamentos de pequeno e médio porte foi realizada utilizando equipamentos adequados e que não comprometiam a segurança e integridade física dos trabalhadores.

Foram utilizados também veículos de maior porte para serviços específicos, tais como Caminhão *Munck*, Caminhões *Roll-on/Roll-off*, e eventuais outros quando necessário, para transporte e estocagem de materiais de grandes volumes.

A empresa que executou os trabalhos, em que foram necessários o uso de equipamentos de guindar para a elevação de pessoas e/ou realização de trabalho em altura, seguiu as definições da Norma NR-12 (BRASIL, 2010) que regulamenta sobre a Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.

Conforme a norma NR-12: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos (BRASIL, 2010) do Ministério do Trabalho e Emprego, o item específico Anexo XII preconiza a obrigatoriedade do planejamento das operações para serviços que envolvam risco de acidentes de trabalho em máquinas e equipamentos, realizados em conformidade com os procedimentos de trabalho e segurança, sob supervisão e anuência expressa de profissional habilitado ou qualificado, desde que autorizados.

Sobre a utilização de equipamentos de guinda, a NR-18 (BRASIL, 2010) possui o item - 18.14.24.17, o qual determina que a implantação e a operacionalização de equipamentos de guindar devem estar previstas em um documento denominado “Plano de Cargas” contendo, no mínimo, as informações constantes do Anexo III da norma em questão. Porém, para a equipe operacional da empresa que realizou os serviços, apenas foi utilizada como analogia visto que quando se analisa as diretrizes do Anexo III, observa-se que são voltadas para guindastes de torre (gruas) que possuem muitas diferenças em relação aos guindastes móveis sobre rodas.

## 6.6 ENVELOPAMENTO DO MATERIAL REMOVIDO

Visando atender à legislação federal em relação ao descarte de material contaminado com asbesto, todo material removido da sua origem foi devidamente envelopado antes de ser movimentado/transportado para o canteiro de obras, na área de armazenagem temporária dos materiais contendo asbestos.

As telhas foram envelopadas com filme plástico e posteriormente com lona plástica, devendo esta ser resistente ao manuseio da movimentação de carga e transporte.

Após o envelopamento do lote, o material recebeu amarração com cinta de polietileno, assegurando que a movimentação da carga fosse segura.

Todo material que eventualmente estava quebrado foi acondicionado em *big bags* (embalagens ou contentores flexíveis que apresentam como características principais ótimos níveis de resistência e de versatilidade), no local e direcionado para o canteiro de obras para área de armazenagem temporária.

## 6.7 PROCEDIMENTOS PARA REMOÇÃO DOS MATERIAIS

O Galpão de Depósito de Materiais Acabados possui uma área de cobertura total de 366.8 m<sup>2</sup> e fechamento lateral de 355,9 m<sup>2</sup>, composto por telhas e cumeeiras de fibrocimento, as quais foram todas removidas.

Para a Área de Depósito de Materiais Acabados (Shed) foi estimada a remoção de 12,00 toneladas de telhas de fibrocimento, com dimensão de 1,40 x 1,10m. Para o acondicionamento das telhas estava previsto 26 paletes com dimensão de 1,40 x 1,10m, composto por aproximadamente 40 telhas e peso estimado de 0,94ton, para cada palete.

A estrutura de sustentação da cobertura foi avaliada previamente aos serviços de desmontagem das telhas, a fim de garantir segurança para os envolvidos no trabalho.

Vizando a minimização das movimentações na cobertura, a remoção das telhas foi realizada em setores pré-definidos (Lado Esquerdo – Primeira Etapa /Fundo do Galpão/Posterior – Segunda Etapa/Frente do galpão/Frontal – Terceira / T1D / T1E e T2A Etapa /Cobertura do Galpão/Superior – Quarta Etapa /Lado Direito – Quinta Etapa) com o objetivo de garantir uma melhor logística operacional e segurança.

A sequência executiva para retirada das telhas possibilitou ao corpo técnico da empresa fazer inspeções nos trechos removidos, de forma a avaliar as condições das infraestruturas (estrutura da cobertura) e definir as ações para o local, após retirada das telhas. A Figura 14 apresenta a sequência executiva.

Figura 14 – Sequência executiva de troca de cobertura e fechamento lateral no depósito de materiais acabados



Fonte: (Foto da empresa, 2020).

Os trabalhos de remoção das telhas no depósito de materiais acabados foram realizados em etapas. Primeiramente foi executada a preparação da unidade industrial para a realização do trabalho de remoção de telhas e a inspeção visual das estruturas de cobertura. Esta inspeção visual foi desenvolvida antes de iniciar os serviços de desmontagem das telhas, com a posterior definição dos pontos de descida das telhas e instalação dos equipamentos.

