

**PAULO VITOR ARAUJO JAIME**

**Caracterização do uso de chapas de gesso acartonado e o controle da geração de resíduo na execução de vedações verticais internas**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção de título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo. Orientador: Prof. Dr. Fernando Barth,

Florianópolis  
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Jaime, Paulo Vitor Araújo

Caracterização do uso de chapas de gesso acartonado e o controle da geração de resíduo na execução vedações verticais internas / Paulo Vitor Araújo Jaime ; orientador, Fernando Barth, 2018. 196 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Arquitetura e Urbanismo. 2. Caracterização . 3. Chapa de gesso acartonado. 4. Vedação vertical. 5. Resíduos. I. Barth, Fernando. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

**Paulo Vitor Araújo Jaime**

**CARACTERIZAÇÃO DO USO DE CHAPAS DE GESSO  
ACARTONADO E O CONTROLE DA GERAÇÃO DE RESÍDUO  
NA EXECUÇÃO DE VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Arquitetura”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Florianópolis, 20 de setembro de 2018.

---

Coordenador do POSARQ  
Prof. Dr. Fernando Simon Westphal

**Banca examinadora:**

---

Prof. Fernando Barth, Dr.  
Orientador – UFSC

---

Prof<sup>ª</sup>. LISIANE ILHA LIBRELOTTO, Dr<sup>ª</sup>.

---

Prof. PAULO CESAR MACHADO FERROLI, Dr.- UFSC

---

Prof<sup>ª</sup>. FERNANDA FERNANDES MARCHIORI, Dr<sup>ª</sup>. - UFSC

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela saúde e pela força.

Aos meus pais pela oportunidade, dedicação, confiança, incentivo e por acreditar nas minhas escolhas.

Aos meus irmãos Gustavo Henrique, Igor e Vinícius por sempre estarem ao meu lado nesses momentos importantes.

A kacinha pela paciência, contribuições fundamentais e todo carinho e amor.

Aos amigos que fiz em Florianópolis que me ajudaram com bons incentivos, conhecimento e muitas alegrias. Em especial Renan e lais.

A toda minha família

Ao professor Fernando pela orientação e paciência.

Aos membros da banca pelas contribuições.

Aos meus pais, Gesmar e Maria do Socorro que fizeram de tudo para tornar esse sonho realidade.

As empresas que se colocaram à disposição para a pesquisa.

Ao CNPQ por financiar meus estudos.

## RESUMO

Atualmente, existem vários estudos que avaliam o uso de materiais e de técnicas construtivas no sentido de promover a sustentabilidade na construção dos edifícios. Entretanto, poucos estudos avaliam e caracterizam a quantidade de resíduo gerado na construção de vedações verticais internas. Esta pesquisa busca avaliar e caracterizar do uso de chapas de gesso acartonado e o controle da geração de resíduo na execução vedações verticais internas, a fim de analisar o desempenho do sistema, bem como criar uma ferramenta que auxilie no processo de produção e gestão da obra. Deste modo, buscou-se levantar dados referentes ao controle de produtividade e qualidade nas etapas de execução das divisórias de gesso acartonado e verificar as particularidades do gerenciamento e controle destes resíduos. Buscou-se também avaliar parâmetros e indicadores para caracterizar o controle para produção, gerenciamento e controle de resíduo de gesso em estudos de casos. Identificando a origem destes resíduos *in loco* na fonte ao longo dos processos construtivos. O método da pesquisa exploratória descritiva baseia-se na análise quantitativa e qualitativa aplicadas nos estudos de caso, a partir da análise de projetos e documentos das obras. Ao confrontar os quantitativos de materiais efetivamente demandados para construção destas vedações verticais com chapas de gesso com a quantidade teoricamente definida, pode-se determinar o índice de perdas do material e a quantidade de resíduo gerado na construção. Desta maneira, buscou-se identificar as causas da geração de resíduo, desde a fase de planejamento, do projeto de modulação até a etapa de execução e gerenciamento dos resíduos para garantir a viabilidade de reciclagem e reuso do gesso acartonado. Deste modo, a caracterização dos controles referentes aos aspectos construtivos mostrou-se satisfatória com relação às recomendações dos fabricantes do sistema de gesso acartonado. No entanto, observou-se que alguns aspectos construtivos não se adequavam a estas recomendações, comprometendo a qualidade e eficiência da execução das vedações internas. Observou-se que as caracterizações dos processos aplicados no controle da execução permitem identificar eventuais falhas nos processos, cuja correção pode contribuir para o aprimoramento da construção e para a redução da mão de obra. Os resultados mostram também que a caracterização e

compreensão dos processos construtivos e gerenciamento de resíduo no canteiro de obra possibilitam a redução significativa dos resíduos de gesso nas obras e, como consequência, a diminuição dos impactos ambientais decorrentes destas atividades.

**Palavras-chave:** Gesso acartonado, caracterização, edifício, resíduo de gesso, construção civil.

## ABSTRACT

Currently, there are several studies that evaluate the use of materials and construction techniques in order to promote sustainability in the construction of buildings. However, some studies have evaluated and characterized an amount of data in the construction of internal vertical fences. This is the process of evaluating the performance of the process of making the process of the process of the process. In this way, the data regarding the quality control and quality of execution of the gypsum plaster divisions are searched and verify the particularities of waste management and control. We also tried to evaluate parameters and indicators to characterize the control for production, management and cooling control of studies in cases. Identifying a state of waste in loco at source throughout construction processes. The exploratory descriptive research method is based on the quantitative and qualitative analysis of the case studies, from the analysis of projects and documents of the works. When comparing the quantitative data, the demand for vertical compensations with gypsum plates with a theoretically defined quantity can be determined by the index of material losses and an amount of subsidy in the construction. In this way, we seek to identify the causes of waste generation, from a planning phase, from the modification project to the stage of execution and the application of the residues to ensure a feasibility of recycling and reuse of the gypsum board. Thus, the characterization of the requirements of the construction systems proved satisfactory in relation to the manufacturers of gypsum plaster systems. However, it was observed that some constructive aspects were not adequate to these recommendations, compromising the quality and the efficiency of the execution of the internal fences. It was observed that the characterizations of the execution processes were not able to contribute to the improvement of the construction and to the reduction of the workforce. The results also show a perspective and a generation of constructive processes and management of deviations of course that allow the significant reduction of gypsum residues in the works and, consequently, the possibility of activating activities.

**Keywords:** Plasterboard, characterization, building, plaster residue, civil construction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Variáveis envolvidas no cálculo da viabilidade financeira alcançados pela reciclagem de resíduos materiais.....	33
Figura 2 – Exemplo de fluxograma dos processos. Perdas de materiais segundo sua origem.....	34
Figura 3 - Possibilidade de reduzir custos de falhas.....	36
Figura 4 - Histórico do consumo de chapas de gesso acartonado no Brasil.....	40
Figura 5 - Consumo de chapas de gesso acartonado nas regiões do Brasil.....	41
Figura 6 - Percentagem de diversos resíduos de drywall nos EUA (Departamento de Qualidade Ambiental de Michigan, de 2007). .....	48
Figura 7 - Diferentes cenários analisados: a reciclagem de chapas de gesso.....	58
Figura 8 – Fluxograma do método.....	60
Figura 9 – Perspectiva do edifício CFH.....	79
Figura 10 – Plana térreo/Implantação do edifício CFH.....	80
Figura 11 – Planta primeiro pavimento do edifício CFH.....	80
Figura 12 – Perspectiva Projeto CCB.....	82
Figura 13 – Plana térreo/Implantação.....	83
Figura 14 – Corte longitudinal.....	84
Figura 15 – Detalhe reforço estrutural de placas de gesso.....	85
Figura 16 – Imagem Araguaia Shopping/Terminal Rodoviário de Goiânia.....	87
Figura 17 – Plana térreo/Implantação.....	87
Figura 18 – Corte longitudinal.....	88



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação das classes de resíduos. ....	27
Quadro 2 - Destinação para cada classe de resíduos. ....	27
Quadro 3 – Normas Complementares - Resíduos Sólidos. ....	28
Quadro 4 - Classificação de Perdas .....	31
Quadro 5 - Geração de resíduos na extração de gipsita e na fabricação de gesso e componentes, no Brasil. ....	50
Quadro 6 - Geração de resíduos na aplicação do material e de componentes de gesso durante as atividades de construção, no Brasil. ....	51
Quadro 7 - Estimativas do consumo de gesso e geração de resíduos por setor produtivo. ....	52
Quadro 8- Critérios de avaliação para caracterização do sistema construtivo em paredes de gesso acartonado. ....	67
Quadro 9 – Detalhamento Projeto executivo. ....	70
Quadro 10 - Estocagem material canteiro de obras. ....	72
Quadro 11 – Controle no processo de Execução. ....	73
Quadro 12 – Caracterização do grau de eficiência do sistema construtivo e geração de resíduo em volume. ....	75
Quadro 13 - Análises dos projetos e detalhamento dos Estudos de Caso. ....	89
Quadro 14 - Análises controles no processo de execução. ....	95
Quadro 15 - Análise gerenciamento e controle de resíduo de gesso. ....	105
Quadro 16 - Fornecedores de projeto de cada obra. ....	113
Quadro 17 - Matriz de avaliação de desempenho, caracterizações e ações mitigadoras - Características técnicas e projetuais - Estudo de Caso - Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH) – UFSC. ....	114
Quadro 18 - Matriz de avaliação de desempenho, caracterizações e ações mitigadoras - Características técnicas e projetuais - Estudo de Caso - Centro de Ciências Biológicas - CCB UFSC. ....	120
Quadro 19 - Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Características técnicas e projetuais - Estudo de Caso - Obra de ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia-Go. ....	126
Quadro 20 - Etapa da obra em que foi decidido empregar divisórias de gesso acartonado. ....	132

Quadro 21 - Características da atividade de locação das obras visitadas.....	133
Quadro 22 - Problemas detectados na compatibilização da instalação elétrica com a divisória. ....	134
Quadro 23 - Problemas detectados na compatibilização da instalação hidráulica com a divisória. ....	135
Quadro 24 - Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização dos controles nos processos de execução - Estudo de Caso - Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH) – UFSC .....	138
Quadro 25 - Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização dos controles nos processos de execução mitigadoras - Estudo de Caso - Centro de Ciências Biológicas - CCB UFSC .....	146
Quadro 26 - Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização dos controles nos processos de execução mitigadoras - Estudo de Caso - Obra de ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia-Go.....	153
Quadro 27 – Indicador de geração de resíduo.....	159
Quadro 28 - Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização e resultados do gerenciamento e controle de resíduo de gesso - Estudo de Caso - Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH) – UFSC.....	162
Quadro 29 - Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização e resultados do gerenciamento e controle de resíduo de gesso mitigadoras - Estudo de Caso - Centro de Ciências Biológicas - CCB UFSC	168
Quadro 30 - Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização e resultados do gerenciamento e controle de resíduo de gesso - Estudo de Caso - Obra de ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia-Go.....	174

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO .....	17
1.1	OBJETIVOS .....	20
1.1.1	Objetivo geral.....	20
1.1.2	Objetivos específicos.....	20
1.2	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	21
1.3	CRITÉRIOS ESCOLHA ESTUDO DE CASO.....	22
<b>2</b>	<b>ASPECTOS GERAIS DOS RESÍDUOS GERADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL</b>	<b>24</b>
2.1	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	24
2.2	RESOLUÇÃO CONAMA N° 307/2002 - RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO .....	25
2.3	RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO - PERDAS DE MATERIAIS .....	29
2.4	MENSURAÇÕES DOS RESÍDUOS GERADOS NA PRODUÇÃO DE EDIFICAÇÕES.....	33
<b>3</b>	<b>O GESSO DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....</b>	<b>39</b>
3.1	GESSO ACARTONADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	39
3.1.1	Vedações verticais internas.....	41
3.1.2	Classificação das vedações verticais internas .....	42
3.1.2	Funções das vedações verticais internas .....	44
3.2	A CADEIA PRODUTIVA DO GESSO E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS ..	45
3.3	IMPACTO DO RESÍDUO DE GESSO .....	53
3.3.1	Emissões de sulfeto de hidrogênio.....	54
3.3.2	Esgotamento dos recursos naturais .....	54
3.3.3	Intensificação da utilização de aterros .....	55
3.4	A VIABILIDADE DE RECICLAGEM DO RESÍDUO DE GESSO EM SUA CADEIA PRODUTIVA .....	56
<b>4</b>	<b>MÉTODO.....</b>	<b>60</b>
4.1	DELINEAMENTO DA PESQUISA .....	61
4.1.1	Estudos de caso .....	62
4.1.2	Análise e coleta dos dados.....	64
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	65

4.2.1	Método de caracterização do sistema construtivo em paredes de gesso acartonado .....	66
4.2.2	Caracterização do controle de produção e geração de resíduo em vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado	68
5.2.2.1	Detalhamentos do projeto executivo de divisórias com chapas de gesso acartonado .....	69
5.2.2.2	Controles no processo de execução.....	71
5.2.2.3	Gerenciamento e controle de resíduos.....	74
4.3	ETAPA DE CONSOLIDAÇÃO .....	76
<b>5</b>	<b>ESTUDOS DE CASO .....</b>	<b>78</b>
5.1	ANÁLISES DOS PROJETOS E DETALHAMENTO .....	78
5.1.1	Análises dos projetos - Estudo de Caso: Centro de filosofia e Ciências Humanas CFH – UFSC .....	78
5.1.2	Análises dos projetos - Estudo de Caso: Centro de Ciências Biológicas - CCB UFSC .....	81
5.1.3	Análises dos projetos - Estudo de Caso: Ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia .....	86
5.1.4	Análises dos projetos e detalhamento dos Estudos de Caso.	89
5.2	ANÁLISES CONTROLES NO PROCESSO DE EXECUÇÃO .....	94
5.3	ANÁLISE GERENCIAMENTO E CONTROLE DE RESÍDUO DE GESSO	104
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>110</b>
6.1	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E PROJETUAIS DOS ESTUDOS DOS CASO .....	110
6.1.1	Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Características técnicas e projetuais - Estudo de Caso - Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH) – UFSC	113
6.1.2	Matriz de avaliação de desempenho, caracterizações e ações mitigadoras - Características técnicas e projetuais - Estudo de Caso - Centro de Ciências Biológicas - CCB UFSC .....	119
6.1.3	Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Características técnicas e projetuais - Estudo de Caso - Obra de ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia-Go	124
6.2	CARACTERIZAÇÃO DOS CONTROLES NOS PROCESSOS DE EXECUÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO: ASPECTOS CONSTRUTIVOS .....	130

6.2.1	Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização dos controles nos processos de execução - Estudo de Caso - Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH) – UFSC	136
6.2.2	Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização dos controles nos processos de execução mitigadoras - Estudo de Caso - Centro de Ciências Biológicas - CCB UFSC.....	144
6.2.3	Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização dos controles nos processos de execução mitigadoras - Estudo de Caso - Obra de ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia-Go.....	151
6.3	CARACETERIZAÇÃO E RESULTADOS DO GERENCIAMENTO E CONTROLE DE RESÍDUO DE GESSO .....	158
6.3.1	Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização e resultados do gerenciamento e controle de resíduo de gesso - Estudo de Caso - Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH) – UFSC.....	161
6.3.2	Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização e resultados do gerenciamento e controle de resíduo de gesso mitigadoras - Estudo de Caso - Centro de Ciências Biológicas - CCB UFSC.....	167
6.3.3	Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização e resultados do gerenciamento e controle de resíduo de gesso - Estudo de Caso - Obra de ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia-Go .....	172
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>181</b>
7.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	181
7.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	186
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>187</b>
	<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>194</b>
	<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>197</b>
	<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>200</b>
	<b>APÊNDICE D.....</b>	<b>201</b>



# **1 INTRODUÇÃO**

O presente trabalho tem como foco avaliar e caracterizar do uso de chapas de gesso acartonado e o controle da geração de resíduo na execução vedações verticais internas, sendo parte integrante do Programa de Pesquisa da Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo (PósARQ) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

## **1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO**

A indústria da construção civil consome grande quantidade de recursos naturais e de energia, sendo responsável pela geração de uma grande quantidade de resíduos de construção. Segundo Costa (2010), representa cerca de 50% da massa de resíduos sólidos urbanos. A indústria da construção passa por diversas mudanças, de modo a adequar-se ao cenário de desenvolvimento econômico mundial e sustentável. Neste contexto de desenvolvimento sustentável, pretende-se satisfazer as demandas atuais sem comprometer o atendimento das necessidades das gerações futuras.

De acordo com Godinho-Castro et al, (2012), os resíduos gerados pela construção, em geral, são depositados em aterros, representando uma grande perda de recursos que podem ser reciclados e reutilizados. No Brasil, a maior parte dos resíduos gerados na construção acabam sendo depositados em locais clandestinos. Estima-se que no Brasil, a produção de resíduo de construção e demolição anual varia entre 220 a 670 kg/hab. A coleta dos resíduos de construção e demolição permite estabelecer relações comerciais entre as prefeituras e a iniciativa privada. Segundo John (2000), a reciclagem dos resíduos mostra-se viável do ponto de vista técnico e ambiental.

Existem atualmente alternativas para estimar os potenciais retornos ambiental e econômico por meio da reciclagem dos resíduos gerados na indústria da construção. Tais alternativas têm como objetivo diminuir a perda de materiais e otimizar a utilização dos recursos disponíveis, reduzir os impactos ambientais da atividade da construção civil, limitando a quantidade de resíduos em aterros e promovendo o desenvolvimento sustentável, (IBRAHIM 2016).

A reciclagem ou reuso dos resíduos gerados na construção civil tem um papel fundamental para reduzir a quantidade de resíduos nos canteiros de obras. Desta forma, adotam-se as estratégias de gestão de resíduo que permitem aprimorar e operacionalizar a postura de gestão contínua do consumo de materiais nos canteiros, fazendo com que estas estratégias sejam utilizadas permanentemente pelas empresas construtoras, (SOUZA et al., 2004).

Novas técnicas para construções das edificações têm sido desenvolvidas e implementadas nos últimos anos, com o objetivo de racionalizar os custos e aumentar a eficiência dos processos. Cardoso (1996), ressalta que a eficiência pode ser definida se pela capacidade de rendimento de um sistema avaliado, qualitativamente ou quantitativamente. Conseqüentemente, um sistema pode atender a um “grau” de eficiência; podendo ser mais ou menos eficiente, permitindo assim comparar as eficiências entre determinados sistemas e propor melhorias. Segundo Sabbatini (1989), a racionalização construtiva é um processo composto pelo conjunto de todas as ações que têm como objetivo otimizar o uso dos recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases. Desta forma, busca-se adotar estratégias que têm como meta a racionalização construtiva das edificações com maior grau de eficiência nos processos.

Segundo Camillo (2010), a industrialização na construção baseia-se nos princípios da racionalização da construção, que visa otimizar os usos dos recursos, bem como nos conceitos de tipificação e mecanização da produção. Em suma, os sistemas construtivos, como as vedações internas com chapas de gesso acartonado industrializadas são resultado da implementação da industrialização na construção civil.

Segundo Vasquez (2016), as estratégias adequadas de gestão de resíduos podem contribuir para redução do impacto ambiental associado aos resíduos sólidos municipais gerados pelos usuários, bem como os resíduos gerados na construção da edificação e no final do ciclo de vida.

O uso do gesso acartonado na construção civil tem-se intensificado nos últimos anos devido a sua maior eficiência no processo construtivo das vedações verticais e forros. Entretanto, Barros (1998), ressalta que no Brasil as tecnologias



convencionais, em geral, são alçadas a status de padrões a serem seguidas e replicadas, dificultando a implementação de novas tecnologias e sistemas construtivos. O gesso acartonado para vedações verticais internas, por exemplo, alcançou uma maior aceitação nas obras de uso institucional e comercial, sendo que em obras residenciais ainda prevalecem as tecnologias convencionais. A aplicação do gesso nas edificações tem como característica a redução do tempo de execução, menor desperdício de material e perfis mais leves, que possibilitam uma maior flexibilidade dos espaços.