O primeiro ponto de descida (ponto de descida 01), escolhido pela equipe técnica como melhor alternativa, foi na cobertura. Procedeu-se então fechamento da área central que fica de frente para o depósito de materiais acabados por meio da utilização de tapumes com o uso de cerquites e telas tapumes na cor laranja, em todo perímetro da área de trabalho (remoção e instalação), objetivando promover a segurança de todos da obra e dos colaboradores da empresa.

Foi realizado a inspeção visual da estrutura da cobertura na parte inferior interna do depósito, e posteriormente foi definido o trajeto de deslocamento dos trabalhadores pela parte superior da cobertura.

Em seguida, foram colocadas passarelas de madeira feitas por tábuas de madeira, com o mínimo 35 cm (ou 3 ondas de telhas), garantindo condições seguras para acessar locais específicos conforme as etapas de desmontagem e, após a instalação das telhas sanduíche, estas foram utilizadas como plataforma de trabalho.

A desmontagem das telhas foi realizada manualmente com ferramentas e EPI's adequados e validados pelo Técnico de Segurança, o qual era responsável por garantir que trabalhadores estivessem usando os EPI's de acordo com a norma NR 06: Equipamento de Proteção Individual – EPI (BRASIL, 2001), e a desmontagem das telhas foi realizada em setores predefinidos.

Para a desmontagem das telhas foram desenvolvidos trabalhos manuais de desconexões dos parafusos, sendo observados os devidos cuidados por parte dos trabalhadores, visando a integridade das telhas, evitando sua quebra com esforços excessivos no manuseio das ferramentas. Em casos eventuais de quebras das telhas, os fragmentos e pedaços foram acondicionados em *big bags*, e estes dispostos na laje de produção para posterior descida com equipamentos adequados.

Após a retirada da telha na área da cobertura, as peças foram transportadas manualmente e individualmente até o ponto de descida, que estava instalado próximo ao andaime, onde foi posicionado um guincho de coluna engastado na estrutura do telhado. O ponto de descida foi mantido durante todo processo de desmontagem e descida das telhas do galpão.

## 6.8 RECOMPOSIÇÃO DA COBERTURA

A estrutura de sustentação da cobertura não foi alterada durante o projeto, permitindo que recomposição da cobertura fosse efetuada juntamente à remoção das telhas de fibro-amiante, sendo as telhas termoacústicas com Poliisocianurato (PIR) instaladas no local das telhas de fibrocimento removidas, de forma que a remoção e reposição se deram em conjunto, não deixando áreas do telhado descoberta, conforme a Figura 15.

Figura 15 - Trabalhos de remoção e reposição



Fonte: (Foto da empresa, 2020).

Na sequência da remoção das telhas de fibro-amianto, as novas telhas foram içadas de forma manual e individualmente até a área do telhado, com o auxílio do andaime tubular instalado e o guincho de coluna. Antes da fixação das novas telhas, foi feita uma verificação da estrutura de sustentação preexistente.

A fixação das telhas novas foi efetuada na estrutura de sustentação preexistente com parafusos autobrocantes munidos de borracha de vedação, instalados com o auxílio de parafusadeira elétrica a bateria.

## 6.9 OPERAÇÃO NO PISO DO ESTACIONAMENTO

Após a descida das telhas do nível da cobertura e fechamentos laterais para o piso do estacionamento, estas foram transportadas manualmente a área de empacotamento, onde foram

envelopados em grupos/lotes de 30 telhas e acondicionamento sobre palete, com uma carga aproximada de 750kg.

Posteriormente a esta operação, o lote foi transportado para a área de armazenagem e destinação final (caçamba), através de uma paleteira.

## 6.10 CARREGAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL

O carregamento dos veículos para destinação final foi realizado com auxílio de uma paleteira até a caçamba de destinação, e a destinação final dos resíduos ocorreu em veículo apropriado e conforme as legislações vigentes. Apresenta-se a seguir na Figura 16 a visualização da cobertura do prédio administrativo antes da reforma.

Figura 16 – Cobertura Prédio Administrativo antes da reforma



Fonte: (Foto da empresa, 2020).

## 6.11 IDENTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

De acordo com a Resolução CONAMA n° 348/2004, os resíduos de materiais que contêm asbesto são considerados como perigosos e, portanto, devem ser gerenciados como tal. Os

materiais que não estejam quebrados foram segregados em pilhas sobre paletes, envolvidos em plásticos resistentes e bem amarrados, bem como os materiais quebrados foram devidamente colocados em *big bags*.

Seguindo as orientações da Norma NR 15 (Brasil,1991), todas as embalagens foram rotuladas, sendo que os rótulos continham a letra minúscula "a" ocupando 40% (quarenta por cento) da área total da etiqueta e os caracteres: "Atenção contém amianto", "Respirar poeira de amianto é prejudicial à saúde" e "Evite risco: siga as instruções de uso".

A rotulagem foi impressa no produto, em cor contrastante, de forma visível e legível. O modelo da rotulagem pode ser observado na Figura 17.

Conforme a norma NBR 12.235 (BRASIL, 1992) o armazenamento deve ser feito de modo a não alterar a quantidade/qualidade do resíduo.

Figura 17: Exemplo de rótulo para armazenamento de resíduos com Amianto



Fonte: (Foto da empresa, 2020).

## 6.12 CARREGAMENTO, TRANSPORTE E DESTINAÇÃO FINAL

O carregamento dos veículos para destinação final foi realizado com apoio de caminhão *munck*. Os resíduos foram destinados ao aterro de classe 1 da empresa de engenharia ambiental que realizou o serviço, localizado na Rodovia dos Bandeirantes, bairro Calcarea em Caieiras – SP.

A cada carregamento, um Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) foi emitido e acompanhou a carga até o destino final, conforme legislação NBR-13221: Transporte terrestre de Resíduos (ABNT, 2002). O modelo de MTR se encontra no Anexo 1.

O transporte dos resíduos perigosos foi efetuado por outra empresa da área ambiental, seguindo o manual de fiscalização do transporte rodoviário nacional e internacional de produto perigosos – TRPP (BRASIL, 2018), sendo que, para tanto, o transportador necessitava possuir licença especial e fornecer motorista com Curso MOPP (Movimentação Operacional de Produtos Perigosos), além de manter o resíduo bem acondicionado para evitar a queda e eventual espalhamento na via pública, e devidamente protegido de intempéries.

Respeitando a legislação NBR-13221: Transporte terrestre de Resíduos (ABNT, 2002), os veículos deviam estar em bom estado de conservação, com identificação de acordo com o resíduo a ser transportado, providos com equipamentos de segurança para atendimento a eventuais emergências. Durante o trajeto, o condutor do caminhão estava munido com a Nota Fiscal, Ficha de Emergência, Envelope, Manifesto de Transporte e cópia da licença de operação emitida pela entidade de destinação final.

O transporte de materiais contendo asbestos é considerado de “alto risco” pela Lei 9.055/95 (que disciplina o “uso controlado ou dito seguro”) e é classificado pela numeração (ONU 2590) “9” Substâncias perigosas diversas, que deverá constar em placas de sinalização nas carrocerias dos caminhões ou nos veículos de transporte; e em caso de acidentes, os produtos danificados contendo amianto serão sempre tratados como resíduos perigosos (BRASIL, 1995).

A Figura 18 demonstra as placas que devem sinalizar os veículos que transportam resíduos contendo amianto.

Figura 18 - Veículos Emplacados Conforme Numeração da ONU para Resíduos Perigosos como “9” - Substâncias Perigosas Diversas



Fonte: (Foto da empresa, 2020).

De acordo com a Resolução CONAMA n° 307/2002 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002), os resíduos da construção civil, inclusive os materiais contendo asbesto, não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei.

Adicionalmente, de acordo com a reclassificação da Resolução CONAMA n° 348/2004 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2004), os resíduos de materiais de construção que contém asbesto devem ser dispostos em aterros licenciados pelo órgão ambiental do estado e específicos para este tipo de resíduo Classe 1 (resíduo perigoso).

Como o processo de remoção ocorreu no estado de São Paulo, a empresa responsável, antes mesmo de iniciar a obra de demolição, remoção, desamiantização ou desmonte, contatou o aterro para disposição final, que orientou as empresas licenciadas para transporte, como obter o CADRI (Certificado de Aprovação para Destinação de Resíduos Industriais) junto ao órgão ambiental regional ou estadual, como no caso a CETESB (no estado de São Paulo), como proceder com as embalagens, rotulagens, transporte e disposição final na célula e outras informações úteis relativas ao descarte propriamente dito, já que não há normas ainda definidas para esta disposição de materiais contendo amianto.

O aterro deve fornecer ao seu cliente relatório circunstanciado com todo o detalhamento da disposição final (quantidade, data, dados detalhados do transportador, local de disposição, etc.); este é um documento que poderá ser requisitado no ato de uma fiscalização para comprovação/certificação adequada da disposição final.