Camillo (2010), aponta que a flexibilidade está relacionada a capacidade de um sistema de se submeter a algumas eventuais mudanças com relativa facilidade. No contexto da construção civil, uma maior flexibilidade permite personalização do ambiente construído, desde a flexibilidade projetual, flexibilidade construtiva, e inclusive uma maior flexibilidade de uso.

De acordo com Sáez et al, (2014), a utilização do gesso acartonado pode reduzir a geração dos resíduos de construção e demolição em até 15,94% em comparação com o uso de tijolos tradicionais para execução de vedações verticais internas. De acordo com Godinho-Castro et al, (2012), o resíduo de gesso, depois dos resíduos de cimento, representa o material de maior abundância dentre os resíduos sólidos provenientes do setor da construção civil. Segundo Ahmed et al, (2011), aproximadamente 15 milhões de toneladas de resíduo de gesso são gerados anualmente no mundo. Os métodos tradicionais utilizados para a eliminação dos resíduos de gesso podem ser prejudiciais para o meio ambiente.

No Brasil, os resíduos de construção e demolição são descartados em aterros controlados ou são depositados em aterros ilegais. Os resíduos de gesso gerados na construção civil, junto a outros resíduos, contêm altos níveis de sulfato que podem causar graves impactos ambientais. O sulfato pode ser convertido em sulfureto de hidrogênio em condições anaeróbias e como consequência contaminar o solo, (KIJJANAPANICH et al., 2013). Segundo o Conama (2011), os resíduos são divididos em classes de A a D, caracterizando-os como materiais recicláveis e não recicláveis, bem como o grau de periculosidade. Os resíduos da Classe A: são considerados resíduos recicláveis como agregado. Os resíduos da Classe B: são considerados resíduos reutilizáveis

para outras destinações. Os resíduos de Classe C: São resíduos sem tecnologias de reciclagem/recuperação economicamente viáveis. Por fim os resíduos da Classe D: são resíduos perigosos ou contaminados. O gesso até 2011, era enquadrado na classe C: resíduos sem tecnologias de reciclagem/recuperação economicamente viáveis. Recentemente, com o aperfeiçoamento da tecnologia, tornou-se viável a reciclagem do gesso, permitindo, assim, reclassificá-lo para classe B: resíduos recicláveis, (Conama, 2011).

De acordo com Ângulo et al, (2011), o resultado do estudo que avalia os métodos de quantificação dos resíduos de construção e demolição aponta: a composição média dos resíduos de construção e demolição predominam as classes A e B. Portanto, a reutilização e reciclagem dos resíduos de construção e demolição mostra-se economicamente viável, além de reduzir o impacto ambiental e social.

Vários estudos (AHMED, 2011; CHANDARA, 2009; GASSO, 2016; GARG, 2010; GODINHO-CASTRO, 2012; KIJJANAPANICH, 2013; NAVARRO, 2009) têm avaliado a reciclabilidade do resíduo de gesso gerado na construção civil. Sobretudo, pode-se destacar as diferentes aplicações viáveis do gesso.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é avaliar e caracterizar o uso de chapas de gesso acartonado e o controle da geração de resíduo na execução vedações verticais internas e a viabilidade de reciclagem do resíduo de gesso gerado.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Levantar dados referentes ao controle de produtividade e qualidade na etapa de execução das divisórias de gesso acartonado.

- Caracterizar o gerenciamento e controle de resíduo de gesso, e identificar as dificuldades para atender a Resolução nº307, do CONAMA nos canteiros de obras.
- Avaliar as diretrizes e parâmetros e caracterizar o controle para produção, gerenciamento e controle de resíduo de gesso.
- Comparar os parâmetros de controle para a produção da vedação vertical de chapas de gesso acartonado em diferentes estudos de casos.
- Identificar a origem do resíduo na fonte, associadas as variações dos processos construtivo. Analisar a viabilidade de reciclagem do resíduo de gesso acartonado de cada estudo de caso.

## **1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho é estruturado em sete capítulos. O primeiro é destinado à discussão da problemática, relevância do tema, bem como os objetivos propostos na pesquisa.

O primeiro capítulo apresenta a introdução do tema geral e o escopo da pesquisa, delimitando a discussão acerca desenvolvimento sustentável, o uso do sistema construtivo de vedações verticais internas de gesso acartonado e os resíduos de construção e demolição.

O segundo capítulo apresenta a revisão teórica dos trabalhos e experiências que se têm a respeito dos aspectos gerais dos resíduos gerado na construção civil que envolve: desenvolvimento sustentável, geração de resíduo na construção, legislação brasileira vigente sobre resíduo de construção e demolição, bem como os métodos de medição de resíduo da construção e perdas de materiais no canteiro de obras, permitindo a adoção de procedimentos adequados para avaliação da quantidade de resíduo de gesso na construção civil.

O terceiro capítulo trata da caracterização do gesso para a construção civil. Divide-se em duas partes: A primeira refere-se aos aspectos gerais sobre o minério gipsita matéria prima para fabricação de gesso e às características da gipsita para a produção do gesso. A segunda parte é referente as características

dos componentes de gesso utilizados na construção civil, as chapas de gesso, abordando cada etapa do processo de fabricação do gesso.

O quarto capítulo trata cadeia produtiva do gesso e a geração de resíduos de gesso na construção civil. Está dividido em quatro partes. Refere-se primeiramente à geração de resíduo de gesso, desde o processo de fabricação até aplicação do material no canteiro de obras. A segunda etapa refere-se ao impacto do resíduo de gesso ao meio ambiente e para sociedade.

A quarta etapa é referente a viabilidade do processo de reciclagem do resíduo de gesso. Por último, a quarta etapa trata dos processos de reciclagem do resíduo gesso.

O quinto capítulo trata do método da pesquisa e apresenta as etapas necessárias para o desenvolvimento da pesquisa. Para tanto, apresentam-se três obras institucionais e comerciais, seguidas das características de cada empresa construtora e das técnicas construtivas aplicadas, de modo a permitir avaliar os processos construtivos ligados ao controle para produção das vedações verticais internas e da geração de resíduos de chapas de gesso acartonado.

O sexto capítulo apresenta a os resultados e discussões dos estudos de caso, comparando as características técnicas e projetuais dos estudos de caso, caracterização dos controles nos processos de execução dos estudos de caso: aspectos construtivos e resultados do gerenciamento e controle de resíduo.

O sétimo e último capítulo desta pesquisa apresenta as considerações finais, de modo a confrontar com os objetivos anteriormente propostos. Também são apresentadas recomendações para futuros trabalhos, buscando contribuir para um maior aprofundamento do tema.

### **1.3 CRITÉRIOS ESCOLHA ESTUDO DE CASO**

Entre as obras institucionais e comerciais que utilizaram sistema construtivo de chapas de gesso acartonado para vedações verticais internas na cidade de Florianópolis, no estudo de caso do da Universidade Federal de Santa Catarina, e em Goiânia na Obra de Ampliação do Araguaia Shopping/Rodoviária de Goiânia.

Os critérios de seleção utilizados na escolha deste estudo de caso, foram considerados quatro aspectos:

- Edificação de uso institucional e comercial que utilizaram o sistema construtivo de chapas de gesso acartonado para vedações verticais internas.

- Construções de médio e grande porte.

- As obras em andamento para fase de construção do edifício. Este critério é fundamental para a pesquisa, em função da relevância dos dados sobre a organização do canteiro de obras e o gerenciamento do resíduo de construção gerado.

- Edificação com fácil acesso para realizar a pesquisa e acompanhar o desenvolvimento das atividades.

## **2 ASPECTOS GERAIS DOS RESÍDUOS GERADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Atualmente diversas ações vêm sendo implementadas, com objetivo de atenuar o impacto dos resíduos gerados na construção ao meio ambiente. Diferentes etapas do empreendimento de construção civil, em particular, as atividades no canteiro de obras, que visam propiciar por meio da coleta seletiva dos resíduos gerados, a reciclagem ou reuso dos materiais, (SOUZA et al., 2004). Segundo Souza *et al.*, 2004, os resíduos de construção e demolição são compostos, geralmente, por: resíduos de concreto, asfalto, madeira, metais, rebocos, gesso, cerâmicas, entre outros.

A reciclagem dos resíduos ou reuso está diretamente ligado ao esgotamento dos recursos naturais, bem como o consumo de energia e custo elevado na fabricação do material. Soma-se a isto os custos associados ao esgotamento da capacidade dos aterros controlados e o impacto ambiental causado pela deposição dos materiais.

### **2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Diante das mudanças da sociedade industrial, busca-se transformar a natureza em benefício do desenvolvimento econômico, de modo a melhorar a qualidade de vida de grande parte da população. A construção civil neste contexto, tem como função transformar o ambiente natural no ambiente construído atendendo a demanda da sociedade. Entretanto, apresenta-se como contradição, o meio ambiente e o desenvolvimento, visto que, o conceito de desenvolvimento está diretamente ligado ao paradigma “desbravador”. A sendo que a defesa do meio ambiente é vista por muitos como anti-desenvolvimentista, (JOHN, 2000; LIDDLE, 1994).

O desenvolvimento sustentável está inserido na melhoria da qualidade de vida das pessoas dentro do contexto social, econômico e ambiental. Busca-se, assim, preservar as riquezas naturais para as gerações presentes e futuras, (WCED, 1987). Segundo Vollenbroek (2002), o desenvolvimento sustentável consiste em um equilíbrio entre as tecnologias disponíveis, estratégias de inovação e as políticas de governo. De acordo com

Zimmermann *et. al*, (2005), o setor da construção consome uma grande quantidade de energia e de recursos naturais, além de gerar uma grande quantidade de resíduos sólidos. A sustentabilidade depende de um consenso estabelecido sobre a contribuição a ser realizada por todos os setores, incluindo o setor da construção.

A sustentabilidade passa pela elaboração e desenvolvimento do projeto, que envolve a alocação eficientes dos recursos disponíveis, o consumo mínimo de energia, baixo consumo de energia incorporada nos materiais de construção, a reutilização e reciclagem. Bem como os outros mecanismos que visam uma maior eficiência no uso dos recursos. A melhora do desempenho dos edifícios tem um papel fundamental para incentivar uma maior responsabilidade ambiental. O desenvolvimento sustentável deve nortear as decisões de projeto, (DING, 2007).

A sustentabilidade permeia as diferentes atividades que cercam a sociedade, atuando como um elo social entorno do bem coletivo, no qual, cada ação individual reflete diretamente no coletivo. A implementação da prática da sustentabilidade em atividades de projeto concerne na união de três dimensões básicas: econômica, social e ambiental. Desta forma, busca-se garantir benefícios permanentes por meio das práticas sustentáveis, não apenas isoladas ou superficiais, (LIBRELOTTO, 2009).

## **2.2 RESOLUÇÃO CONAMA N° 307/2002 - RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**

No Brasil, as políticas públicas direcionadas para os resíduos gerados pelo setor da construção civil foram oficializadas em projeto de lei em 2002, primeiramente, na cidade de São Paulo. A legislação municipal restringia-se em seu escopo a proibição da deposição de resíduo de construção civil em vias e logradouros públicos, atribuindo ao gerador a responsabilidade pela remoção e destinação final. Não obstante, os problemas causados pela geração e manejo do resíduo de construção se intensificaram, sobretudo, a saturação dos aterros controlados e "bota foras", locais onde os resíduos de construção eram comumente depositados. No Estatuto das cidades, Lei nº 10.257

de 10 de junho de 2001, buscava-se estabelecer diretrizes para o desenvolvimento sustentável dos aglomerados urbanos no país. Cominando posteriormente, na Resolução nº 307 de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que deliberou as responsabilidades e deveres para o Gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil, homologado na Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que “estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a Política Federal de Saneamento Básico”. A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, delibera sobre as diretrizes relativas a gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os resíduos perigosos, as responsabilidades dos geradores e do poder públicos, bem como aos instrumentos econômicos aplicáveis, (PASCHOALIN FILHO, CORTES, 2014).

A Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente estabeleceu a primeira medida que norteou as diretrizes para os resíduos de construção e demolição no país. Esta resolução passa por revisões e alterações por parte do Conselho, adequando-a a realidade e as demandas da sociedade. As primeiras resoluções complementares foram: Resolução nº 348/2004, que incluiu o amianto na classe de resíduos perigosos; Resolução nº 431/2011 estabeleceu nova classificação para o gesso, considerando-o como Classe B, conforme mostra o Quadro 1.

As medidas da Resolução nº 307/2002 do (CONAMA) contemplam as problemáticas dos resíduos sólidos, distinguindo os resíduos de construção e demolição e atuando como um instrumento legal pioneiro que buscou fixar prazos para a adequação das administrações municipais. Determinou-se metas para elaboração e implementação dos planos de gestão de resíduos de construção e demolição nos municípios, observando a determinação da legislação quanto a destinação para cada classe de resíduos, conforme mostra o Quadro 1.



### Quadro 1 – Classificação das classes de resíduos.

Classe	Origem	Tipo de resíduo
Classe A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados.	De pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de operações de terraplenagem.  Da construção, demolição reformas e reparos de edificações (componentes cerâmicos, tijolos, blocos, telhas e placas de revestimento, concreto e argamassa).
Classe B	Resíduos recicláveis com outras destinações.	Plásticos, gesso, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros.
Classe C	Resíduos para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações que permitam a sua reciclagem ou recuperação.	Não especificado pela resolução.
Classe D	Resíduos perigosos oriundos de processo de construção.	Tintas, solventes, óleos, amianto.
	Aqueles contaminados, oriundos de demolições, reforma e reparo, enquadrados como classe I na NBR10004.	Clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Fonte: Resolução CONAMA no 431/2011.

### Quadro 2 - Destinação para cada classe de resíduos.

Classe	Destinação
<b>A</b>	Reutilizar ou reciclar como agregados ou encaminhar a Aterros de Resíduos de Construção, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
<b>B</b>	Reutilizar, reciclar ou encaminhar a área de armazenamento temporário, sendo disposto de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
<b>C</b>	Armazenar transportar, reutilizar e destinar conforme normas técnicas.
<b>D</b>	Armazenar transportar, reutilizar e destinar conforme normas técnicas.

Fonte: Resolução CONAMA no 431/2011.

Os resíduos de construção segundo a resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002, são classificados em quatro diferentes grupos: os resíduos recicláveis como agregados; os resíduos recicláveis para outras destinações; os resíduos que não possuem tecnologia que se viabiliza a reciclagem ou recuperação e por fim; os resíduos perigosos ou contaminados, exemplo resíduos hospitalares. Cada classe de resíduo requer uma destinação adequada, de acordo com a legislação. Outro exemplo, é a inclusão do resíduo de Amianto como classe resíduos perigosos, por meio de uma complementação a resolução

CONAMA nº 307/2002 realizada em 2004. Desta mesma forma, em 2011 foi feita a complementação da resolução a CONAMA nº 307/2002, que alterou a classificação do Gesso de Classe C para a Classe B, ou seja, o gesso passou ser um material reciclável. No Brasil, antes da promulgação da CONAMA nº 307/2002, utilizava-se como referência para classificação dos resíduos sólidos a Norma Brasileira denominada NBR 10.004 – “Resíduos Sólidos – Classificação”, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) no ano de 1987.

A Resolução CONAMA nº 307/2002 em vigor no Brasil, contribuiu para a revisão da Norma Brasileira denominada NBR 10.004 – “Resíduos Sólidos – Classificação”. Republicando a norma NBR 10.004/2004 com as devidas alterações junto a outras normas da NBR, conforme mostra o Quadro 3. As atualizações foram propostas segundo a realidade brasileira para as questões ambientais, bem como desenvolvimento sustentável. Segundo NBR 10.004/2004, os resíduos de construção civil passam a ser classificados como inertes, ou seja, Classe II-B. Os constituintes do resíduo quando solubilizados não afetam os padrões de potabilidade da água.

**Quadro 3 – Normas Complementares - Resíduos Sólidos.**

Norma	Título	Objetivo
NBR 15112	Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.	<i>Esta Norma fixa os requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos.</i>
NBR 15113	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.	<i>Esta Norma fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção civil classe A e de resíduos inertes.</i>
NBR 15114	Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.	<i>Esta Norma fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil classe A.</i>
NBR 15115	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.	<i>Esta Norma estabelece os critérios para execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil, denominado agregado reciclado, em obras de pavimentação.</i>
NBR 15116	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.	<i>Esta Norma estabelece os requisitos para o emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil.</i>

Fonte: NBR 2004.

Em 2004, foram publicadas outras normas nacionais relacionadas aos Resíduos de Construção e Demolição, contidos na classe A, de classificação dada pela Resolução 307 do CONAMA. As especificações da ABNT são:

- NBR 10004/04 – Resíduos Sólidos – Classificação;
- NBR 8419 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos;
- NBR 8849 – Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos;
- NBR 10007/04 – Amostragem de resíduos sólidos;
- NBR 12235 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos;
- NBR 11175 – Incineração de resíduos sólidos perigosos – Padrões de desempenho;
- NBR 13463 – Coleta de resíduos sólidos;
- NBR 13894 – Tratamento de solo (landfarming) – Procedimento;

Segundo Pinheiro (2011), as questões envolvendo os resíduos de construção civil no Brasil foram tratadas na Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da lei 12.305/2010. Esta prevê a redução na geração de resíduos ao propor as práticas sustentáveis, além de um conjunto de instrumentos que visam aumentar a reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos e a destinação adequadas dos rejeitos. Os planos previstos pela PNRS são:

- a) Plano Nacional de Resíduos Sólidos: sob a responsabilidade da União e coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente;
- b) Plano Estadual de Resíduos Sólidos: sob a responsabilidade de cada Estado, sendo este requisito fundamental para a obtenção de recursos da União, ou por ela controlados, a serem destinados aos empreendimentos e serviços destinados ao gerenciamento de resíduos sólidos;
- c) Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: sob a responsabilidade das municipalidades, sendo este requisito fundamental para captação de recursos junto a União que serão destinados a empreendimentos e serviços relacionados a limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos;
- d) Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos: estão sujeitos a elaboração deste plano os geradores de resíduos (perigosos ou não) de uma maneira geral, entre estes, as empresas.

## **2.3 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO - PERDAS DE MATERIAIS**

A construção civil ocupa uma posição de destaque na economia de um país, sendo responsável por uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB), bem como reflete os estímulos e condições favoráveis da economia. A indústria da construção gera uma grande quantidade de empregos diretos e/ou indiretos, além de ter um papel fundamental na redução do déficit habitacional e de infraestrutura, (PASCHOALIN FILHO, 2014). A indústria da construção destaca-se por apresentar um consumo considerável de materiais, tanto em quantidade, como em diversidade. Os resíduos são concebidos, em geral, durante o processo de construção, reformas ou demolição, gerando uma quantidade de resíduos. A ineficiência em alguns dos processos produtivos da indústria da construção, aparecem tanto na construção civil informal quanto na formal. Em geral, os resíduos gerados são destinados de forma inadequada em aterros clandestinos, intensificando o impacto ambiental de suas atividades, (SOUZA et al., 2004).

De acordo com Pinto (1999), as diretrizes básicas da gestão sustentável dos resíduos de construção e demolição passa pela facilitação total da disposição dos resíduos, diferenciando por categoria os resíduos sólidos coletados e destinando os resíduos captados para a reciclagem do material. Desta forma, existem vários fatores em diferentes etapas dentro do processo produtivo que influenciam as perdas dos materiais. As perdas são classificadas segundo seu controle, segundo sua natureza e segundo sua origem, conforme mostra o Quadro 4.