No Estado de São Paulo, foi firmado um acordo verbal em que os aterros fornecem anualmente ao órgão regional do Ministério do Trabalho e Emprego o inventário de resíduos com nome do gerador e quantidades dispostas. Para a disposição final (em Aterro Classe I) os aterros exigem os seguintes itens para recebimento de material contendo asbestos:

- para telhas de amianto - as mesmas deverão estar embaladas em plástico resistente, cintadas (cintas de polietileno) e dispostas sobre paletes;
- no caso de haver peças quebradas e/ou outros resíduos contendo amianto, deverão ser acondicionadas em *big bags* com as alças de sustentação voltadas para cima.

A carroceria do caminhão utilizada no transporte até o aterro, após descarga, deverá ser aspirada para evitar a propagação das fibras de amianto.

O destino de resíduos inerte como recorte das telhas sanduíche proveniente da instalação foi realizado acompanhado dos documentos necessários como MTR (Manifesto de Transporte de Resíduos) e Nota Fiscal para o aterro.

As Figuras 19 a 21 apresentam as fotos da operação de remoção das telhas de fibroamianto mostrando a correta proteção do resíduo e a identificação do mesmo.

Figura 19 - Resíduos com Amianto Embalados em Filme Plástico Resistente sobre Paletes e Cintados – Peças de Amianto Inteiras



Fonte: (Foto da empresa, 2020).

Figura 20 - Resíduos com amianto embalados em filme plástico resistente sobre paletes e cintados – Peças de amianto inteiras



Fonte: (Foto da empresa, 2020).

Figura 21 - Forma de acondicionamento de resíduos caso estejam quebrados em *Big Bags*



Fonte: (Foto da empresa, 2020).

## 7 ORÇAMENTOS

A partir do estudo do projeto realizado pela empresa ambiental será feito uma estimativa de custos para execução do projeto de substituição de telhas de fibrocimento por telhas termoacústicas, levando em consideração os custos da destinação das telhas retiradas para aterro licenciado. Neste item será levado em conta a execução do projeto no prédio administrativo, que possui uma área de 830 m<sup>2</sup> e a quantidade de 620 telhas de fibrocimento de dimensões de 1,40m x 1,20m, o que totaliza uma área total de 1041,6 m<sup>2</sup> de área de telha de fibrocimento, conforme informado pela empresa.

### 7.1 CUSTO MÃO DE OBRA

Para o estudo de custo de mão de obra necessário para execução da substituição do telhado, foi considerado que é necessário 7 funcionários, sendo a equipe de trabalho composta por 5 ajudantes, 1 técnico de segurança e 1 engenheiro civil, por um período de 15 dias, para completar o serviço, devido a necessidade de retirar com cuidado as peças inteiras de telhado fibro-aminato. Considerando uma jornada de 9 horas diárias, o total seria de 135 horas trabalhadas por cada funcionário.

O CUB (Custo Unitário básico) de novembro/2020 considera o valor da hora trabalhada para cada profissão sem o adicional dos impostos trabalhistas. Para realização do orçamento foi considerado um acréscimo de 120% sobre o valor da hora trabalhada como custo das leis trabalhistas, sendo assim o custo estimado para a mão-de-obra é mostrado na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores mão de obra

Função	Quantidade	Valor/H (Reais)	Horas trabalhadas	Total (Reais)
Engenheiro	1	R\$45,65	135	R\$6.162,75
Tec. Segurança	1	R\$21,92	135	R\$2.959,20
Carpinteiro	5	R\$7,66	135	R\$5.170,50
Total mão de obra			R\$14.292,45	
Total mão de obra com adicional trabalhista (+120%)			R\$ 31.443,39	

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2020).

## 7.2 CUSTO COM EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)

Para o estudo de custo de equipamento de proteção individual foi calculado um valor médio por trabalhador, considerando que todos utilizaram o cinto para trabalho em altura, macacão de proteção, capacete, máscara para trabalho com partículas em suspensão no ar, botas de borracha, óculos de proteção e luva de raspa como pode ser observado na Figura 21, a qual mostra a vestimenta completa dos funcionários da empresa durante a realização das atividades.

Figura 22 - Vestimenta completa com equipamento de proteção individual



Fonte: (Foto da empresa, 2020).

Considerando que a troca de vestimenta de trabalho será feita com frequência mínima de duas vezes por semana, de acordo com a norma NR 15 (Brasil, 1991), e a partir de valores praticados no mercado nacional para equipamentos de proteção individual, foi realizado a estimativa de custo de EPI's para o período de 15 dias de trabalho conforme a Tabela 7.