**Quadro 4 - Classificação de Perdas**

PERDAS	SEGUNDO SEU CONTROLE	Evitáveis
		Inevitáveis
	SEGUNDO A SUA NATUREZA	Superprodução
		Substituição
		Espera
		Transporte
		Processamento
		Movimento
		Estoque
		Produtos defeituosos
	SEGUNDO SUA ORIGEM	Produção
		Etapas anteriores à sua produção

Fonte: SANTOS *et al.*, 2000.

Desta maneira, os resíduos gerados no processo de construção podem ser reduzidos ou eliminados diretamente na fonte, ao focar em estratégias de racionalização da construção, que visa otimizar eficiências nos processos, (CARDOSO 1996; SABBATINI, 1989). Assim ao implementar as medidas para o tratamento dos resíduos, dentro do canteiro de obras, os resíduos devem passar por processos, tais como: coleta seletiva, triagem, separação de impureza, processo de tratamento, e finalmente, o produto para reutilização. O produto final agrega valor comercial, viabilizando-se assim a implementação dos métodos de gestão e controle de resíduos de construção e demolição, (IBRAHIM, 2016).

Segundo Ibrahim (2016), existe uma relação inversamente proporcional entre o custo total do material para execução de determinada obra e o custo do material reciclado, ou seja, o custo do material de construção diminui quando se aumenta a a necessidade de não apenas quantificar o total de resíduos gerados, mas também acompanhar sua evolução durante o processo de construção. Por exemplo, a execução da alvenaria e acabamentos pode gerar mais de 30% do resíduo de construção e demolição de uma obra.

Os resíduos de construção evidenciam o excesso de consumo de materiais nos canteiros de obras. Deste modo

compara-se a quantidade de material teoricamente necessário (QTN) com a quantidade de material realmente demandado (QMD), permitindo assim mensurar as perdas de matérias, além de identificar a fonte de desperdício dos materiais, conforme a Equação 1. Os resíduos de construção constituem-se de entulho dos materiais, o “lixo descartado”, parcela visível das perdas de materiais. A geração dos resíduos na indústria da construção está presente, principalmente, nas etapas de produção e utilização. Destaca-se também a ineficiência dos processos de produção do edifício como a principal causa para o desperdício de materiais, falta de qualidade e treinamento da mão-de-obra culminam no aumento da quantidade de resíduos, (ÂNGULO et al., 2011; SOUZA et al., 2004).

#### **Equação 1**

$$TD(\%) = \frac{(QMD - QTN)}{QTN} \times 100$$

Sendo:

TD(%)= Quantidade de resíduo gerado

QMD= Quantidade de material realmente demandado.

QTN= Quantidade de material teoricamente necessário.

Fonte: SOUZA *et al.*, (2004).

A reciclagem dos resíduos gerados pela indústria da construção civil tem se consolidado como uma prática fundamental para a sustentabilidade, tanto na atenuação do impacto ambiental gerado pelo setor, bem como uma alternativa economicamente viável para o reuso dos materiais.

Os benefícios adquiridos por meio da promoção da reciclagem de resíduos de construção e demolição são inúmeros. Os resíduos da indústria da construção depositados em aterros sanitários são extremamente volumosos e difíceis de manusear, contribuindo para a diminuição da vida útil de operação destes aterros, além de causar impactos ambientais associados a contaminação do lençol freático, entre outros. Conforme mostra a Figura 1, deve-se observar as variáveis envolvidas no cálculo da viabilidade financeira alcançados pela reciclagem de resíduos gerados. Existem outras variáveis envolvidas no processo de

reciclagem e gestão de resíduos que indiretamente afetam a cadeia produtiva da construção civil, (IBRAHIM, 2016).

**Figura 1** Variáveis envolvidas no cálculo da viabilidade financeira alcançados pela reciclagem de resíduos materiais.



Fonte: IBRAHIM, 2016. Editado pelo Autor.

De acordo com Ibrahim (2016), o seu estudo busca estimar o retorno sustentável na prática da reciclagem de resíduos de construção. Deste modo, observa-se a viabilidade para incorporação de materiais reciclados em maior porcentagem, reinserindo este material em novos projetos. A gestão de resíduos de construção, mostra-se economicamente viável, bem como apresenta os benefícios na diminuição do impacto ao meio ambiente, reduzindo o volume dos aterros significativamente.

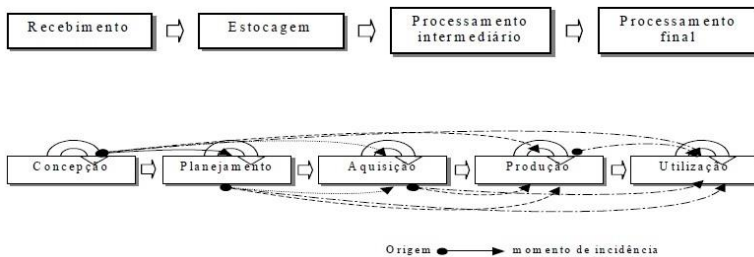
Segundo Camillo (2010), no Brasil, falta especificações e procedimentos para a aplicação ou execução de uma determinada tecnologia construtiva, sobretudo, os sistemas construtivos industrializados. Devido à ausência destas especificações, os sistemas construtivos acabam sendo adaptados e improvisados no canteiro de obra, descaracterizando os benefícios da industrialização e dos avanços tecnológicos.

## 2.4 MENSURAÇÕES DOS RESÍDUOS GERADOS NA PRODUÇÃO DE EDIFICAÇÕES

A indústria da construção civil caracteriza-se por sua heterogeneidade nas etapas de produção e de seus agentes envolvidos nos processos. Tal condição, aliada a complexidade da execução das diferentes etapas, favorece a ocorrência de falhas, que repercute em consumo adicionais de materiais previamente previstos. Estes consumos adicionais são denominados perdas e podem ocorrer de diversas formas: através do consumo excessivo

de materiais, de mão de obra, de custos de reparo de produtos, entre outros. O processo de execução na construção civil envolve todas as etapas relacionadas ao desenvolvimento de um empreendimento: planejamento, projeto, fabricação e materiais, execução, uso e manutenção, conforme mostra a Figura 2. As perdas de materiais podem ocorrer nas etapas descritas anteriormente. Isso significa que as avaliações das perdas de materiais podem ocorrer de forma global, analisando todas as etapas que envolvem o processo de construção, bem como determinando pontualmente o desempenho de uma etapa específica, (PALLIARI, 1999).

**Figura 2 –** Exemplo de fluxograma dos processos. Perdas de materiais segundo sua origem.



Fonte: SOUZA *et al.*, 2004.

As perdas de materiais que ocorrem durante o processo de construção contribuem para intensificação do impacto ambiental, pois consistem em um consumo de materiais além do necessário para a produção ou manutenção de um empreendimento, (SOUZA *et al.*, 2004). Nos processos da construção civil, devido a variabilidade natural, é inevitável que ocorre um determinado volume de perdas. A fração que excede a este limite característico da tecnologia empregada é considerada desperdício. Os limites entre perda inevitável e o desperdício são difíceis de estabelecer, o uso de uma mesma tecnologia pode variar com as características regionais de execução, condições ambientais e no tempo. Parte das perdas na construção civil permanecem incorporadas ao edifício na forma de espessura excessiva e outra parcela significativa são retiradas na forma de resíduo, (JOHN, 2000).



As perdas têm origem nas diferentes etapas do ciclo de vida de uma edificação. A fase de planejamento, por exemplo, pode ser responsável por um aumento nas perdas de material ao escolher uma tecnologia inapropriada para determinado contexto que a edificação será inserida. A seleção de uma tecnologia adequada pode evitar desperdícios de materiais, além de diminuir a necessidade de retrabalho no canteiro de obras, (JAQUES, 1998). A fase de execução de um empreendimento certamente é a maior geradora de resíduo, correspondendo a parcela visível das perdas de materiais. Somente nesta fase que as decisões anteriores (planejamento) são materializadas e ganham dimensões físicas, consumindo os recursos naturais, (JOHN, 2000).

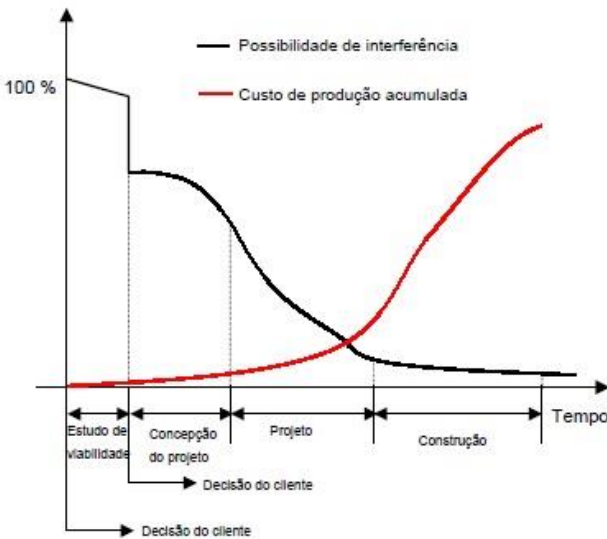
Sabe-se que as deficiências no conteúdo do projeto contribuem para as falhas, gerando custos e prazos adicionais às obras, seja no processo de execução ou de manutenção do edifício. Durante a fase inicial de concepção do projeto, existe uma maior possibilidade de detectar possíveis problemas de execução, além de possibilitam as devidas mudanças, afetando minimamente os custos. Por outro lado, durante a fase de execução observa-se que as possibilidades de mudanças são reduzidas e costumam afetar diretamente os custos, (MELHADO; 1994)

Para avaliar a evolução de um processo de produção, faz-se necessário melhorar os processos de elaboração de projetos, considerando as complexidades demandadas de cada subsistema. Segundo Melhado (1994), o projeto deve seguir um conjunto de elementos elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo para a utilização nas atividades de produção em obras, contendo as definições de: disposição e sequência de atividades de obras e frentes de serviço; de uso de equipamentos; de arranjos e evolução do canteiro de obras; dentre outros itens que são vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora.

Para a obtenção de uma maior eficiência da produção e qualidade do produto final, faz-se necessário um planejamento detalhado dos processos construtivos, de modo a prever as eventuais falhas ao longo do processo de construção. Nota-se que possibilidade de interferência no produto, durante a sua etapa de execução, interferem diretamente no custo de produção. Assim,

na fase inicial do empreendimento, durante a fase de planejamento e de projetos, as possibilidades de realizar as mudanças são maiores, sem alterar os custos drasticamente. Entretanto, durante a fase de execução, observa-se que as possibilidades de interferência são limitadas, porém, os custos de alteração são significativos maiores. A Figura 3 mostra estas relações de modo esquemático.

**Figura 3 - Possibilidade de reduzir custos de falhas.**



Fonte: TANIGUTI 1999 *apud* HAMMARLUND; JOSEPHSON, 1992.

O projeto usado para execução deve ser compatível com o sistema produtivo da empresa construtora, devendo-se refletir a sua cultura construtivo. Sobretudo, nota-se que cada uma das empresas analisadas possui características próprias para condução das atividades, ainda que utilizem o mesmo sistema construtivo. No caso das empresas analisadas, as vedações verticais internas utilizam como sistema construtivo chapas de gesso acartonado. A elaboração do projeto para produção da vedação vertical é de fundamental importância, uma vez que esse subsistema se relaciona diretamente com vários outros

subsistemas do edifício: estrutura, instalações hidráulicas e sanitárias, instalações elétricas, esquadrias, impermeabilização e revestimentos.

Assim, os projetos possuem um papel relevante na execução de uma determinada edificação ou até mesmo de partes específicas que compõem a edificação. Optou-se, deste modo, por avaliar por meio de relatórios o conteúdo dos projetos buscando realizar uma análise sistêmica para destacar a integração entre os vários subsistemas. Como consequência, as soluções apresentadas em cada projeto acabam interferindo na execução da atividade de cada subsistema. Ressalta-se que as decisões, por sua vez, são tomadas em grande parte apenas no momento da execução, comprometendo assim a qualidade e a eficiência na utilização do produto, uma vez que estas decisões podem estar em desacordo com as soluções previstas em projeto. Portanto, optou-se por analisar tanto o conteúdo do projeto (grau de detalhamento, qualidade da representação gráfica, etc.), quanto a aplicabilidade do projeto dentro do canteiro de obras durante a etapa de execução (execução das atividades conforme previsto em projeto).

A fase de manutenção está associada a vários fatores, como exemplo: a correção de defeitos (patologias), reformas ou modernização do edifício, descarte de componentes degradados. Ressalta-se que a redução da geração de resíduo nesta etapa exige melhoria em diferentes processos, como: por exemplo a melhoria da qualidade da construção, de forma a reduzir a manutenção. Desta forma, possibilitam projetos com maior flexibilidade, que permitam modificações no edifício, montagem e desmontagem dos componentes e qualidade dos materiais. Neste sentido, busca-se aumentar a vida útil dos diferentes componentes e da estrutura da edificação. Observa-se, no entanto que em geral, os projetos não preveem atividades de manutenção e seus custos, (JOHN, AGOPYAN, 2000). A redução dos resíduos na etapa de demolição está diretamente associada a vida útil dos edifícios e seus componentes, que depende tanto de tecnologia, quanto da qualidade dos materiais que possibilitam o prolongamento da vida útil. Outros fatores como, prever em projeto a possibilidade de futuras modernizações e reformas do edifício, bem como a utilização de tecnologia que permita a desmontagem e a reutilização de componentes. Portanto, observa-se que a redução

de resíduos na fase de demolição depende das medidas de longo prazo e planejamento, (JOHN, AGOPYAN, 2000).

### **3 O GESSO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

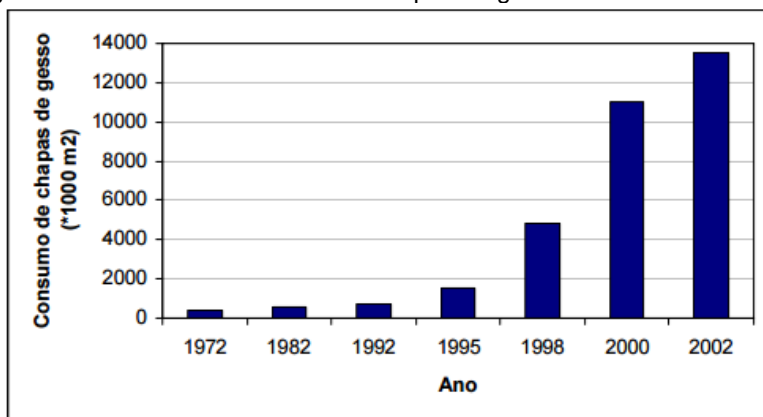
Neste capítulo apresenta os principais aspectos do gesso na construção civil, de acordo com os objetivos propostos. Busca-se também apresentar os aspectos do gesso acartonado, a gipsita como a matéria-prima, as características das chapas e o processo de fabricação.

#### **3.1 GESSO ACARTONADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

No Brasil, o uso do sistema construtivo de chapas de gesso acartonado na construção civil ocorre desde meados da década de 70, sendo que esta tecnologia começou a ganhar maior expressividade na segunda metade da década de 90. Até então, o sistema construtivo era visto como uma novidade, tanto para os projetistas como para as construtoras e o público geral. Não obstante, em países mais desenvolvidos, o sistema construtivo de vedação vertical interna com chapas de gesso acartonado era amplamente utilizado nas construções das edificações.

Nos Estados Unidos, por exemplo, as vedações verticais internas com chapas de gesso acartonado correspondem cerca de 90% das obras executadas. No Brasil, após a estabilização econômica do país, criou-se um ambiente favorável para o desenvolvimento da indústria da construção civil. Desta forma, verificou-se o potencial do sistema construtivo de paredes de gesso acartonado, fazendo com que os fabricantes mundiais comesçassem a direcionar investimentos ao mercado brasileiro. A partir do momento que os fabricantes iniciam a produção em larga escala no país, os preços do produto começam a baixar, viabilizando economicamente a utilização do produto na construção civil. Ao associar os aspectos econômicos e os benefícios construtivos da tecnologia, nota-se um crescimento expressivo na utilização do gesso acartonado no Brasil, conforme mostra a Figura 4, (LOSSO E VIVEIROS, 2004).

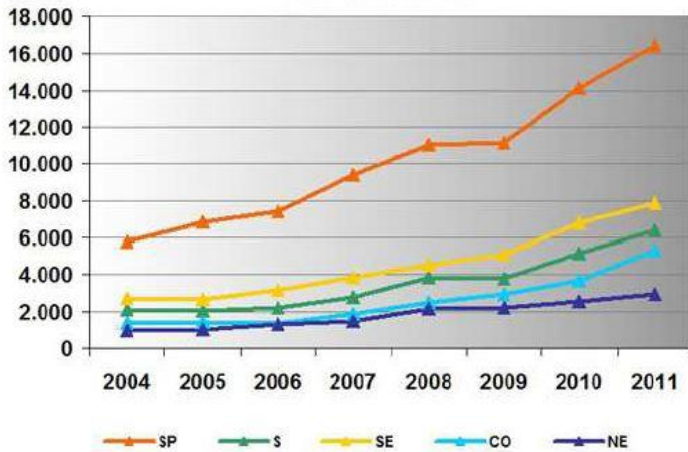
**Figura 4** - Histórico do consumo de chapas de gesso acartonado no Brasil.



Fonte: SIDUSCON, 2015.

O gesso, atualmente, é um dos materiais mais consumidos no mundo graças a seu potencial em resistência, alta durabilidade, facilidade de montagem, desmontagem, baixo custo na produção e extração. Atualmente observa-se um crescimento significativo do uso do gesso acartonado no Brasil, principalmente na região Sudeste do Brasil. A região concentra grande parte da população brasileira e a maior cidade da América Latina, São Paulo, conforme mostra a Figura 5. Este crescimento do uso do gesso sugere um planejamento para a reciclagem e reutilização dos resíduos. Notam-se os benefícios econômicos e ambientais propiciados pelos reaproveitamentos dos resíduos de gesso pela própria indústria da construção civil, resultando no aprimoramento de seu ciclo de produção e da logística reversa.

**Figura 5** - Consumo de chapas de gesso acartonado nas regiões do Brasil.



Fonte: SIDUSCON, 2015.

Este crescimento do uso do gesso tem se aumentado nos últimos anos, pois tem-se utilizado o sistema construtivo para vedação vertical interna com chapas de gesso acartonado, em obras comerciais e institucionais, devido as características e eficiência desta tecnologia.

### 3.1.1 Vedações verticais internas

As variedades de sistemas com funções distintas acabam compondo um sistema complexo de uma edificação em construção. Por mais distintos que sejam os sistemas e subsistemas, estes possuem relações intrínsecas entre si. As vedações verticais internas compõem um dos principais subsistemas de uma edificação. Portanto, trata-se de um subsistema do edifício constituído por elementos que compartimentam e definem os ambientes internos e promovem a proteção lateral controlando as ações de agentes indesejáveis. Diferentemente das vedações verticais externas que são relacionadas a envoltória da edificação, as vedações internas buscam atender as necessidades dos ambientes internos. Logo, por ocuparem posições distintas no edifício as vedações externas e internas apresentam características mecânicas, químicas e

físicas diferentes entre si. As vedações verticais internas de chapas de gesso acartonado, objeto de estudo, possuem características essenciais para atender uma série de requisitos e critérios de desempenho, garantindo, assim que o sistema cumpra sua função adequadamente, (TANIGUTI; 1999).

De acordo com a NBR 11685 (ABNT 1990), a divisória leve interna modulada é definida como “elemento construtivo que separa os espaços internos de uma edificação, compartimentando e ou definindo ambientes, estabelecendo-se do piso ao forro ou teto, sendo constituído por painéis modulares e seus componentes, com massa não superior a  $60 \text{ kg/m}^2$ ”. Segundo esta definição, as vedações de chapas de gesso acartonado enquadram-se no conceito de divisória leve, entretanto, não pode ser definida como um elemento modular, devido aos recortes e ajustes dos painéis de gesso acartonado no momento da execução. Deste modo, este tipo de vedação não se enquadra no conceito de painel modular. O termo *drywall*, muito utilizado nos Estados Unidos, refere-se aos componentes de vedação vertical interna que são empregados na construção a seco e que possuem entre suas principais funções a compartimentação e separação dos ambientes internos de uma edificação. O termo *drywall construction*, se refere a construção executada a seco, sem o uso de água. Segundo Sabbatini (1989), no Brasil, o termo *drywall* teve sua divulgação a partir da criação da empresa “Drywall Tecnologia de Paredes e Forros Ltda”, no ano de 1994, que comercializava seus produtos como “*drywall*”.

### **3.1.2 Classificação das vedações verticais internas**

Segundo Sabbatini (1989), existem diferentes critério que podem ser adotados para classificar as vedações verticais internas. Utilizando estes critérios, busca-se organizar os diversos tipos de vedações existentes, de acordo com suas características. Assim, busca-se facilitar a identificação e a distinção de cada tipo de vedação interna, auxiliando os profissionais envolvidos na elaboração de projetos e na execução, da tecnologia mais adequada para a construção. Desta maneira, propõem-se uma classificação quanto a capacidade de suporte, que está condicionada à resistência mecânica da vedação vertical:



- Resistente: vedação vertical que possui função estrutural, além da função de compartimentação dos ambientes, como exemplo: vedação interna com alvenaria estrutural.
- Autoportante: vedação vertical empregada exclusivamente com a função de compartimentação dos ambientes internos, como exemplo: alvenaria de blocos de vedação.

As vedações de gesso acartonado são classificadas como vedações verticais autoportantes, pois os seus componentes não possuem resistência para suportar as cargas provenientes dos elementos estruturais do edifício, como as cargas de vigas, pilares e lajes. Entretanto, existem outras formas de classificação. Segundo Taniguti (1999), as vedações verticais podem ser classificadas em:

- Fixa: esse tipo de vedação geralmente necessita de acabamentos complementares e, em caso de modificações posteriores a execução, os elementos constituintes são difíceis ou impossíveis de recuperar, como é o caso das paredes maciças moldadas *in loco*, por exemplo;
- Desmontável: vedação que, quando desmontada, sofre pouca ou nenhuma degradação e podem ou não necessitar de algumas peças para a remontagem, como os painéis tipo “sanduíche”, por exemplo;
- Móvel: vedação que pode ser removida de um local para outro sem que haja a necessidade de desmontar ou degradar seus componentes.

As vedações de chapas de gesso acartonado possuem como características fundamental, em seu sistema construtivo, uma maior facilidade na montabilidade e desmontabilidade das vedações. Sendo possível reaproveitar tanto as chapas de gesso acartonado quanto os perfis metálicos. No entanto, faz-se necessário que o processo de montagem e desmontagem sejam adequados, de modo a utilizar as ferramentas e procedimentos apropriados. Portanto, pode-se afirmar que, quanto a mobilidade, esse tipo de vedação vertical interna de chapa de gesso acartonado pode ser classificado como desmontável.

### 3.1.2 Funções das vedações verticais internas

Para que a construção de edifício atenda às necessidades dos usuários, faz-se necessário que cada um dos vários subsistemas cumpra as suas funções, de maneira harmônica, sem interferência entre eles. As vedações internas verticais, de modo geral, têm como função primordial a compartimentação dos ambientes e proteção de intempéries. Entretanto, para criar condições de habitabilidade do edifício, as vedações verticais devem atender outras funções secundárias, como exemplo:

- Auxiliar no controle de ruídos, luz, calor e ventilação do ambiente;
- Servir de suporte e proteção as instalações do edifício;
- Servir de proteção dos equipamentos de utilização do edifício;
- Suprir a função estrutural do edifício, ou parte dessa função.

Todas estas funções das vedações verticais apresentadas devem seguir os requisitos e critérios de desempenho estabelecidos por normas nacionais, que tem como objetivo, sobretudo, satisfazer as necessidades dos usuários, garantido a segurança e durabilidade do edifício, bem como as melhores condições de habitabilidade. As vedações internas de chapas de gesso acartonado devem atender a todos os critérios citados anteriormente. Entretanto, ressalta-se que as paredes de gesso acartonado não possuem a função estrutural, devido à baixa rigidez e uma maior resiliência das chapas, portanto, as paredes de gesso não contraventam os elementos estruturais. No entanto, para mensurar o desempenho e verificar se as tecnologias atendem os requisitos de desempenho, é necessário estabelecer indicadores qualitativos, que indicam o atendimento: parcial, total ou não atendimento dos critérios estabelecidos em normas. Resumidamente, alguns dos principais requisitos de desempenho são:

- a) isolamento térmico;
- b) resistência e reação ao fogo;
- c) isolamento acústico;
- d) estanqueidade a água e ao vapor d'água; e
- e) desempenho estrutural.

Deste modo, ao estabelecer os requisitos e critérios de desempenho, torna-se possível constituir os indicadores. Assim, os indicadores podem ser utilizados como ferramentas de mensurar e balizar a eficiência de uma determinada atividade, bem como as perspectivas de atender de maneira satisfatória as necessidades do usuário. Desta forma, essas ferramentas servem também como parâmetro no caso de utilização de sistemas construtivos inovadores, que eventualmente, não possuem normalização de componentes e elementos de edificação, (TANIGUTI; 1999).

### **3.2 A CADEIA PRODUTIVA DO GESSO E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS**

O gesso possui características e propriedades que propiciam ao material um vasto campo de aplicação na construção civil, e também com um grande potencial de reciclagem. A cadeia produtiva do gesso destinado à construção constitui-se por diferentes etapas a serem desenvolvidas, tais como: (i) a extração e preparação da matéria prima; (ii) o processo de produção do gesso; (iii) o beneficiamento de componentes; (iv) a aplicação do material e os componentes durante a construção. As atividades desenvolvidas nas diferentes etapas da cadeia produtiva do gesso geram resíduos, o volume ou a natureza do resíduo gerado dependem dos processos de produção e gerenciamento em cada destas etapas, (PINHEIRO, 2011).

Os resíduos de gesso são gerados, inicialmente, pela extração do minério de gipsita, como os principais rejeitos composto por uma mistura de material estéril e minério impróprio a industrialização que são descartados, em geral, em áreas próximas as cavas de mineração durante o processo de produção do material. Seguindo para o processo de beneficiamento do minério passa por um sistema de britagem, em que o material adquire a granulometria adequada para o envio para as calcinadoras. O resíduo desta fração mais fina da gipsita, é considerado um poluente atmosférico de alto risco para a saúde humana. O descarte dos resíduos, de maneira inadequada, ocasiona a intensificação dos impactos ambientais que

determinam a modificação do ecossistema, a perda da biodiversidade e a contaminação do lençol freático, devido ao aumento da acidez e sulfurização dos mananciais que contribuem para proliferação de microrganismos patogênicos a saúde humana. Os resíduos gerados pela extração e pelo beneficiamento do minério, em grande parte, são destinados a produção do gesso agrícola, (PINHEIRO, 2011; ARAÚJO, 2002).

De acordo com Pinheiro (2011), o processo de beneficiamento do gesso, passa por um tratamento primário, no qual, o minério da gipsita é submetido aos processos de: rebritagem, moagem, peneiramento, calcinação e acondicionamento. Este processo de produção gera uma grande quantidade de resíduo, principalmente na fase de rebritagem, moagem, calcinação e acondicionamento. Na fase de rebritagem e moagem do minério de gipsita, busca-se a obtenção de uma granulometria necessária para iniciar a etapa de calcinação. Os resíduos gerados nesta fase são similares aos do beneficiamento de gesso na extração. Os rejeitos sólidos são destinados, em geral, para a produção do gesso agrícola. A etapa de calcinação do gesso gera resíduos específicos, composto por materiais particulados que se mantem em suspensão no interior das usinas, emitindo gases poluentes atmosféricos pelas chaminés dos fornos. Na etapa do acondicionamento do gesso em bags ou embalagens de papel, ocorrem perdas de material que são acumulados no local. Outros tipos de resíduos gerados durante o processo de produção do gesso são recorrentes, tais como: os materiais pulverulentos, que geram resíduo de varrição.

Segundo John e Cincontto (2003), os resíduos de gesso gerados no processo de fabricação de chapas constituem-se basicamente de gesso hidratado e papelão, que acabam reinseridos no processo produtivo. O processo construtivo e o planejamento das atividades no canteiro de obras, em geral, são determinantes para geração de resíduos durante as atividades de construção e demolição. Assim, a quantidade de resíduos gerado na construção civil varia de acordo com a tecnologia e a técnica construtiva aplicada. De acordo com Sáez et al, (2014), em países europeus, onde o uso de gesso mostra-se intenso, a utilização do gesso acartonado pode reduzir a geração dos resíduos de construção e demolição em até 15,94% em comparação com o uso de tijolos tradicionais.

Em outros países como os Estados Unidos, o volume de gesso pode chegar a 20% em relação aos demais resíduos de construção civil. Entretanto, segundo Ibrahim (2016), observa-se que para cada tipo de material, existe uma relação entre o retorno financeiro por meio da reciclagem e o custo da destinação dos resíduos em aterros. O preço unitário para o retorno financeiro varia de acordo com o tipo de material. O gesso acartonado representa o terceiro material com maior retorno, atrás de materiais, tais como metais, asfaltos, concretos e alvenarias.

A indústria de gesso acartonado destaca-se por inserir dentro do processo de fabricação a reincorporação dos resíduos industriais gerados, devido ao controle sistemático dos processos produtivos. No Brasil, após a reclassificação do resíduo de gesso em 2011 da resolução nº 307 do CONAMA, em que o gesso passou da Classe C, materiais que não possuem tecnologia de reciclagem, para a Classe B, materiais recicláveis e reutilizáveis. Mesmo antes da mudança da resolução nº 307 do CONAMA em 2011 iniciava-se um movimento de modernização dos processos produtivos, sobretudo, das pequenas fábricas de componentes de gesso com objetivo de realizar a reciclagem do resíduo de gesso, (PINHEIRO, 2011).

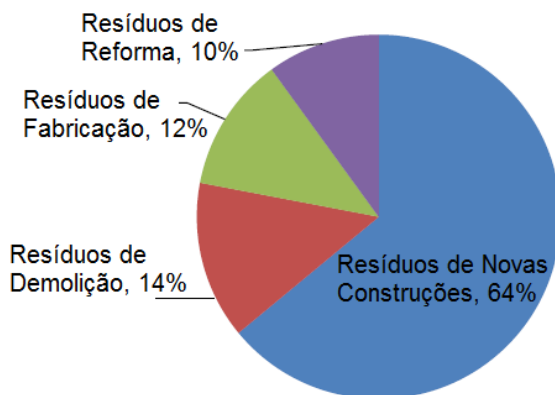
De acordo com John e Cincontto (2003), os resíduos de gesso gerados nas fábricas de chapas de gesso representam uma massa significativa de resíduo, critério decisivo para à viabilização de operações de reciclagem em escala industrial. As principais atividades que usam gesso são a execução de divisórias de gesso acartonado, os revestimentos de alvenaria e de tetos com pasta de gesso, chapas de forros, blocos de gesso e elementos decorativos.

Segundo Navarro et al. 2015, o sistema construtivo de vedações verticais em chapas de gesso acartonado destaca-se pelo processo sistemático de montagem, cuja tecnologia está caracterizada pelo processo eficiente de montagem, favorecendo também os mecanismos de desmontagem. A desmontagem, em vez da demolição, permite um aumento do potencial de reciclagem e reutilização do material, uma vez que se cria um valor econômico de mercado, dada as condições do material.

Os resíduos de gesso de construção civil são gerados em grande quantidade, em países membro da União Europeia como: Bélgica, Dinamarca, Grécia, Espanha, França, Países Baixos,

Polônia e Reino Unido. Esses países foram responsáveis pela geração de 1,15 milhões de toneladas de resíduo de gesso, em 2012. Este resultado representa a soma dos resíduos de sobras em canteiros de obras em novas construções, assim como a demolição e reformas de edificações. A implementação de melhores práticas no processo de montagem e desmontagem possibilitam uma maior reutilização e reciclagem do material, de modo a reduzir o desperdício do gesso. De acordo com estudos realizados nos Estados Unidos pelo departamento de qualidade ambiental de Michigan em 2007, os resíduos de gesso são gerados em diferentes atividades, como: resíduos de reforma, resíduos de fabricação e beneficiamento do gesso, resíduos de demolição. Entretanto, observa-se que as maiores quantidades de resíduos de gesso são geradas em novas construções, conforme mostra a Figura 6, (NAVARRO, et al. 2015; RAGAB, 2014).

**Figura 6** - Percentagem de diversos resíduos de drywall nos EUA (Departamento de Qualidade Ambiental de Michigan, de 2007).



Fonte: Fonte: RAGAB, 2014. Editado pelo Autor.

Os processos de aplicação das vedações verticais de chapas de gesso acartonado são divididos, basicamente, em quatro etapas: a primeira corresponde a fixação das guias; a segunda etapa refere-se à colocação dos montantes; terceira etapa é constituída pelo preparo e colocação das chapas de gesso acartonado; por último, tem-se a etapa do acabamento final. Os

processos requerem um alto grau de precisão na montagem do sistema construtivo. Assim, é solicitada uma mão-de-obra especializada para garantir uma maior eficiência produtiva, de modo que os resíduos gerados ao longo do processo construtivo são consequência, em geral, da imperícia dos profissionais que geram uma grande quantidade de resíduo, e que são resultado das sobras dos cortes das chapas de gesso necessários no momento da montagem. O volume deste resíduo durante o processo construtivo depende da modulação da tecnologia à obra. No Brasil, estima-se um total de 5% a 12% de resíduo de gesso na construção civil. Os cortes das chapas geram uma quantidade significativa de resíduos, mesmo com rigoroso projeto de modulação, são necessários alguns ajustes e cortes nas chapas de gesso no canteiro de obras, (PINHEIRO, 2011; JOHN; CINCOTTO, 2003).

Outros tipos de resíduos de gesso são recorrentes na construção civil, como: i). Os resíduos de revestimento de alvenaria e teto, que, geralmente, são aplicados na etapa de acabamento. Segundo John e Cicontto (2003), a perda do material se dá durante o preparo, a aplicação e o endurecimento da pasta, sendo que o volume de resíduo pode superar o índice recomendado pelos fabricantes de 30% de perdas, podendo chegar a 45%; ii) Resíduos de alvenarias com blocos de gesso. Os blocos de gesso constituem-se por peça pré-moldadas que são utilizados para execução de alvenarias modulares; iii) Resíduos de forros com chapas de gesso. Os forros de chapas de gesso pré-moldados são fixados a estrutura por arames de sustentação. Os resíduos gerados são resultados da quebra no manuseio e transporte do material, bem como os recortes necessários na execução; iv). Os resíduos de elementos decorativos de gesso. Os elementos decorativos de gesso são fixados a estrutura, durante a fase de acabamento da obra gerando resíduos que são provenientes da perda de material na aplicação e manuseio, (PINHEIRO, 2011; JOHN; CINCOTTO, 2003).

De acordo com Cavalcante e Miranda (2011), estima-se que o desperdício de gesso na indústria da construção civil seja de 45%, incluindo gesso para revestimento de paredes, acabamentos, forros, blocos de gesso, e paredes de chapas de gesso acartonado. Entretanto, estima-se que os fabricantes de gesso em pó tenham uma perda de 30% da massa do gesso. Esse

volume de resíduo de gesso, geralmente, é depositado em aterros sanitários ou são descartados de maneira inadequada em terrenos baldios, contribuindo para contaminação do solo e do lençol freático.

Os indicadores de geração de resíduos de gesso variaram de 0,001 a 0,014 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (0,0008 a 0,011 t/m<sup>2</sup>), (SIDUSCON, 2015). De acordo com PINHEIRO (2011), os resíduos de gesso são gerados desde a extração e o beneficiamento da gipsita, processo de fabricação do gesso, até o processo de produção dos componentes que integram a cadeia produtiva do gesso. Desta forma, diferencia-se a natureza e o volume do resíduo, bem como o impacto ambiental que, eventualmente, os materiais descartados podem causar.

Estima-se que a perda no processo de fabricação de gesso possa variar entre 10% a 15 e na produção de componentes como chapas de gesso acartonado, cujas perdas são de 2,5%. Os impactos ambientais são frequentes nas etapas que geram resíduo de gesso, em maior ou menor grau, dependendo do volume de resíduo gerado, como: poluição atmosférica, contaminação do solo, contaminação do lençol freático e a degradação ambiental, conforme mostra o Quadro 5. No Brasil, os setores de extração, produção de gesso e produção de componentes são submetidos a Lei N° 6.938/81, que regulamenta de acordo com a Política Nacional do Meio Ambiente.

**Quadro 5** - Geração de resíduos na extração de gipsita e na fabricação de gesso e componentes, no Brasil.

Fonte do Resíduo	Natureza	Volume estimado	Impactos ambientais
Extração e preparo da matéria-prima	material estéril minério impróprio ao uso material particulado	ausência de dados	poluentes atmosféricos contaminação do solo contaminação de lençol freático degradação ambiental
Processo de fabricação do gesso	material particulado resíduo de varrição	10% a 15% de perda	poluentes atmosféricos contaminação do solo contaminação de lençol freático degradação ambiental
Produção de componente	pasta de gesso hidratada peças danificadas	chapas de gesso acartonado – 2,5% demais componentes – ausência de dados	contaminação do solo contaminação de lençol freático degradação ambiental

Fonte: PINHEIRO, 2011.



A geração de resíduo de gesso durante o processo de construção diferencia-se em cada tipo de atividade, bem como o volume de resíduo gerado nas fases de construção e demolição. A aplicação de revestimento de gesso em paredes e no teto geram entre 30% e 40% durante a fase de construção. Este percentual é significativo quando comparado com outras atividades, como a execução de vedações verticais de chapas de gesso acartonado que geram cerca de 12% de resíduo durante o processo de construção, bem como a execução de alvenaria de blocos de gesso, que apresenta menor índice de desperdício, apenas 5% de resíduo gerado durante o processo de construção. Estes resíduos são mostrados no Quadro 6.

**Quadro 6** - Geração de resíduos na aplicação do material e de componentes de gesso durante as atividades de construção, no Brasil.

Aspectos	Atividades	
Volume gerado	revestimento	C* 30% a 40% D** ausência de dados
	chapas de gesso acartonado	C* 12% D** ausência de dados
	alvenaria blocos	C* 5% D** ausência de dados
	forro de placas de gesso	C* ausência de dados D** ausência de dados
	elementos decorativos	C* ausência de dados D** ausência de dados
	Natureza	pasta de gesso hidratada peças danificadas
Impactos ambientais	contaminação do solo contaminação de lençol freático degradação ambiental	

\* - C - fase de construção  
\*\* - D - fase de demolição

Fonte: PINHEIRO, 2011.

Existe uma relação direta entre o consumo de gesso e a geração de resíduos de gesso para cada atividade do setor da construção civil. A aplicação dos componentes corresponde ao maior índice de consumo de gesso no setor da construção, seguido pelas atividades de revestimento e de gesso acartonado, respectivamente. Observa-se que os dados do setor de aplicação de componente, em relação a geração de resíduos, são escassos ou inexistentes. Conforme mostra o Quadro 7.

### Quadro 7 - Estimativas do consumo de gesso e geração de resíduos por setor produtivo.

Consumo de gesso e geração de resíduo	Setor		
	revestimento	chapas de gesso acartonado	componentes
consumo de gesso	35%	14,3%	46,7%
*resíduo de beneficiamento	-	2,5%	dados inexistentes
*resíduo de construção	36,25%	12%	dados inexistentes
resíduo de demolição	incorporados a outros materiais	dados inexistentes	dados inexistentes

\* percentuais em relação à massa de gesso consumida pelo setor.