Tabela 7 – EPI's utilizados no projeto

EPI's por funcionário			
Equipamento	Quantidade	Valor unitario	Total por produto
Capacete de segurança com jugular	1	R\$37,90	R\$37,90
Óculos de Segurança ampla visão antiembaçante	4	R\$36,90	R\$147,60
Luva de Raspa	4	R\$9,90	R\$39,60
Botina de couro com bico de aço	1	R\$47,90	R\$47,90
Uniforme em brim com camisa manga longa	4	R\$59,90	R\$239,60
Macacão Tyveck Branco com capuz	4	R\$55,00	R\$220,00
Protetor Aurícula tipo concha ou plug	4	R\$28,50	R\$114,00
Respirador Semifacial com proteção para particulados	4	R\$58,77	R\$235,08
Cinto de segurança tipo paraquedista com dois talabartes	1	R\$379,05	R\$379,05
Total por funcionário			R\$1.460,73
Total para equipe de 7 funcinários			R\$10.225,11

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2020).

### 7.3 CUSTO DAS TELHAS

Conforme especificado no projeto foram utilizadas telhas termoacústicas para substituição das telhas de fibrocimento, considerando a telha sanduiche com núcleo em PIR de espessura 30mm da empresa Kingspan, que possui dimensão de 2,5 metros com largura útil de 1 metro.

O Valor unitário de cada telha informado no catálogo da empresa é de R\$ 292,27 logo, considerando a área de 830 m<sup>2</sup>, seriam necessárias a utilização de 332 telhas termoacústica para cobertura do telhado, entretando como ocorre perda de material devido a corte das peças

para ajustes e transpasse da peças para fixação das telhas, foi considerado um acréscimo de 20% de material, chegando num total de 399 telhas termoacústicas, totalizando um valor de R\$ 116.615,27.

#### 7.4 CUSTO PARA RETIRADA E DESTINAÇÃO DAS TELHAS DE FIBROCIMENTO

O custo da mão de obra já foi considerado no item 7.1, sendo que conforme informado pela empresa as telhas termoacústicas eram fixadas logo após a retirada da telha de fibrocimento, para evitar áreas descobertas.

Para o cálculo da destinação das telhas foi considerada a quantidade 30 telhas por lote/grupo, com peso aproximado de 750 Kg. Assim, foram necessários 21 paletes para o tranposte das 620 telhas, totalizando 15,75 toneladas de resíduo.

Para destinação das telhas de fibrocimento foi considerado o valor de R\$ 900,00 para uma viagem de caminhão com capacidade de transporte de 10m<sup>3</sup> (10 toneladas) para o aterro sanitário e o valor de R\$ 140,00 por tonelada para destinação de resíduo perigoso contendo amianto, os quais foram informados pela empresa. A Tabela 8 mostra os custos para destinação.

Tabela 8 - Valores destinação telhas fibrocimento

Descrição material	Quantidade	Valor	Total
Caminhão 10m <sup>3</sup>	2	R\$900,00	R\$1.800,00
Aterro Sanitario	16	R\$140,00	R\$2.240,00
Total Destinação			R\$4.040,00

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2020)..

#### 7.5 CUSTO TOTAL

Para composição do custo total de execução do projeto de substituição do telhado do galpão administrativo da empresa, foi considerado um custo adicional de 15% sobre a soma total dos componentes informados, considerando os valores para cercamento e locação do canteiro de

obras, ferramentas e matérias para fixação das telhas, locação do guincho de coluna para içamento das telhas, dentre outros custos.

Ainda dentro do valor considerado para o custo adicional, está contemplado os valores para locação de um container para escritório de obra, dois containers para para troca de EPI's, seguindo a norma que exige locais diferentes para troca de roupa no caso de trabalhos em contato com materiais contendo amianto, e dois banheiros químicos para uso dos trabalhadores.

A Tabela 9 mostra o valor total, lembrando que o valores utilizados no estudo foram retirados do site do SINDUSCON ou fornecidos pela empresa que executou o projeto.

Tabela 9 - Valor Total do projeto

Atividade	Total	(%)
Mão de obra	R\$31.443,39	16,84%
Equipamento de proteção individual	R\$10.225,11	5,48%
Telha termoacústica	R\$116.615,27	62,47%
Destinação telha fibrocimento	R\$4.040,00	2,16%
Total	R\$162.323,77	-
Custo adicional 15%	R\$24.348,57	13,04%
Valor total projeto	R\$186.672,34	100,00%

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2020).