Fonte: PINHEIRO, 2011.

De acordo com estudo realizado por Souza (2006) as principais perdas na execução de paredes de chapas de gesso acartonado estão ligadas ao projeto executivo, como por exemplo: erros de especificação e falta de compatibilização com a altura do pé-direito. Estas falhas de projeto acabam contribuindo para o aumento de desperdício de material durante a execução. Desta forma, constatou-se também que a falta de logística dentro do canteiro de obra aumenta a probabilidade de danificação dos materiais, quando o material é armazenado de forma dispersa entre os andares acaba dificultando o controle de entrada e saída de material. Além disso, expõe-se os materiais a risco de danificação durante o processo de deslocamento do mesmo. As ações corretivas adotadas com objetivo de minorar as falhas de execução, conseqüentemente, tornam a execução mais eficiente gerando uma menor quantidade de resíduos. Entre elas está a solicitação aos fornecedores que as chapas de gesso acartonado e os perfis metálicos sejam produzidos sob medida, para que não houvesse a execução de emendas horizontais nas paredes; que o projeto executivo fosse bem detalhado e que existisse o treinamento dos funcionários no armazenamento e manuseio do material. Os resultados das perdas antes do diagnóstico eram de 9%. Após as ações corretivas adotadas pela empresa de construção, os índices de perda caíram para 1%, representando uma redução bastante significativa.

De acordo com Sinduscon (2015), o uso de gesso na construção civil brasileira tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, fazendo com que muitas empresas de construção optem por adotar o gesso na aplicação do revestimento interno ou paredes de gesso acartonado. Dependendo da intensidade de uso de gesso na construção, o indicador de geração em volume de

resíduo pode variar de 0,001 a 0,007 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, índice inferior ao resíduo de madeira, por exemplo. As melhorias no controle de pega do gesso, bem como o projeto de detalhamento que visa modular a estrutura das chapas de gesso acartonado são ações que podem reduzir a geração de resíduo.

### **3.3 IMPACTO DO RESÍDUO DE GESSO**

Os resíduos de construção, geralmente, contem em sua composição diversos contaminantes provenientes dos processos construtivos empregados no canteiro de obra. Os resíduos de gesso, sobretudo, os resíduos de chapas de gesso acartonado, podem acabar sendo contaminados por outros materiais, como: metais, madeira, tinta, concreto, entre outros. O próprio resíduo de gesso e os demais componentes (chapas de forro, blocos de gesso, pasta para acabamento em gesso) são considerados materiais potencialmente contaminantes.

A gestão adequada dos resíduos de gesso no canteiro de obra, durante a fase de construção, minimiza os impactos ambientais que os contaminantes oriundo dos resíduos de construção e demolição podem causar, (JOHN; CINCOTTO; 2007). Os resíduos de gesso são provenientes, em grande parte, do beneficiamento de componentes e aplicação do material na construção civil. Os resíduos de gesso são constituídos, basicamente, de sulfato de cálcio di-hidratado, além dos aditivos que são incorporados durante o processo produtivo. Devido a natureza do material, a NBR 10.004 (ABNT, 2004), classifica o gesso como resíduo não inerte, devido sua composição sulfática e a alta solubilidade. Desta forma, deve-se atentar para a destinação do material em áreas apropriadas, de modo a evitar a contaminação do solo e do lençol freático devido a acidez e sulfurização do ambiente, no qual, contribuem para proliferação de microrganismos patogênicos, (PINHEIRO, 2011).

De acordo com Pinheiro (2011), o resíduo de gesso requer um cuidado maior, quando comparado com outros resíduos de construção, como por exemplo, a destinação do material em aterros sanitários comuns deve ser evitada ao máximo. Devido as condições de umidade dos aterros associadas às condições aeróbicas e a presença de bactérias redutoras de sulfato, o resíduo de gesso acaba dissociados em dióxido de carbono, água

e gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), elementos que possui um odor característicos forte, tóxico e inflamável. A incineração do resíduo pode reduzir o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), um gás altamente tóxico. As possibilidades de minorar o impacto ambiental causado pelos resíduos de gesso se dão através da reutilização e reciclagem do material.

### **3.3.1 Emissões de sulfeto de hidrogênio**

Os resíduos de chapas de gesso acartonado, gerados nas construções e demolições, apresentam um risco substancial para o meio ambiente. O sulfato di-hidratado proveniente do resíduo de gesso passa por um processo químico, quando depositado de maneira inadequada em ambiente úmido, convertendo-se para Sulfeto de hidrogênio gasoso extremamente tóxico. Este gás nocivo ao meio ambiente libera um odor de enxofre. Em alta concentração este gás pode se tornar fatal à vida humana. O resíduo de gesso quando depositado em aterros, aproximadamente 25% do seu peso se converte em gás de sulfeto de hidrogênio, devido a sua interação com os resíduos biodegradáveis, (Gypsum Recycling International, 2014; RAGAB, 214).

De acordo com Ragab (2014), as chapas de gesso acartonado, especificamente, tende a reter uma grande quantidade de umidade por conta de sua composição, ocupando uma grande área de armazenagem. Os resíduos de chapas de gesso acartonado demandam um espaço especial para o armazenamento, em que os mesmos não sejam expostos a chuva ou umidade elevada. Observa-se que os países membros da União Europeia (EU) e os Estados Unidos, concentram esforços para diminuir a quantidade de resíduos de gesso em aterros sanitários, proibindo parcialmente ou totalmente a deposição de resíduo de gesso, exigindo aterros especiais controlado para este tipo de resíduo.

### **3.3.2 Esgotamento dos recursos naturais**

O esgotamento dos recursos naturais empregados na indústria da construção evidencia a necessidade do uso com maior eficiência dos recursos, ou seja, menor desperdício,

reutilização e reciclagem dos materiais. Os resíduos de construção e demolição, sobretudo, os resíduos de gesso, agregam valor de mercado dentro da própria indústria da construção, reinserindo-os na cadeia produtiva do setor, após processo de reciclagem e reutilização. Observa-se neste contexto a vida útil do produto, bem como as edificações. Embora exista uma grande quantidade de reservas naturais do minério da gipsita, em muitos países não há quantidade suficiente dessa matéria prima, considerando o crescente aumento do consumo de gesso na indústria da construção civil nos últimos anos, (Gypsum Recycling International, 2014; RAGAB, 2014).

### **3.3.3 Intensificação da utilização de aterros**

A destinação do resíduo de gesso em aterros causa graves consequências como o impacto ao meio ambiente, observado na sessão anterior, bem como a intensificação da saturação dos aterros sanitários. De acordo com Ragab (2014), devido ao constante crescimento da indústria da construção, nota-se ao mesmo tempo, a saturação dos aterros controlados com diversos tipos de resíduos de construção, incluindo o resíduo de gesso. Atualmente, são definidas diversas normas para construção de aterro sanitário com a utilização de fornos com material não-permeável evitando assim os resíduos lixiviados. Também são adotados um sistema de tubulação para drenar o chorume do aterro e trata-lo adequadamente. Assim, busca-se avaliar regularmente a qualidade das águas, mesmo após a desativação do aterro saturado, e realizar o monitoramento da quantidade de gás metano gerado no aterro, por tratar-se de um gás altamente inflamável.

Existem normas para a construção de um aterro sanitário. Os aterros sanitários modernos devem utilizar forros feitos de plástico, argila ou outro material não-permeável para impedir que os resíduos líquidos, conhecidos como lixiviados, escorram para dentro do solo contaminando-o. Deve haver um sistema de tubulação para drenar o chorume do aterro dentro de um tanque nas proximidades, onde ele é tratado. Este sistema de tubulação impede o resíduo lixiviado de contaminar a água subterrânea. A água subterrânea em torno do aterro deve ser monitorada regularmente, mesmo depois de o aterro estar cheio e fechado.

Além disso, a decomposição de resíduos sólidos municipais gera gás de metano, que devem ser monitorados durante a operação de aterro, (JOHN; CINCOTTO, 2003).

### **3.4 A VIABILIDADE DE RECICLAGEM DO RESÍDUO DE GESSO EM SUA CADEIA PRODUTIVA**

O resíduo de gesso é basicamente constituído pela gipsita e uma determinada parcela de impureza. A impureza no resíduo de gesso acaba se tornando um fator limitante a reciclagem do resíduo. Para o processo de reciclagem estabelecido na indústria de chapas de gesso acartonado, estima-se que o limite aceitável de impureza é de 3% de contaminantes.

Após o controle das impurezas e dos contaminantes, viabiliza-se a utilização do resíduo de gesso de construção, se comportando como a gipsita residual. O resíduo de gesso segue para as etapas de reciclagem simples, moagem associada a calcinação. Após submetido ao processo de moagem, o resíduo de gesso pode ser reintegrado no setor de calcinação, assim como no setor de beneficiamento de componentes, como a fabricação de chapas de gesso acartonado, (PINHEIRO, 2011).

Os processos de reciclagem que visam a reintegração do resíduo de gesso em sua cadeia produtiva, tanto na forma hidratada como na forma calcinada, são localizados e experimentais, como é o exemplo da adição de resíduo de chapas de gesso na produção de blocos cerâmicos. De acordo com Godinho-Castro et al (2012), ao pesquisar a adição do resíduo de chapas de gesso na produção de blocos cerâmicos, busca-se examinar as propriedades físicas e composição química dos blocos, acrescentando diferentes percentagem de resíduos de gesso na composição dos blocos cerâmicos, que contém: argila e cimento. Os testes. Foram realizados ensaios de compressão de acordo com as normas brasileira NBR 7171 (ABNT, 1992). Os resultados mostraram que os resíduos de chapa de gesso podem substituir a argila em 20% na produção de blocos cerâmicos, mantendo as propriedades estabelecidas pela norma brasileira.

Segundo Nita *et. al* (2004), ao investigar as alternativas tecnológicas que possibilitam a reciclagem dos resíduo de gesso constatou-se a viabilidade da reutilização do resíduo de gesso como aditivo do próprio gesso hemidratado utilizado na

construção. Os processos de reciclagem adotados consistem na utilização direta do gesso hidratado seco e moído, bem um aumento significativo da resistência à compressão, além de reduzir a densidade do gesso, possibilitando um maior rendimento na aplicação.

De acordo com estudo apresentado por Nascimento e Pimentel (2010), o método de reciclagem avaliado, passa pelas etapas de moagem e queima do resíduo a temperaturas de 160, 180 e 200°C ao longo de um período de 6 horas, submetendo o resíduo de gesso aos ensaios estabelecidos pela NBR 12127, NBR 12128 e NBR 12129, avaliando as características física e mecânica do material. O objetivo dos ensaios foi avaliar as condições de queima do material para obtenção de gesso reciclado utilizando as temperaturas estabelecidas. Os resultados do estudo apontam que as propriedades físicas e mecânicas apresentam características próximas as do gesso hemidratado, utilizado como referência para o estudo que busca avaliar o resíduo de gesso reciclado somente sob estes parâmetros, permitindo assim, afirmar a viabilidade de reciclagem do gesso. Desta forma, faz-se necessário a realização de novos experimentos para avaliar as especificações da viabilidade da utilização do gesso reciclado.

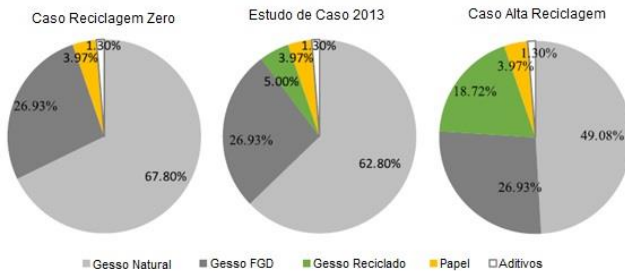
No nível industrial, a reintegração do resíduo de gesso em sua cadeia produtiva, ocorre somente no setor de produção de chapas de gesso acartonado, devido ao sistema de reciclagem próprio e consolidado, em que o método de produção, construção e demolição segue um padrão, possibilitando a incorporação do resíduo de gesso tratado ao processo produtivo na etapa de beneficiamento do componente. Entretanto, as possibilidades de reintegração do resíduo de gesso são amplas e variadas. Segundo Pinheiro (2011), existe diversos fatores fundamentais que devem ser considerados para a viabilidade da reciclagem do resíduo de gesso, como a gestão adequada na produção do resíduo, reduzindo a contaminação e impureza, além de desenvolver processos de moagem e calcinação que proporcione ao material reciclado qualidade e características para seu uso específico. A qualidade dos resíduos separados é tão grande que estes podem ser praticamente 100% reciclados. O gesso reciclado tem um grau de pureza muito alto, que normalmente passa dos 95%. O gesso reciclado é introduzido então ao gesso natural em uma mistura de

pelo menos 30%, sem praticamente não alterar suas propriedades físico-químicas.

O gesso acartonado requer um cuidado especial para viabilizar a reciclagem dos resíduos, tanto na montagem quanto na desmontagem do sistema construtivo, separando e armazenando o resíduo adequadamente. O volume de resíduo gerado em determinada construção pode condicionar a viabilidade da reciclagem do resíduo. Em última instância, cabe a empresa de construção decidir adotar os critérios de gestão de resíduo dentro do canteiro de obras. Os diferentes procedimentos de montagem e desmontagem no canteiro de obras incide diretamente no resultado sobre a densidade dos resíduos, afetando a avaliação dos custos da reciclagem do material, (NAVARRO, et al. 2015).

De acordo com Navarro, et al, (2015), observa-se três diferentes cenários da reciclagem do gesso: o caso com zero de reciclagem, o estudo de caso de 2013 e o caso com alta taxa de reciclagem. As diferenças são consideráveis no percentual em cada cenário, bem como o impacto da reciclagem no gesso produzido. No caso de alta reciclagem, observa-se a diminuição considerável do uso de gesso natural. Considerando que a maior parte destes resíduos são depositados em aterros, cerca de 93,5%, sendo que a alta taxa de reciclagem do resíduo de gesso apresenta cerca de 18,72%, indicando uma diminuição significativa do impacto ambiental, conforme mostrado na Figura 7. A reciclagem do gesso evidencia resultados significativos, considerando os aspectos econômicos, sociais e ambientais.

**Figura 7 -** Diferentes cenários analisados: a reciclagem de chapas de gesso.



Fonte: NAVARRO, et al. 2015. Editado pelo Autor.



Segundo Navarro, *et al*, (2015), a montagem e desmontagem adequada do sistema construtivo em chapas de gesso viabiliza economicamente a reciclagem do resíduo gerado, em comparação com as práticas convencionais. As práticas de desmontagem do sistema construtivo no canteiro de obras facilitam inclusive a triagem e o carregamento do material no próprio local.

De acordo com Cavalcante e Miranda (2011), buscar a redução da quantidade de resíduo gerado, ao longo do processo de construção, deve ser uma meta a ser alcançada. Pois a redução do consumo da matéria prima minimizar significativamente os impactos ambientais. Assim, o aprimoramento do ciclo produtivo, resulta em novos produtos a partir da reciclagem, ou seja, cria-se alternativas para o desenvolvimento sustentável.

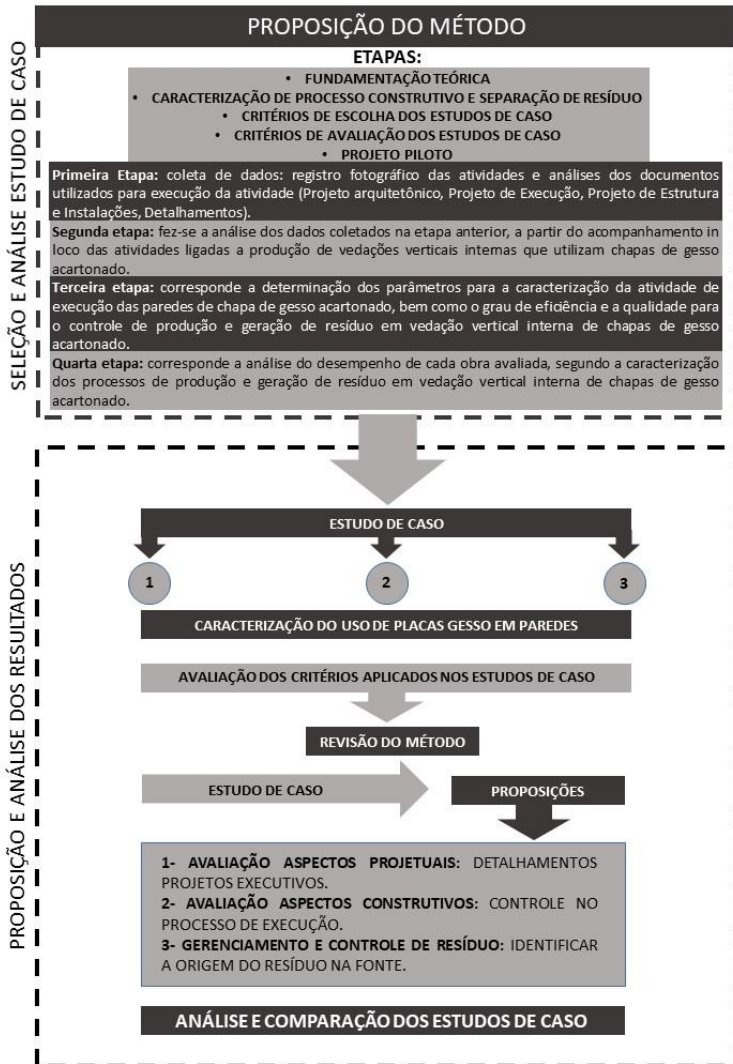
Atualmente, a grande preocupação dos agentes geradores de resíduos é justamente tornar cada vez mais eficiente a reutilização, a reciclagem e o armazenamento dos resíduos gerados. Faz-se necessário uma conscientização das empresas, indústrias e da população, para minimizar a geração de resíduos. Desta forma, considerando que uma quantidade mínima de resíduo é inevitável, tornam-se necessários então, estudos e pesquisas que buscam viabilizar o reaproveitamento de resíduos, (CANUT,2006).

## **4 MÉTODO**

Este capítulo busca apresentar as etapas necessárias para o desenvolvimento da pesquisa. Para tanto, apresentam-se três obras institucionais e comerciais, seguidas das características de cada empresa construtora e das técnicas construtivas aplicadas, de modo a permitir avaliar os processos construtivos ligados ao controle para produção das vedações verticais internas e da geração de resíduos de chapas de gesso acartonado. A

Figura 8 mostra, resumidamente, o método de pesquisa adotado.

**Figura 8 – Fluxograma do método.**



Fonte: Autor. 2017.

#### 4.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Essencialmente, este trabalho foi desenvolvido em quatro etapas. A primeira etapa consiste no acompanhamento das

atividades ligadas a produção de vedações verticais internas que utilizam chapas de gesso acartonado em obras institucionais. Nesta etapa, foi realizada a coleta de dados: registro fotográfico das atividades e documentos utilizados para execução da atividade (Projeto arquitetônico, Projeto de Execução, Projeto de Estrutura e Instalações, Detalhamentos).

Na segunda etapa fez-se a análise dos dados coletados na etapa anterior, a partir do acompanhamento *in loco* das atividades ligadas a produção de vedações verticais internas que utilizam chapas de gesso acartonado, de modo a analisar os aspectos projetuais, construtivos e geração de resíduo, utilizando os projetos de arquitetura detalhados, as planilhas de execução das atividades, quantitativo de material utilizado e memorial descritivo da atividade, tais informações coletadas diretamente com os responsáveis técnicos da obra.

A terceira etapa corresponde a determinação dos parâmetros para a caracterização da atividade de execução das paredes de chapa de gesso acartonado, bem como o grau de eficiência e a qualidade para o controle de produção e geração de resíduo em vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado. Esta etapa consiste em estabelecer os procedimentos de execução da atividade de acordo com a literatura, de modo a criar um *check-list* que permite aferir se cada item foi devidamente executado na atividade no canteiro de obras. Desta forma, possibilitam caracterizar efetivamente cada etapa da atividade, observando o grau de eficiência de cada item verificado no canteiro de obras.

A quarta e última etapa corresponde a análise do desempenho de cada obra avaliada, segundo a caracterização dos processos de produção e geração de resíduo em vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado, bem como a comparar os resultados dos estudos de caso. Assim, verificar as variáveis que, eventualmente, contribuem para os resultados de uma maior eficiência construtiva.

#### **4.1.1 Estudos de caso**

Tendo em vista que o estudo tem como propósito analisar e caracterizar o controle para produção e geração de resíduo em vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado, foram

tomadas algumas diretrizes para a escolha dos estudos de caso analisados. Buscaram-se obras em andamento com características em comum, principalmente, o programa de necessidades, que são voltados para o uso institucional dos edifícios. Outras características fundamentais foram avaliadas: Edifícios de múltiplos pavimentos, materiais empregados nas vedações verticais internas, possibilidades de flexibilidade dos ambientes, por último, demanda para reutilização ou reciclagem dos materiais empregados na construção das vedações verticais internas.

Determinadas as diretrizes, optou-se por desenvolver os estudos de caso em apenas três obras devido as disponibilidades das empresas, bem como estas manifestaram interesse em participar efetivamente desta pesquisa, os edifícios: Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina (Florianópolis), Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa (Florianópolis) e Ampliação do Araguaia Shopping/Rodoviária de Goiânia.

A partir da definição das obras para os estudos de caso, bem como após a coleta de dados e documentos nas construtoras, buscou-se realizar a caracterização destas obras considerando os seguintes dados:

- Endereço: Localizados em grandes centros urbanos ou capitais;
- Ano de lançamento do empreendimento;
- Estágio do andamento das obras;
- O uso institucional e comercial;
- Sistema construtivo vedação verticais internas de chapas de gesso acartonado;
- Quantidade de ambientes que utilizam vedação verticais internas de chapas de gesso acartonado;
- As dimensões do terreno ou área construída;

Os estudos de casos foram submetidos a avaliações da caracterização do processo construtivo das paredes de gesso acartonado e o resíduos gerados na atividade, baseadas no conjunto de critérios estabelecidos na pesquisa TANIGUTI (1999): Método construtivo de Vedação Vertical Interna de Chapas de Gesso Acartonado. Tal pesquisa situa as diretrizes para a produção da vedação vertical de chapas de gesso acartonado, que foram utilizados para o desenvolvimento deste trabalho. Nesta

avaliação, foram considerados o atendimento total, parcial ou não atendimento para cada um dos critérios adotados. As obras escolhidas passaram pelos critérios estabelecidos por esta pesquisa descritos no questionário aplicado em construtoras no estudo exploratório.

Para aumentar a fidedignidade dos dados coletados, foram acompanhadas as atividades dentro do canteiro de obras. Destaca-se que sempre que necessário foram realizadas novas visitas as obras e foram elaboradas novas entrevistas dos profissionais envolvidos na atividade. Ressalta-se que no caso de impossibilidade de avaliação de algum dos critérios, por ausência ou insuficiência de dados, foram consideradas as especificidades e o contexto de cada estudo de caso, buscando não causar maiores interferências sobre o resultado da pesquisa.

De acordo com esta avaliação, permite-se identificar um panorama da caracterização do controle de produção e geração de resíduo em vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado em edifícios institucionais, adotando como referência estes estudos de caso como método de avaliação. Para a avaliação da gestão de resíduo gerados e as alternativas viáveis de reutilização/reciclagem das chapas de gesso acartonado foram adotadas as diretrizes determinadas pela Resolução nº 307 de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e a sua revisão realizada em 2011.

#### **4.1.2 Análise e coleta dos dados**

Para esta pesquisa podem ser destacadas três ferramentas principais que norteiam a caracterização do uso de gesso acartonado em vedação vertical interna e seus resíduos: A primeira ferramenta refere-se a coleta de múltiplas evidências, as quais devem convergir em relação ao mesmo conjunto de fatos ou descobertas. A segunda trata-se do desenvolvimento de um banco de dados com a finalidade de documentar de maneira formal os dados verificados no estudo. Por último, a terceira ferramenta refere-se a explicitar a relação entre as questões levantadas, os dados coletados e evidências apontadas para a elaboração das conclusões finais, (YIN, 2001).

Portanto, buscou-se utilizar fontes de evidência: primárias para a análise documental, com entrevistas, acompanhamentos e

caracterização dos processos construtivos utilizados nos canteiros de obras. A análise de documentos, segundo Yin (2001), é uma fonte de dados com um alto grau de confiabilidade e que possibilitam uma ampla cobertura através de longo espaço de tempo, com vários eventos e ambientes distintos.

Os documentos analisados na pesquisa foram fontes primárias, como por exemplo, projeto arquitetônico, projeto de estrutura, projeto de instalações, projeto de execução e detalhamentos, relatórios das empresas, procedimentos de execução adotados pelas empresas, memorial descritivo, entre outros. Na etapa de coleta de dados através dos em documentos gráficos e escritos também foram realizadas entrevistas com os profissionais envolvidos nas atividades nas empresas pesquisadas.

O acompanhamento dos processos construtivos adotados pelas empresas estudadas fora registrado em relatórios. Buscou-se, assim, adotar como estratégia de pesquisa a observação direta, que consiste em observar as atividades *in loco*. Observando alguns comportamentos e condições ambientais relevantes para a pesquisa.

De acordo com Yin (2001), para estudos de caso sobre uma determinada tecnologia (neste caso, as vedações verticais internas de chapas de gesso acartonado) a observação direta permite avaliar e compreender os limites ou os problemas ligados a esta tecnologia. Ressalta-se que na observação direta evita-se a interferência do pesquisador na atividade avaliada.

## **4.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Nesta sessão são apresentados os métodos de construção do método de caracterização e avaliação utilizados nesta pesquisa, bem como a caracterização das diferentes ferramentas de avaliação dos estudos de caso, como exemplo, indicadores que foram utilizados para avaliar os principais aspectos relacionados com o controle para produção na execução paredes de chapas de gesso acartonado e a geração de resíduos em obras institucionais/comerciais.

#### **4.2.1 Método de caracterização do sistema construtivo em paredes de gesso acartonado**

A caracterização do uso de placas de gesso acartonado em vedação vertical internas e seus resíduos foi baseada em indicadores e índices observados na literatura na revisão bibliográfica da presente pesquisa. A caracterização dos estudos de caso, devem ser definidos a partir de objetivos claros e factíveis, assim como devem possibilita a medição e a avaliação. Para tanto, busca-se criar mecanismos que favoreçam a tomada de decisões na implementação de programas, projetos e ações, evidenciando as prioridades para a resolução de problemas, em tempo hábil. As caracterizações do processo construtivo, em geral, podem ser estabelecidas a partir dos: de indicadores prévios, que servem justamente para orientar as escolhas; indicadores estabelecidos, que servem para monitorar o desempenho de uma determinada atividade; e por fim, os indicadores que devem ser testados. Estes últimos indicadores buscam avaliar o desempenho de uma atividade sob um novo ponto de vista. Deste modo, a caracterização dos processos tem como objetivo simplificar as informações relevantes e fazer com que as atividades estudadas revelem os fenômenos daquela realidade, tornando-os mais evidentes. Desta forma, foram adotados diferentes critérios de avaliação para caracterização do sistema construtivo, conforme mostra o Quadro 8.

Foram determinados nove critérios para serem submetidos a avaliação uma objetiva. Portanto, determinou-se três diferentes zonas: zona segura (dois pontos), zona de risco (um ponto), zona insegura (zero pontos). Tais pontuação de cada zona foram arbitrados nesta pesquisa com o propósito de sintetizar as análises dos dados coletados dos estudos de caso de maneira objetiva, possibilitando comparação entre eles. Para zona segura, considera-se que o item avaliado atingiu a pontuação máxima, logo, atingirá dois pontos. Para zona de risco, considera-se que o item avaliado atingiu a pontuação média, recebe-se apenas um ponto. Para a zona insegura, considera-se que o item não atingiu pontuação, somando-se zero pontos.

Cada item analisado nesta pesquisa foi submetido a avaliação segundo aos nove critérios: Relevância dos dados, Acessibilidade da fonte, Confiabilidade da fonte, Facilidade de



mensuração, Capacidade de comparabilidade, Facilidade de compreensão, Clareza na comunicação e Capacidade de Síntese, conforme mostra o Quadro 8. Este conjunto de critérios analisados nos itens são aplicados para a caracterização do uso de chapas de gesso acartonado em vedação vertical e internas e seus resíduos, são tanto critérios objetivos, como critérios subjetivos. Critérios objetivos, por exemplo, podem ser considerados os aspectos relacionados a avaliação da acessibilidade da fonte. De modo a verificar o grau de dificuldade de acessibilidade da fonte dos coletados. Entretanto, a confiabilidade da fonte, por outro lado, pode ser considerada um critério subjetivo, pois faz-se necessário a avaliação do pesquisador, quanto o grau de confiabilidade da fonte de maneira subjetiva. No entanto, ressalta-se que todos os critérios de avaliação foram aplicados nos três estudos de caso escolhido de maneira imparcial, revelando a características do uso de chapa de gesso acartonado em paredes de gesso acartonado em cada um dos estudos apresentados.

**Quadro 8-** Critérios de avaliação para caracterização do sistema construtivo em paredes de gesso acartonado.

<b>Critérios de avaliação</b>	<b>Zona segura</b>	<b>Zona de risco</b>	<b>Zona insegura</b>
Relevância dos dados	2	1	0
Acessibilidade da fonte	2	1	0
Confiabilidade da fonte	2	1	0
Facilidade de mensuração	2	1	0
Capacidade de comparabilidade	2	1	0
Facilidade de compreensão	2	1	0
Clareza na comunicação	2	1	0
Capacidade de Síntese	2	1	0

Fonte: Autor. Adaptado de Gehrke, 2012.

A avaliação contínua da qualidade na execução de vedação de chapas de gesso acartonado é necessária para o

sucesso de uma empresa construtora. Neste sentido, ressalta-se que a avaliação da qualidade é um processo complexo e abrangente, que envolve vários fatores e que exige uma abordagem ampla para compreensão do processo construtivo. Este tipo de avaliação da qualidade serviu de base para a construção dos critérios de avaliação para a caracterização do sistema construtivo em paredes de gesso acartonado desta pesquisa, a partir dos seguintes critérios:

- Avaliação com base no processo construtivo – Esta avaliação refere-se as medições diretas de desempenho da atividade e organização do canteiro de obras.
- Avaliação com base na mão de obra – Esta avaliação consiste em verificar os resultados obtidos e comparar com índices recomendado para o desempenho da atividade pela empresa construtora.
- Avaliação dos objetivos – Esta avaliação refere-se à verificação dos objetivos propostos pelas as empresas construtoras e os resultados alcançados.

Deste modo, buscou-se dividir a caracterização dos processos em diferentes estruturas de análise, para avaliar os eventuais problemas observados ao longo da atividade. O uso de indicadores de qualidade no processo construtivo de vedações verticais internas de chapas de gesso acartonado visa melhorar o nível de não-conformidades do planejamento inicial, de modo a permitir avaliar e rastrear as causas destas não-conformidades e propor melhorias. Este procedimento buscou utilizar os indicadores como ferramenta de avaliação do desempenho das atividades. Isto possibilitou estabelecer algumas proposições para melhorias nas fases do processo construtivo, reduzindo assim, retrabalhos e desperdícios.

#### **4.2.2 Caracterização do controle de produção e geração de resíduo em vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado**

A caracterização dos controles de produção e geração de resíduo foram estabelecidos a partir da análise das etapas do processo construtivo das vedações verticais internas de chapas de gesso acartonado. Desta forma, verifica-se que existem diferentes etapas de controle de qualidade a serem avaliadas, com

o objetivo de reduzir tanto os custos de produção quanto as perdas de material. O conceito de perdas na construção civil, em geral, está associado ao desperdício de material. Entretanto, as perdas devem ser entendidas como qualquer tipo de ineficiência que se reflita no uso de equipamento, materiais, mão de obra e capital em quantidade superior aquelas necessárias a produção da atividade. Assim, as perdas englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto o retrabalho de tarefas que geram custos adicionais para a produção e que não agregam valor a obra.

#### 5.2.2.1 Detalhamentos do projeto executivo de divisórias com chapas de gesso acartonado

O detalhamento do projeto executivo de divisórias com chapas de gesso acartonado é um aspecto primordial para compreensão do processo construtivo adotado pelas empresas construtoras. Desta forma, busca-se elaborar o projeto de vedação vertical de acordo com os seguintes objetivos: a) servir como ferramenta de coordenação do projeto; b) servir como base para o planejamento da produção e dos subsistemas com as quais geram interferência; c) detalhar a tecnologicamente a produção desse subsistema criando um canal de comunicação entre o planejamento e a produção; d) servir como base para o controle da produção e controle de entrada e saída de material dentro do canteiro de obras, (TANIGUTI; 1999). Optou-se, assim, por avaliar por meio de relatórios e coleta dados o conteúdo dos projetos considerando: a planta baixa contendo a localização das divisórias, dos montantes e os tipos de divisórias; os cortes representando a locação dos montantes; detalhes de montagem, como junção de divisória, por exemplo; detalhe conexões das divisórias a estrutura, piso, áreas molhadas;

Ressalta-se que o detalhamento do projeto executivo deve estar expresso sob a forma de desenho técnico, seguindo os padrões estabelecidos pela ABNT, bem como as normas municipais de aprovação de projetos arquitetônicos e projetos complementares. Foram avaliados também nos estudos de caso os itens de detalhamento do projeto executivo, conforme o Quadro 9.

**Quadro 9 – Detalhamento Projeto executivo.**

<b>DETALHAMENTO PROJETO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Planta de instalação	Planta de furação das instalações elétricas e hidráulicas;
Planta baixa de locação das guias	Especificando o componente de fixação a ser utilizado e a distância entre um componente de fixação e outro;
Planta baixa	Identificação de todas as divisórias do pavimento, localização e espaçamento dos montantes, sentido que as chapas de gesso devem ser fixadas;
Caracterização de cada tipo de divisória	Informações como espessura, especificação das chapas a serem empregadas, tipo e espessura do isolante termo-acústico;
Elevação das divisórias	Modulação das chapas, as distâncias entre os parafusos de fixação das chapas, registrar os elementos que compõem as instalações (caixa elétrica, pontos hidráulicos, entre outros);
Detalhamento das junções entre divisórias;	Detalhamento das junções entre divisórias;
Detalhamento das interfaces da esquadria com a divisória	Apresentar a disposição dos perfis metálicos e a forma de fixação da esquadria nesses perfis;
Detalhamento da fixação e interface da divisória	Componentes estruturais e também com a vedação vertical de fachada;
Detalhamento da fixação das instalações hidráulicas e elétricas;	Detalhamento da fixação das instalações hidráulicas e elétricas;
Detalhamento de áreas molhadas	Fixação do lavatório, bacia sanitária, box, banheira, caixa de luz e quadro de luz;

Detalhe de impermeabilização em ambientes molháveis;	Detalhe de impermeabilização em ambientes molháveis;
Especificação de materiais	Relação e quantificação dos materiais e componentes que serão empregados para a execução da divisória.

Fonte: Autor. Adaptado de TANIGUTI; 1999.

### 5.2.2.2 Controles no processo de execução

O controle no processo de execução deve seguir os parâmetros e etapas pré-estabelecidas no projeto para produção. Após a análise e levantamento das informações sobre os projetos e cada subsistema que o compõe, busca-se nesta etapa uma menor interferência entre os subsistemas. As interferências entre estes subsistemas podem, eventualmente, comprometer a qualidade da execução da atividade. Para a execução das vedações verticais internas de chapas de gesso acartonado deve-se considerar: o uso a que se destina o edifício, bem como o seu padrão de acabamento; o comprimento e altura das divisórias para traçar estratégias para compatibilizar com as dimensões das chapas de gesso e assim otimizar a modulação vertical e horizontal; a espessura de cada divisória, com a camada de revestimento; localização e dimensões de vãos e aberturas, visando a compatibilizar a modulação horizontal e vertical de acordo com as esquadrias; analisar *layout* dos ambientes com locação das mobílias, para colocação de reforços no interior das divisórias caso seja necessário. Esses aspectos foram analisados durante o acompanhamento das obras dos estudos de caso *in loco* ao longo da etapa de execução das vedações verticais internas.

Outro aspecto analisado nos estudos de caso que envolve o controle no processo de execução é a organização do canteiro de obras. A organização do canteiro de obras consiste na logística adotada pela empresa construtora. Sua organização do canteiro de obras, tem como objetivo definir as áreas de armazenamento de materiais e componentes que são empregados na construção, bem como os equipamentos de transporte de materiais. Ao analisar a logística do canteiro de obras deve-se considerar o local de estocagem do material, no caso as chapas de gesso acartonado. Recomenda-se que os componentes sejam dispostos

por várias pilhas situadas próximo a área de execução, ou da circulação vertical, otimizando assim o tempo para o transporte e reduzindo os danos e perdas do material. Para garantir esta otimização no canteiro de obras, deve-se elaborar uma planta do pavimento prevendo as áreas de estocagem e transporte. Para isso, a quantidade dos materiais a ser utilizada deve ser determinada previamente. Foram avaliados os seguintes itens nos estudos de caso, conforme mostra o Quadro 10.

**Quadro 10 - Estocagem material canteiro de obras.**

<b>ORGANIZAÇÃO CANTEIRO DE OBRAS - ESTOCAGEM</b>	
<b>Chapas de gesso</b>	
Para isso, pode-se empregar um apoio de madeira, com largura mínima de 10 cm e espaçamentos a cada 40 cm.	Devem estar dispostas em camadas planas e firmes, não devendo estar em contato direto com o piso.
Faz-se necessário estocar pilhas maiores, podendo estocar no máximo 5m de chapas de gesso	Recomenda-se o empilhamento das chapas até aproximadamente 1,60m, para facilitar a retirada das chapas no instante da aplicação.
Deve-se colocar apoios transversais a cada 1,20m, tomando-se cuidado para que esses fiquem alinhados.	Deve-se estocar em locais fechados, cobertos e livres de umidade.
<b>Perfis metálicos</b>	
Recomenda-se que o armazenamento seja feito separando os perfis por dimensão e por utilização (separar os montantes das guias)	Devem ser depositados na posição horizontal, em um local plano e não devem entrar em contato direto com argamassa, concreto frescos ou cimento;

Fonte: Autor. Adaptado de TANIGUTI; 1999.

Os cuidados relativos as estocagens dos materiais utilizados no canteiro de obras são avaliadas junto a outros fatores, sobretudo, a logística implementada no canteiro de obras.

Por exemplo, a o transporte vertical dos materiais e componentes, como chapas de gesso acartonado e montantes, que podem ser realizados por meio de elevadores de obra ou guas. Qualquer meio de transporte adotado dentro do canteiro de obras, tem como objetivo deve minimizar a interferência com outras atividades.

Nessa última fase de controles no processo de execução buscou-se definir as principais etapas e sequencias de execução das divisórias em cada pavimento ou de cada área de execução, de modo a criar um processo construtivo replicável nos outros pavimentos, para que o processo de execução ocorre segundo uma sequência ótima. Para o sistema construtivo de divisórias de chapas de gesso acartonado, foram avaliados, cuidadosamente, diferentes critérios de controles no processo de execução, devido ao conjunto de subsistemas que são executados simultaneamente, conforme mostra o Quadro 11.