A partir da estimativa constante na tabela supracitada, observa-se que o custo do equipamento de proteção individual (5,48%) tem um valor significativo no orçamento, visto a necessidade da troca constante dos EPI's de acordo com a norma NR 15 (BRASIL, 1991). O valor total do custo da mão de obra (16,84%) também é afetado pela operação cuidadosa necessária para a movimentação e descarte do material contaminado, tudo dificultado pelo uso dos EPI's pesados. Também se destaca o custo para a destinação adequada para a telha de cimento amianto (2,16%), que por ser considerado resíduo perigoso e não resíduo de construção civil possui um valor elevado para destinação, quando comparado com resíduos comuns (RCC).

Finalmente pode-se concluir que o custo mais significativo na composição do valor total do projeto é a telha termoacústica, que representou aproximadamente 62,47% do investimento, visto que não foi considerado a troca da estrutura de sustentação da cobertura o que poderia ocasionar custos adicionais consideráveis.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da comprovada toxicidade do asbesto e dos produtos que o contenham, ainda existem diversos produtos em uso nas edificações do Brasil com este contaminante. A tendência para os próximos anos será de aumento da substituição e do descarte destes produtos, devido ao término da vida útil, principalmente de telhas de cimento-amianto. Estes processos de substituição devem ser cuidadosos, pois o descarte incorreto pode vir a contaminar o meio ambiente.

Seguindo a tendência internacional, os estados brasileiros criaram legislações específicas sobre o tema. A legislação do estado de São Paulo é a mais moderna e abrangente, conforme demonstrado no presente trabalho de conclusão de curso, a legislação paulista proíbe a utilização do abesto em produtos artesanais e na construção civil. A legislação do Rio Grande do Sul proíbe a produção e comercialização do material, não sendo tão moderna e restritiva quanto à legislação paulista.

O estudo apontou que as telhas de fibro-amianto não atingem os níveis de conforto térmico por si só e, por outro lado, as telhas metálicas termoacústicas, telhas sanduíche, apresentam boa capacidade de isolamento térmico e acústico. Os materiais mais comuns utilizados nos núcleos isolantes das telhas termoacústicas são o poliisocianurato (PIR), poliestireno (EPS) e a lã de rocha (LDR), sendo que o poliisocianurato apresenta a menor condutividade térmica entre os três materiais, logo sendo o de melhor desempenho térmico.

O presente estudo de caso utilizou o acompanhamento da reforma para detalhar como deve ser feito o manuseio e o descarte do material contaminado com asbesto. Foi apresentado como deve ser feito as embalagens para descarte, sendo que para o caso das telhas de fibro-amianto as peças deviam estar preferencialmente inteiras, com as embalagens devidamente rotuladas de acordo com o padrão da NR 15 (BRASIL,1991) e as eventuais peças quebradas serem destinadas dentro de *big bags* para maior proteção contra poeiras contendo asbesto, nesse caso

uma solicitação expressa dos aterros licenciados para recebimento de materiais classe 1 devido as leis rigorosas no estado de São Paulo.

O projeto apresentado demonstrou que a empresa seguiu todas as normas vigentes para manuseio e descarte do amianto, sendo que o atendimento a essas normas fizeram com que o custo para destinação correta das telhas de fibro-amianto tivesse um custo elevado por se tratar de resíduo perigoso que envolve troca de EPI's constante e valores de transporte e destino final elevados.

Na elaboração do orçamento simplificado para reprodução do projeto executado para apenas uma das edificações apresentadas no projeto: o galpão administrativo, percebe-se que o valor das telhas termoacústicas representa 62,47% do valor total do projeto, o que evidencia um motivo que acaba fazendo com que os proprietários de galpões industriais acabem postergando a substituição do sistema de cobertura com fibroamianto, mesmo tendo conhecimento da presença de substâncias tóxicas e desempenho térmico insatisfatório. Somado ao custo do novo telhamento, também pesa o custo adicional pelo manuseio com as antigas telhas contaminadas com amianto.

É importante salientar que neste estudo não foi exposto o custo trabalhista que a empresa poderá arcar devido doenças do tabalho causado pela exposição ao amianto dos seus colaboradores. Considerando os aspectos de desempenho térmico e acústico, além da questão ambiental, este estudo indica a substituição do sistema de cobertura de cimento-amianto por um sistema mais moderno como o de telhas termoacústicas ou outros sistemas não inclusos nesse estudo, concluindo-se a real necessidade do banimento da utilização do amianto.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12.235 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos** - Especificação. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR-13221: Transporte terrestre de Resíduos**. Rio de Janeiro, 2002.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575-5: Edificações habitacionais** – Desempenho Parte 5: Requisitos para sistemas de cobertura – Especificação. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7581: Telha ondulada de fibrocimento**. Rio de Janeiro, 2014.