**Quadro 11 – Controle no processo de Execução**

<b>Controle no processo de Execução</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Locação e fixação das guias	Nessa etapa, os revestimentos de argamassa e de gesso, caso existam no pavimento, bem como o contrapiso, devem ter sido executados e curados; as furações da laje para a passagem das instalações já devem ter sido executadas;
Colocação dos montantes subsistemas	Previamente a colocação dos montantes, recomenda-se que as prumadas das tubulações sejam executadas, permitindo que o operário que realizará as instalações hidráulicas tenha maior mobilidade para a execução do serviço;
Sequência da colocação dos montantes	Para obter maior produtividade no serviço, a colocação dos montantes costuma ocorrer logo após a fixação das guias;

Fechamento da primeira face da divisória	Fechamento da divisória só deverá ocorrer se não houver poças de água no piso e se o pavimento estiver protegido contra a ação de intempéries;
Instalações prediais	A presença de instaladores elétricos, instaladores hidráulicos e montadores de divisória num mesmo pavimento;
Fechamento da segunda face da divisória	Embutimento e finalização de todas as instalações elétricas e hidráulicas, a realização de testes desses últimos e a colocação de reforços previstos em projeto;
Tratamento das juntas das chapas	Nesta etapa executa-se o tratamento das juntas das chapas de gesso e a impermeabilização nas áreas molháveis;

Fonte: Autor. Adaptado de TANIGUTI; 1999.

Ressalta-se que para a elaboração do projeto para a produção das divisórias de chapas de gesso acartonado, deve-se considerar o fato de que várias atividades ocorrem simultaneamente. Eventuais interferências entre as atividades e falta de planejamento durante a etapa de produção podem reduzir a produtividade e aumentar significativamente os desperdícios de mão de obra e de material. Conseqüentemente, aumenta-se a quantidade de resíduo de gesso gerado ao longo da etapa de produção das divisórias com chapas de gesso acartonado.

### 5.2.2.3 Gerenciamento e controle de resíduos

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307/2002 e suas alterações, faz-se necessário destinar adequadamente os resíduos gerados em obras pela própria empresa construtora. A responsabilidade também pode ser compartilhada por parte dos fabricantes do material, bem como por parte do poder público, incorporando a prática de logística reversa. Observa-se que as práticas de melhorias no controle no processo de execução e modulação da estrutura das chapas de gesso acartonado podem



reduzir significativamente a geração desse resíduo. Com base na caracterização do grau de eficiência do sistema construtivo e geração de resíduo em volume, buscou-se arbitrar a média do grau de eficiência de todo o processo. De acordo com desempenho de cada obra, pode-se avaliar o projeto, o controle no processo de produção, os aspectos construtivos, e o gerenciamento e controle dos resíduos. Três diferentes níveis alto grau de eficiência, médio grau de eficiência, baixo grau de eficiência, conforme mostra o quadro Quadro 12.

**Quadro 12** – Caracterização do grau de eficiência do sistema construtivo e geração de resíduo em volume.

<b>Níveis</b>
<b>Alto grau de eficiência/Favorável</b>
<b>Médio grau de eficiência/Desfavorável</b>
<b>Baixo grau de eficiência/Muito desfavorável</b>

Fonte: Autor. Adaptado, Gehrke 2012.

Existem diferentes estratégias para a gestão e destinação dos resíduos gerados em obras. Algumas dessas estratégias e práticas requerem o uso de grande aparato tecnológico, bem como a logística adequada para a destinação final, dependendo um elevado custo para as empresas construtoras. Por outro lado, algumas medidas são adotadas no canteiro de obras com a finalidade de redução e gestão dos resíduos gerados, que são incorporadas as boas práticas de planejamento no canteiro de obras. Esta decisão precisa, portanto, ser suportada por uma análise sistemática, uma vez que é necessário considerar os aspectos econômicos, ambientais, sociais e legais.

Os resíduos de gesso só podem ser aterrados sob condições restritas, a lixiviação do gesso pode contaminar a água e o solo. O tratamento desse tipo de resíduo deve iniciar desde o primeiro momento de separação do material no canteiro de obras.

Assim, para a estocagem ideal do resíduo de gesso faz-se necessário a separação do material em container impermeável, assim como em células totalmente isoladas dos resíduos orgânicos. Desta forma buscou-se verificar o atendimento dos itens de modo: Integral; Parcial e Não atendido. Estes critérios foram avaliados nos estudos de caso selecionados:

- Práticas para redução da geração e reciclagem em obra;
- Organização do canteiro de obras;
- Práticas para logística interna;
- Manejo;
- Triagem;
- Acondicionamento;
- Transporte e destinação de resíduos;

As práticas de redução da geração de resíduo e reciclagem em obra se referem aos diferentes programas de treinamento e capacitação de mão de obra oferecidos pelas empresas construtoras. As práticas para logística interna referem-se ao planejamento da logística interna do canteiro de obras, dividindo este planejamento nos diversos períodos de obras, desde a mobilização inicial do pessoal, até a fase final de acabamento da obra. As soluções tecnológicas incorporadas na obra também foram avaliadas nos estudos de caso, bem como a participação da gestão integrada dos resíduos de construção e demolição.

Ressalta-se que as soluções tecnológicas influenciam, diretamente, no nível de risco de gestão de resíduo no canteiro de obras. Por exemplo, as divisórias de gesso acartonado requerem um tratamento do resíduo de revestimento de gesso quanto do resíduo de chapas de gesso acartonado em obra.

### **4.3 ETAPA DE CONSOLIDAÇÃO**

A etapa de consolidação da pesquisa relacionada com a aplicação do método de avaliação e caracterização dos processos abordados neste trabalho. Nesta etapa buscou-se avaliar e caracterizar os resultados da aplicação do método de pesquisa nas respectivas obras dos estudos de caso, acompanhando a execução das vedações verticais internas de chapas de gesso acartonado de cada estudo de caso ao longo de duas semanas.

Esta avaliação foi realizada a partir de dois constructos: qualidade e reciclabilidade. O constructo de qualidade refere-se ao conjunto de elementos que garantem uma maior eficiência no processo construtivo. Como salientado anteriormente, a eficiência é definida pela capacidade de rendimento de um sistema avaliado, qualitativamente ou quantitativamente. Desta forma, um sistema pode atender um determinado “grau” de eficiência, podendo assim, ser mais ou menos eficiente. Isto permite comparar a eficiência construtiva em cada um dos estudos de caso e propor as devidas melhorias no sistema. A reciclabilidade refere-se à capacidade de se reutilizar ou reciclar os resíduos gerados ao longo da execução das vedações verticais internas. Deste modo, a partir dos resultados desta avaliação nos estudos de caso, buscou-se comparar os dados técnicos de cada construção. Foram avaliados o processo construtivo por meio da caracterização dos processos estabelecidos anteriormente, levando-se em consideração também os seguintes aspectos:

- Área de construção;
- A produtividade da mão de obra;
- A facilidade de acesso aos materiais;
- Dentre outros.

Após a comparação dos dados, pôde-se verificar que os indicadores de controle para produção e geração de resíduo em vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado podem contribuir para redução de resíduos em obras institucionais. Desta forma, permite-se medir o grau de eficiências entre do sistema construtivo e propor melhorias, tendo por objetivo uma maior racionalização construtiva e otimização dos recursos disponíveis na construção em todas as fases, além de reduzir as perdas de material.

## **5 ESTUDOS DE CASO**

Neste capítulo serão apresentados os estudos de caso de obras tanto comerciais e quanto institucionais que utilizam o sistema construtivo de chapas de gesso acartonado em vedações verticais internas, que foram objeto de análise conforme os objetivos desta pesquisa.

### **5.1 ANÁLISES DOS PROJETOS E DETALHAMENTO**

Neste item, buscou-se avaliar os principais aspectos que envolvem a elaboração e a utilização do projeto de vedação vertical interna de paredes de chapas de gesso acartonado. Os principais objetivos do projeto de detalhamento dentro do canteiro de obras avaliados foram: a) servir como ferramenta de coordenação do projeto; b) servir como base para o planejamento da produção e dos subsistemas com as quais geram interferência; c) detalhar a tecnologicamente a produção desse subsistema criando um canal de comunicação entre o planejamento e a produção; d) servir como base para o controle da produção e controle de entrada e saída de material dentro do canteiro de obras.

#### **5.1.1 Análises dos projetos - Estudo de Caso: Centro de filosofia e Ciências Humanas CFH – UFSC**

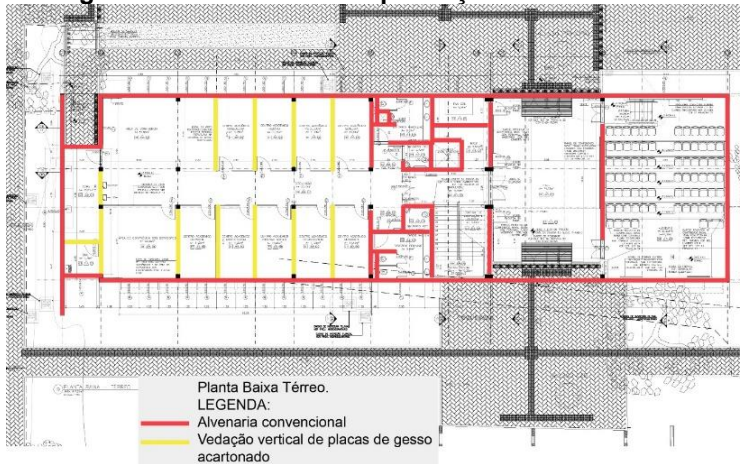
O edifício Anexo E, do Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH), possui um programa de necessidades, como observado anteriormente, voltado para administração do conjunto de edifício que compõe o CFH, mostrado na Figura 9.

**Figura 9 – Perspectiva do edifício CFH.**



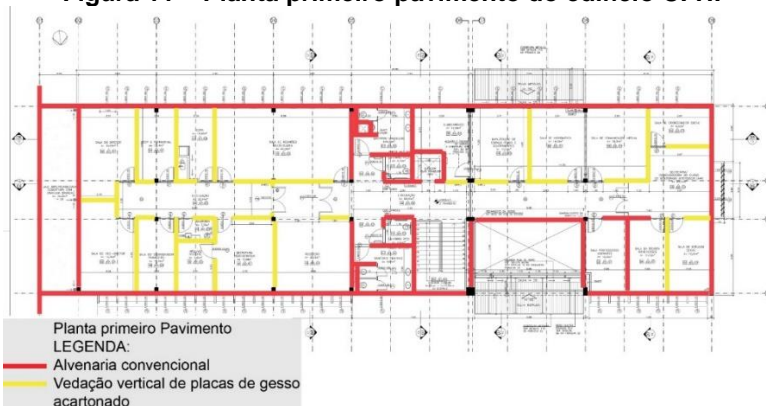
A principal tecnologia aplicada nas vedações verticais internas são as chapas de gesso acartonado, representado na cor amarela. Utiliza-se também como vedação vertical interna alvenaria convencional de blocos cerâmicos, nas áreas molhadas (banheiros) e circulação vertical, representado na cor vermelha. Ressalta-se que não há uma padronização das alturas dos pé-direitos do pavimento térreo para o primeiro pavimento, portanto, as alturas das paredes variam de um pavimento para o outro, conforme mostra a Figura 10. As chapas de gesso acartonado caracteriza-se por uma maior flexibilidade dos ambientes, por se tratar de um sistema construtivo completo, cuja desmontagem da vedação vertical interna é mais rápida e eficiente.

**Figura 10 – Plana térreo/Implantação do edifício CFH.**



O primeiro pavimento do edifício Anexo E, caracteriza-se por sua distribuição dos ambientes, composto por um bloco central de circulação vertical, escada e elevador. O corredor central define as disposições dos ambientes, que são destinadas para salas administrativas do conjunto dos edifícios do Centro de Filosofia e Ciências Humanas, como: sala secretaria, diretoria, vice diretoria, sala coordenador financeiro, sala dos professores, entre outros ambientes, Figura 11.

**Figura 11 – Planta primeiro pavimento do edifício CFH.**



A principal tecnologia utilizada para a produção de vedações verticais internas nos edifícios do CFH são as chapas de gesso acartonado. Entretanto, foram utilizados também como vedação vertical interna alvenaria convencional de blocos cerâmicos, principalmente as áreas de circulação vertical (escadas e elevadores) e nas áreas molhadas (banheiros principais de cada pavimento). Ressalta-se que há uma padronização das alturas dos pés-direitos dos edifícios. Ainda que os números de pavimento dos edifícios sejam diferentes, variando de quatro a oito pavimento, pretende-se estabelecer um padrão nas alturas. O sistema construtivo que utilizam chapas de gesso acartonado caracteriza-se por uma maior flexibilidade dos ambientes, por se tratar de um sistema construtivo completo, ou seja, existe um conjunto de tecnologia que permite a montagem e a desmontagem das vedações verticais internas de modo rápido e eficiente.

### **5.1.2 Análises dos projetos - Estudo de Caso: Centro de Ciências Biológicas - CCB UFSC**

Os projetos detalhados visam orientar de maneira ilustrativa o modo de execução das atividades ao longo do processo de construção. Logo, ressalta-se que as deficiências no conteúdo do projeto podem contribuir para as falhas de execução, culminando em custos e prazos adicionais, bem como a baixa qualidade do produto final. A atividade de vedações verticais internas de chapas de gesso acartonado requer um planejamento prévio para a execução do sistema construtivo, considerado as complexidades demandadas de cada subsistema. A produção de vedações verticais internas se relaciona diretamente com vários outros subsistemas do edifício: estrutura, instalações hidráulicas e sanitárias, instalações elétricas, esquadrias, impermeabilização e revestimentos.

O estudo de caso do Centro de Ciências Biológicas (CCB-UFSC), mostrado na Figura 12, foram avaliados tanto o conteúdo dos projetos de detalhamento como a sua utilização ao longo da execução das atividades, segundo os critérios de: disposição e sequência de atividades de obras e frente de serviço; uso de equipamentos; arranjos e evolução do canteiro de obras, entre outros.

**Figura 12 – Perspectiva Projeto CCB.**

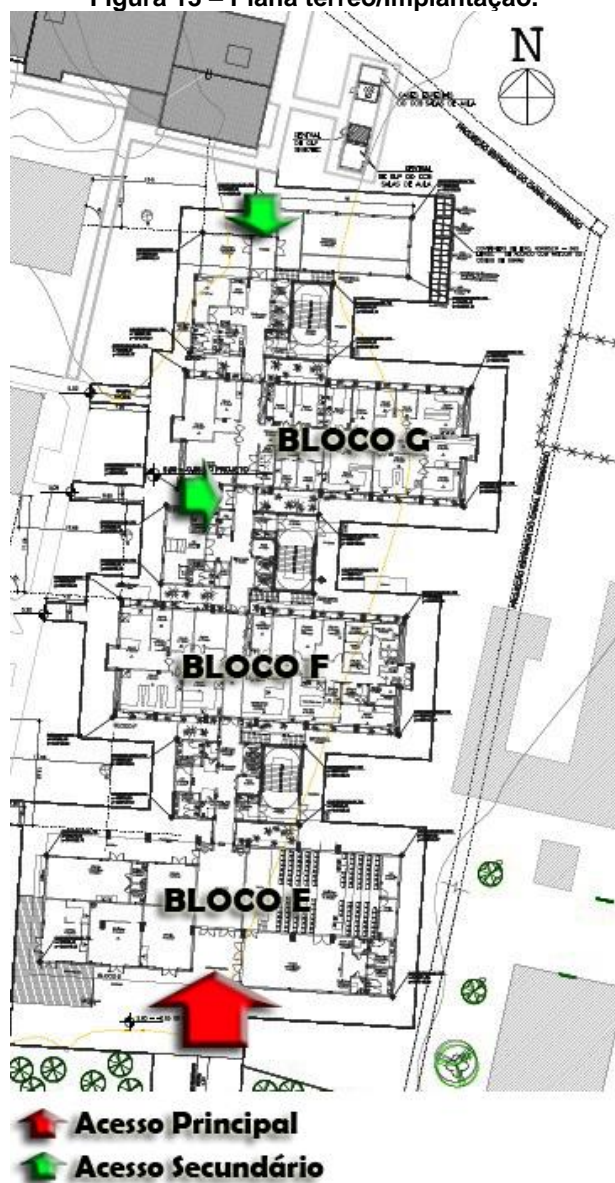


O CCB é constituído por oito Departamentos: Biologia Celular, Embriologia e Genética (BEG); Bioquímica (BQA); Botânica (BOT); Ciências Fisiológicas (CFS); Ciências Morfológicas (MOR); Ecologia e Zoologia (ECZ); Farmacologia (FMC); e Microbiologia, Imunologia e Parasitologia (MIP). São divididos entre os três edifícios, Bloco E, Bloco F e Bloco G, conforme mostra a Figura 13. O acesso principal do conjunto de prédios do CCB será pelo Bloco E, pela recepção principal próximo ao auditório e sala de exposição.

A disposição dos ambientes do piso térreo divide-se por atividades de cada bloco. O piso térreo do Bloco E são destinados para as salas: Centro Acadêmico, Geabio, Petbio, Simbiosis, Cantina, além de banheiros e elevadores. O piso térreo do Bloco F são destinados para o departamento de Bioquímica da Ufsc. Dividindo-se em salas de laboratório, salas administrativas e salas dos professores. O Bloco F possui uma conexão com os Blocos E e G, além de contar com acesso secundário. O piso térreo Bloco G assim como o Bloco F os ambientes são destinados para os laboratórios departamento de Bioquímica da Ufsc.

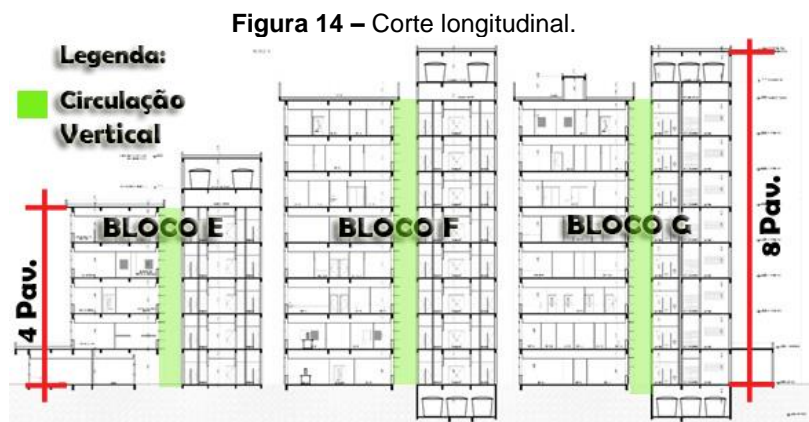


Figura 13 – Plana térreo/Implantação.



A execução da vedação vertical interna do estudo de caso, segundo o detalhamento da empresa construtora, foi prevista inicialmente 16.451,15 m<sup>2</sup> de placas de gesso acartonado. A principal tecnologia utilizada para a produção de vedações verticais internas nos edifícios do CCB são as chapas de gesso acartonado. Utiliza-se também como vedação vertical interna alvenaria convencional de blocos cerâmicos, principalmente as áreas de circulação vertical (escadas e elevadores) e nas áreas molhadas (banheiros principais de cada pavimento). Ressalta-se que há uma padronização das alturas dos pés-direitos dos edifícios. Ainda que os números de pavimento dos edifícios sejam diferentes, variando de quatro a oito pavimento, pretende-se estabelecer um padrão nas alturas, conforme mostra a

Figura 14. O sistema construtivo que utilizam chapas de gesso acartonado caracteriza-se por uma maior flexibilidade dos ambientes, por se tratar de um sistema construtivo completo, ou seja, existe um conjunto de tecnologia que permite a montagem e a desmontagem das vedações verticais internas de modo rápido e eficiente.