ABREA. Associação Brasileira dos Expostos ao Amianto. **Amianto ou Asbesto**. Disponível em: <https://www.abrea.org.br/o-amianto/sobre-o-amianto.html>. Acesso em: 11 nov. 2020.

ABREU, P. **Classificação de Galpões Industriais e Logísticos**. Revista Buildings. 28 set. 2017. Disponível em: <https://revista.buildings.com.br/classificacao-de-galpoes-industriais-e-logisticos/>. Acesso em: 09 set. 2020.

ARTIGAS, L.V. **Materiais de Construção III – Fibrocimento**. Universidade Federal do Paraná, 2013.

BATISTA, R.R. **A quem interessa o banimento do amianto crisotila no Brasil? STF está correto na sua decisão?** Jornal Opção. 30 jun. 2019. Disponível em: <https://www.jornalopcao.com.br/bastidores/a-quem-interessa-o-banimento-do-amianto-crisotila-no-brasil-stf-esta-correto-na-sua-decisao-193531/>. Acesso em: 12 set. 2020.

BELLEI, I. H. **Edifícios Industriais em Aço** - Projeto e Cálculo. 5.ed. São Paulo: PINI, 2006.

BRASIL. **NR 15 - Atividades e Operações Insalubres** - Anexo n.º 12. Limites de Tolerância para Poeiras Minerais. Instituído pela Portaria SSST n.º 01, de 28 de maio de 1991.

BRASIL. **LEI Nº 9.055**, de 01 de junho de 1995. 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/19055.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19055.htm). Acesso em: 11 set. 2020.

BRASIL. **NR 06 - Equipamento de Proteção Individual - EPI** - Redação dada pela Portaria Sit n.º 25, de 15 de outubro de 2001.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 307** de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em:

[https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/\\_arquivos/36\\_09102008\\_030504.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008_030504.pdf). Acesso em: 11 set. 2020.

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 348** de 16 de agosto de 2004. Altera a resolução Conama 307 de 05 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Disponível em: <https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2013/08/altera-a-resolucao-conama-no-307-de-5-de-julho-de-2002-incluindo-o-amianto-na-classe-de-residuos-perigosos.pdf>. Acesso em: 11 set. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Dossiê Amianto Brasil**. Brasília, 2010.

BRASIL. **Manual de fiscalização do transporte rodoviário nacional e internacional de produtos perigosos – TRPP**, de 2018. Disponível em: <https://portal.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: 11 set. 2020.

BRASIL. **NR-12 - Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos** - Anexo XII da NR-12. Portaria n° 916, de 30 de julho de 2019.

BRASIL. **NR 18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção** - Redação dada pela Portaria SEPRT n.º 3.733, de 10 de fevereiro de 2020.

BRASIL. **DECRETO N° 10.088**, de 5 de novembro de 2019. Anexo XLII – Convenção n° 162 da OIT sobre a utilização do asbesto com segurança. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10088.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10088.htm). Acesso em: 12 set. 2020.

COUTS, R.S.P.; RIDIKAS, V. **Refined wood fibre-cement products**. Roturua: 35th Annual Conference, 1982.

EMPLASA. 2019. Disponível em: <https://emplasa.sp.gov.br/RMSP>. Acesso em: 02 set. 2020.

FLACH, R. S. **Estrutura para telhados: Análise Técnica de Soluções**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

JUSBRASIL. **MPT quer reparação dos danos causados pelo amianto no país**. 2018. Disponível em: <https://portal-justificando.jusbrasil.com.br/noticias/528349659/mpt-quer-reparacao-dos-danos-causados-pelo-amianto-no-pais?ref=serp>. Acesso em 04 out. 2020.

KINGSPAN. **Catálogo de produtos**. Disponível em: <https://downloads.kingspan-isoeste.com.br/catalogos/Linha-de-Produtos.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2020.

KUDER, K.G.; SHAH, S.P. **Processing of high-performance fiber-reinforced cement-based composites**. Construction and Building Materials, p. 1-6, 2009. Disponível em: <https://www.journals.elsevier.com/construction-and-building-materials>. Acesso em: 05 nov. 2020.

LIVRE, 2020. Disponível em: <https://livre.jor.br/em-curitiba-vereador-quer-retardar-efeito-da-lei-que-proibe-amianto/>. Acesso em: 15 out. 2020.

MARQUES V. M. **Avaliação de aspectos e impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de telhas de fibrocimento com e sem amianto**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2014.

MEDEIROS, E.R. **Estudo de caso: comparativo entre diferentes soluções para cobertura de edifícios habitacionais**. 2018. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

MOLITERNO, A. **Caderno de projetos de telhados em estruturas de madeira**. 4. ed. São Paula: Blucher, 2010.

NARDIN, F. A. **A importância da estrutura metálica na construção civil**. 2008. 63f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade de São Francisco, Itatiba. Disponível em: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1268.pdf>. Acesso em: 09 set. 2020.

NEGRO, C., et al. **Optimal use of flocculants on the manufacture of fibre cement materials by the Hatscheck process**. *Construction and Building materials*, p. 1, 2009. Disponível em: <https://www.journals.elsevier.com/construction-and-building-materials>. Acesso em: 05 nov. 2020.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO (OIT). **C162 - Utilização do Amianto com Segurança**. 2019. Disponível em: [https://www.ilo.org/brasil/convencoes/WCMS\\_236241/lang--pt/index.htm](https://www.ilo.org/brasil/convencoes/WCMS_236241/lang--pt/index.htm). Acesso em: 23 set. 2020.

PERALTA, G. **Desempenho térmico de telhas: análise de monitoramento e normalização específica**. 2016. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo. São Carlos, 2016.

RIO GRANDE DO SUL. **LEI Nº 14.528**, de 16 de abril de 2014. Institui a Política Estadual de Resíduos sólidos e dá outras providências. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/replegis/arquivos/lei%2014.528.pdf> Acesso em: 15 out 2020

SÃO PAULO. **LEI Nº 12.300**, de 16 de março de 2006. Institui a Política Estadual de Resíduos sólidos e define princípios e diretrizes. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html> Acesso em: 15 out. 2020.

SÃO PAULO. Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo. **Lei nº 12.684, de 26 de julho de 2007**. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2007/compilacao-12684-26.07.2007.html>. Acesso em: 11 set. 2020.

SÃO PAULO. **LEI Nº 16.048**, de 10 de dezembro de 2015. Altera a Lei nº 12.684, de 2007, que proíbe o uso de produtos, materiais ou artefatos que contenham quaisquer tipos de amianto ou asbesto. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2015/lei-16048-10.12.2015.html> Acesso em: 15 out 2020.

SCHELB, C. G. **Avaliação de tipologias construtivas nos critérios de sustentabilidade**. 2016. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade de Brasília. Brasília, 2016.

SINDUSCON-RS. **Preços e custos da construção**. Disponível em: <https://sinduscon-rs.com.br/wp-content/uploads/2020/11/Pre%C3%A7o-e-Custos-da-Constru%C3%A7%C3%A3o-1-NOVEMBRO-2020.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2020.

VIANA, M.B. **Dádiva ou Maldição de um bem Mineral: O Conflito entre o uso controlado e seguro do amianto e o seu banimento total**. Consultoria Legislativa. 2009. Disponível em: [http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/5304/dadiva\\_maldica\\_boratto.pdf?sequence=4](http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/5304/dadiva_maldica_boratto.pdf?sequence=4). Acesso em: 15 out. 2020.

ZANELLA, R.F. **Análise da Influência do tipo de Telha no Desempenho Térmico da Edificação Utilizando Simulação Computacional**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

## ANEXO 1 – MODELO DE MANIFESTO DE TRANSPORTE DE RESÍDUO (MTR)

### Manifesto de Transporte de Resíduos

Identificação do Gerador	
Razão Social: GERADOR DE RESÍDUOS LTDA	CNPJ: 77.777.777/7777-77
Endereço: Rua da Geração, 77	Telefone: (77) 7777 - 7777
15/02/2020 Data da Entrega	_____ Assinatura do Responsável

Identificação do(s) Resíduo(s)			
Descrição	Quantidade	Classe	Acondicionamento
Pilhas e Baterias	25 kg	I	Bombona 50L
Lâmpadas Fluorescentes	20 kg	I	Bombona 50L

Identificação do Transportador		
Razão Social: TRANSPORTADOR DE RESÍDUOS LTDA	CNPJ: 88.888.888/8888-88	
Endereço: Rua Movimento, 88	Telefone: (88) 8888 - 8888	
Veículo: Caminhão <i>Roll On</i>	Placa: XXX-8888	Motorista: Marcos
16/02/2020 Data do Transporte		_____ Assinatura do Responsável

Identificação do Destinatário	
Razão Social: TRANSPORTADOR DE RESÍDUOS LTDA	CNPJ: 99.999.999/9999-99
Endereço: Rua da Destinação, 99	Telefone: (99) 9999-9999
17/02/2020 Data do Recebimento	
_____ Assinatura do Responsável	