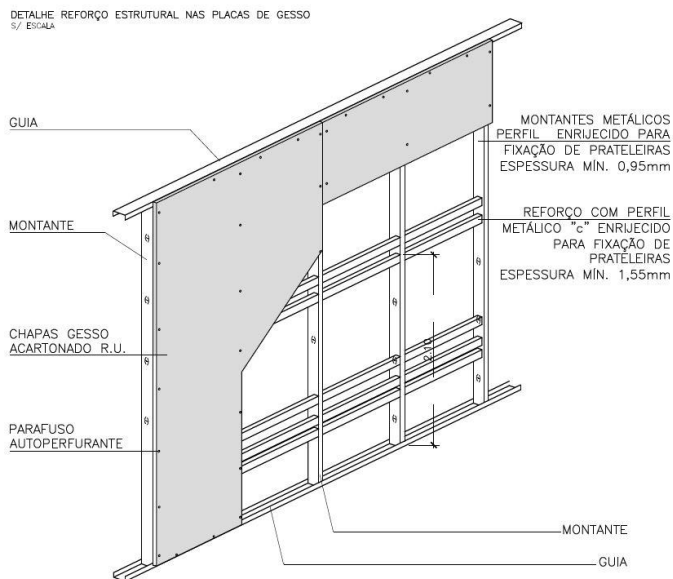
Pode-se constatar, ao longo das visitas as obras do CCB, a relevância da interação da divisória de gesso acartonado com os demais subsistemas do edifício. Na mesma obra pode-se observar duas realidades distintas na produção das vedações verticais, por conta da mudança da empresa responsável pela

execução da atividade. A primeira empresa dispensava o uso do projeto detalhado no canteiro de obras, utilizando apenas o projeto arquitetônico simples para locação das guias. A segunda empresa, responsável pela produção das vedações verticais internas adotou projetos detalhados, inclusive dos subsistemas, auxiliando a produção da atividade.

O projeto de detalhamento dos reforços estruturais nas áreas molhadas devem ser prevê fixações nas bancadas com altura de 90 cm, bem como o reforço estrutural com em perfil metálico na superfície que serão fixados os aparelhos de ar-condicionado. Todas estas recomendações foram descritas no memorial descritivo das atividades das obras.

Além disso, ressalta-se que o fechamento em chapa de gesso acartonado nas áreas molhadas, foram utilizadas as chapas resistentes à umidade. Nas superfícies que são fixados os aparelhos de ar-condicionado recomenda-se a utilização das placas de alta dureza, conforme mostrado na Figura 15.

**Figura 15 – Detalhe reforço estrutural de placas de gesso.**



O detalhamento do projeto executivo deve estar expresso sob forma de desenhos, entretanto, ressalta-se a importância do memorial descritivo, o memorial descritivo complementa e auxilia a compreensão dos processos construtivos de uma determinada atividade. Faz-se necessário a ilustração em forma de representação gráfica do projeto que será executado. Recomenda-se que os desenhos sejam apresentados nos canteiros de obras em folhas de dimensões médias, para melhor compreensão e manuseio na obra. Pode-se constatar ao longo das visitas às obras, que os profissionais responsáveis pela execução das paredes de chapas de gesso acartonado, não utilizavam os projetos detalhados durante todas as fases de execução.

### **5.1.3 Análises dos projetos - Estudo de Caso: Ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia**

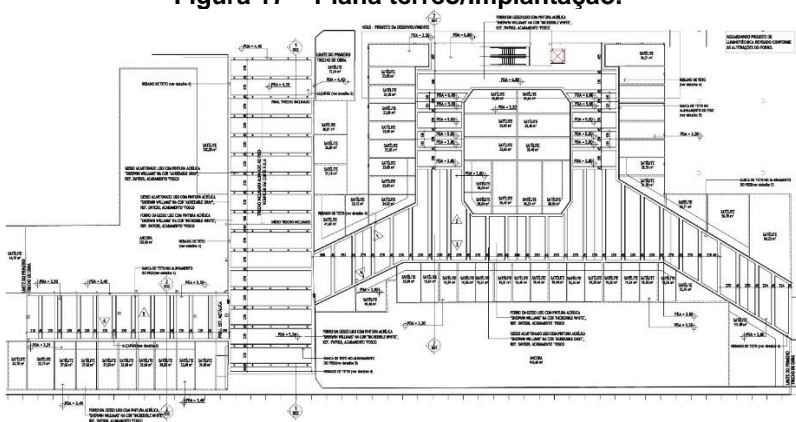
O estudo de caso da obra de ampliação do Araguaia Shopping, conforme mostra a Figura 16, busca avaliar os projetos de detalhamento e os projetos complementares, analisando também as atividades de execução, de acordo com os critérios de disposição, sequência de serviços, uso de equipamentos, arranjos e evolução do canteiro de obras, entre outros. Este estudo de caso se restringe ao escopo da pesquisa, mantendo como foco a execução de paredes de chapas de gesso acartonado e o gerenciamento e controle de resíduo de gesso.

**Figura 16 – Imagem Araguaia Shopping/Terminal Rodoviário de Goiânia.**



Todas as paredes e forros das lojas foram executadas com chapas de gesso acartonado, demandando uma grande quantidade de chapas de gesso nesta obra. Um aspecto importante neste tipo de obra, são os projetos de instalação, sobretudo, os subsistemas que envolvem as instalações elétricas, as instalações hidráulicas de combate ao fogo e as instalações do sistema de ar-condicionado.

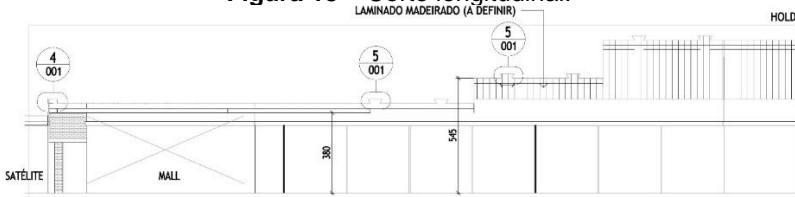
**Figura 17 – Plana térreo/Implantação.**



A principal tecnologia utilizada na obra de ampliação do Araguaia Shopping foram as estruturas metálicas, concreto

usinado e as paredes de chapa de gesso acartonado, como pode ser observado na Figura 17. Nesta obra não foi utilizado vedação vertical interna de alvenaria convencional, nem mesmo em áreas molhas, como banheiros e fraldários. A padronização das alturas da construção, faz com que as lojas possuam um pé direito duplo, onde possivelmente serão construídos mezaninos para dar suporte às lojas. Segundo informações dos responsáveis pelas obras, os mezaninos também serão executados futuramente com paredes de chapas de gesso acartonado. O sistema construtivo de chapas de gesso acartonado confere uma maior flexibilidade na construção, sendo possível a montagem e a desmontagem dos ambientes de maneira rápida e eficiente, Figura 18.

**Figura 18 – Corte longitudinal.**



O nível de planejamento das atividades para execução da obra indica a qualidade do produto final. Ao avaliar o nível de planejamento da obra de ampliação do Araguaia Shopping pôde-se verificar algumas falhas nas vedações verticais internas de chapa de gesso acartonado, devido as falhas de projeto. Embora, houvesse um rigor dos encarregados que comandavam as atividades, estas falhas podiam ser corrigidas previamente sem comprometer a qualidade do serviço.

Nas vedações verticais internas de chapa de gesso acartonado desta obra de ampliação segundo as informações fornecidas pela empresa construtora, foram previstas inicialmente 2500 m<sup>2</sup> de placas de gesso. Foram utilizados dois tipos de placa de gesso acartonado: as placas de alta dureza e placa *Standard*, conforme mostra o quantitativo de material fornecido pela empresa. Pôde-se verificar que os projetos de detalhamento ficavam na sala dos engenheiros e alguns projetos eram expostos em algumas paredes da obra. No entanto, os projetos de compatibilização dos subsistemas ficavam lá fixados, desta forma perdendo-se considerável tempo para conferir se os projetos complementares estavam sendo executados corretamente. Os

problemas de incompatibilidade entre as tubulações hidráulicas e elétricas não foram detectados previamente, embora houvesse muito atrasado na obra devido à dificuldade de compatibilizar os subsistemas durante o processo de execução.

#### **5.1.4 Análises dos projetos e detalhamento dos Estudos de Caso.**

Conforme salientado anteriormente, os projetos de detalhamento possuem um papel fundamental para o sucesso da atividade de execução de vedações verticais internas de chapas de gesso acartonado, objeto de estudo desta pesquisa. Portanto, neste item são apresentados de forma comparativa os aspectos projetuais dos três estudos de caso.

Desta maneira são apresentados os resultados das análises dos anteprojetos e detalhamentos do projeto executivo de divisórias com chapas de gesso acartonado. O método aplicado busca avaliar características projetuais que influenciam direta ou indiretamente na execução das atividades. Os itens avaliados foram: a) Planta de instalação, b) Planta baixa de locação das guias c) Detalhamento planta baixa d) Caracterização de cada tipo de divisória e) Elevação das divisórias f) Detalhamento das interfaces da esquadria com a divisória Detalhamento da fixação e interface da divisória g) Detalhamento da fixação das instalações hidráulicas e elétricas h) Detalhamento de áreas molhadas e detalhe de impermeabilização em ambientes molháveis i) Especificação de materiais.

**Quadro 13 - Análises dos projetos e detalhamento dos Estudos de Caso.**

	<b>Estudo de caso 1</b>	<b>Estudo de caso 2</b>	<b>Estudo de caso 3</b>
a)	Projeto complementares (Planta das instalações elétricas e hidráulicas) não foram utilizados para execução das atividades;	Projeto complementares (Planta das instalações elétricas e hidráulicas) não foram utilizados para execução das atividades;	Projeto complementares (Planta das instalações elétricas e hidráulicas) foram utilizados para execução das atividades;

			atividades apenas projeto elétrico.
b)	Não foram utilizados os projetos detalhados especificando os componentes de fixação e as distâncias entre os montantes.	Não foram utilizados os projetos detalhados, especificando os componentes de fixação e as distâncias entre os montantes. Mudança de empresa responsável pela execução do gesso. Retrabalho constante.	Não foram utilizados um projeto especificando os componentes de fixação e as distâncias entre os montantes.
c)	Decisão do método de montagem das divisórias ao longo do processo de execução. Verificado falhas no processo de execução.	Decisão do método de montagem das divisórias ao longo do processo de execução. Verificado falhas no processo de execução.	Decisões pontuais do método de montagem das divisórias ao longo do processo de execução. Verificado bom desempenho no processo de execução.
d)	Falta de Informações no projeto como: espessura, especificação das chapas a serem empregadas, tipo e espessura do isolante termo acústico; informações	Falta de Informações no projeto como: espessura, especificação das chapas a serem empregadas, tipo e espessura do isolante termo acústico; informações	Verificado em projeto Informações de especificação das chapas a serem empregadas, tipo e espessura do isolante termo acústico;



	observadas no memorial descritivo.	observadas no memorial descritivo.	
e)	Falta de modulação das chapas, as distâncias entre os parafusos de fixação das chapas, registrar os elementos que compõem as instalações;	Falta de modulação das chapas, as distâncias entre os parafusos de fixação das chapas, registrar os elementos que compõem as instalações;	Modulação e planejamento parcial da montagem das chapas, as distâncias entre os parafusos de fixação das chapas, registrar os elementos que compõem as instalações;
f)	Falta de informações sobre a disposição dos perfis metálicos e a forma de fixação da esquadria nesses perfis;	Foi verificado apenas em projeto/memorial descritivo informações sobre a disposição dos perfis metálicos e a forma de fixação da esquadria nesses perfis; Falhas de execução.	Falta de informações sobre a disposição dos perfis metálicos e a forma de fixação da esquadria nesses perfis;
g)	Falta de compatibilização dos projetos complementares ao projeto arquitetônico e detalhamento; Projeto complementares com baixo grau de detalhamento.	Falta de compatibilização dos projetos complementares ao projeto arquitetônico e detalhamento;	Pôde verificar a compatibilização dos projetos complementares ao projeto arquitetônico e detalhamento; Projeto elétrico com alto grau de detalhamento.
h)	Falta de detalhamento da	Falta de detalhamento da	Não foi verificado falhas nos

	fixação das instalações hidráulicas e impermeabilização dos ambientes; Retrabalhos constantes.	fixação das instalações hidráulicas e impermeabilização dos ambientes; Retrabalhos constantes.	sistemas hidráulicos ou impermeabilização das paredes.
j)	Verificado o uso de planilhas de descrição e controle dos materiais e componentes utilizado na de paredes de chapas de gesso acartonado para orçamento. Falta de controle de material.	Verificado o uso parcial de planilhas de descrição e controle dos materiais e componentes utilizado na de paredes de chapas de gesso acartonado, para orçamento. Falta de controle de material.	Verificado o uso parcial das planilhas de descrição e controle dos materiais e componentes utilizado na de paredes de chapas de gesso acartonado; compatível ao projeto de detalhamento;

Fonte: Autor, 2018.

Em geral, o uso mais frequente do projeto ocorreu apenas durante as locações das guias, dos montantes, e eventualmente, quando demandado, recorriam aos projetos dos subsistemas para locação das tubulações hidráulicas e elétricas. Ressalta-se que as consultas e o manuseio dos projetos ficavam a cargo do encarregado de obras e do mestre de obras, que tinham como função orientar e instruir os operários. Esta falta de controle no uso dos projetos no processo de produção das paredes de gesso acartonado resultava em retrabalho, desperdício e incompatibilidades entre os subsistemas. Embora a empresa construtora disponibilizasse os projetos detalhados, os mesmos não eram utilizados na obra.

No entanto, alguns detalhamentos de projeto para atividade de produção das paredes de chapas de gesso acartonado não foram produzidos ou disponibilizados pela empresa construtora. Segundo os engenheiros responsáveis pela obra faltaram, o detalhamento da fixação das instalações hidráulicas e elétricas; o detalhamento de impermeabilização em

ambientes molháveis; a especificação de materiais em relação e a quantificação dos materiais e componentes para a execução da divisória. A segunda empresa, que substituiu empresa anterior, foi responsável pela produção das vedações verticais internas. Esta empresa adotou a prática de utilizar os projetos detalhados, inclusive dos subsistemas, para a execução da atividade.

A execução das paredes de gesso acartonado, conforme apresentado no referencial teórico, requer cuidados especiais durante o processo de execução, principalmente, durante a etapa de acabamento. Desta forma, pôde-se verificar neste estudo de que apesar de existir o projeto de detalhamento das conexões do piso e do teto, algumas correções durante a etapa de execução foram necessárias. O projeto de detalhamento especifica que alguns pontos necessitam de reforços estrutural de montantes metálicos ou de madeira. Estes reforços estruturais devem ser fixados em locais que possuam sobrecarga, em paredes que serão fixadas as prateleiras, e em outros detalhes decorativos para as lojas, que estão descritos no memorial descritivo das atividades. Outro aspecto fundamental indicado no memorial são as indicações de área molhada e *sprinklers* de incêndio. Neste caso, foram indicadas as chapas de gesso resistentes a umidade, e nas superfícies de prateleiras e decoração foram indicadas as placas de alta dureza.

O projeto de detalhamento fez-se necessário durante as marcações para as locações das guias superiores, inferiores, os montantes das vedações com gesso acartonado. Quando necessário recorria-se ao projeto para determinar as locações das instalações, principalmente, as instalações elétricas, que foram mais comuns nessa obra. O encarregado responsável pelo gerenciamento da execução das paredes de chapas de gesso acartonado, geralmente, consultava o projeto de detalhamento arquitetônico para acompanhar a evolução dos trabalhos. O mestre de obras, por outro lado, gerenciava a produtividade dos profissionais da construção.




A dificuldade de acesso aos projetos arquitetônicos detalhados, acabavam resultando em retrabalho e incompatibilidade dos subsistemas. Embora, a empresa construtora disponibilizar os projetos detalhados, estes não eram plenamente utilizados. No entanto, alguns projetos fundamentais




para atividade de produção das paredes de chapas de gesso acartonado não foram produzidos ou disponibilizados pela empresa construtora, como por exemplo: o detalhamento da fixação das instalações hidráulicas e elétricas, o detalhamento de impermeabilização em ambientes molháveis e a especificação e quantificação dos materiais e componentes das divisórias.







## **5.2 ANÁLISES CONTROLES NO PROCESSO DE EXECUÇÃO**




Nesta seção, foram apresentadas as análises dos controles no processo de execução de parede de chapa de gesso acartonado em obras tanto institucionais quanto comerciais. Foram submetidas aos critérios de avaliação descritos anteriormente no método desta pesquisa. Foram avaliadas as obras do Centro de filosofia e Ciências Humanas CFH – UFSC, Centro de Ciências Biológicas - CCB UFSC e Ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia. Foram definidos como estudo de caso 1, estudo de caso 2 e estudo de caso 3 respectivamente. Deste modo, apresenta-se os resultados comparativos da caracterização dos controles nos processos de execução de cada uma das obras analisadas. Ressalta-se que estes resultados são de caráter indicativo. Os itens avaliados foram: a) Organização do canteiro de obras; b) Estocagem materiais; c) Locação e fixação das guias; d) Colocação dos montantes subsistemas; e) Sequência da colocação dos montantes; f) Fechamento da divisória; g) Instalações prediais; h) Revestimento termo/acústico; i) Tratamento das juntas das chapas/ execução da massa; j) Etapa de acabamento.

**Quadro 14 - Análises controles no processo de execução.**







	<b>Estudo de caso 1</b>	<b>Estudo de caso 2</b>	<b>Estudo de caso 3</b>
a)	<p>Possui um espaço para estocagem adequado de matérias, perfis metálicos estocado adequadamente (sem contato com solo ou umidade), circulação horizontal e vertical com acesso facilitado, acesso de caminhões para carga e descarga;</p>  <p>Estocagem perfis metálicos.</p>	<p>Possui um espaço para estocagem improvisado de matérias, circulação horizontal e vertical com acesso restrito de um prédio para outro, perfis metálicos estocado adequadamente (sem contato com solo ou umidade), acesso de caminhões para carga e descarga;</p>  <p>Estocagem perfis metálicos</p>	<p>Possui um espaço para estocagem adequado de matérias, circulação horizontal adequado para transporte de materiais, perfis metálicos estocado adequadamente e (sem contato com solo ou umidade), acesso de caminhões para carga e descarga;</p>  <p>Estocagem perfis metálicos</p>




<p>b)</p>	<p>Depósito com apoio de madeira; as placas são dispostas em camadas planas e firmes; são empilhamento das chapas até aproximadamente 1,60m; são estocadas em locais fechados, cobertos e livres de umidade.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>	<p>Depósito com apoio de madeira; as placas são dispostas em camadas planas e firmes; são empilhamento das chapas até aproximadamente 1,60m; são estocadas em locais fechados, cobertos e livres de umidade.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>	<p>Depósito sem apoio de madeira; as placas são dispostas em camadas planas e firmes; são empilhamento das chapas até aproximadamente 1,60m; são estocadas em locais fechados, cobertos e livres de umidade, com contato com a superfície com umidade.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>
-----------	--	--	---




<p>c)</p>	<p>Locação das guias inferiores utilizando nível a lazer; Locação da guia superior após a locação da guia superior.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>	<p>Locação das guias inferiores utilizando nível a lazer; Locação da guia superior após a locação da guia superior.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>	<p>Locação das guias inferiores utilizando nível a lazer; Locação da guia superior após a locação da guia superior.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>
<p>d)</p>	<p>Colocação dos montantes, após as tubulações hidráulicas, ocorrência de conflito das instalações hidráulicas com os montantes.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>	<p>Colocação dos montantes, após as tubulações hidráulicas, ocorrência de conflito das instalações hidráulicas com os montantes.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>	<p>Colocação dos montantes, após as tubulações elétricas, pôde-se verificar a ocorrência de conflito das instalações com os montantes.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>

e)	<p>Sequência colocação dos montantes e reforços após fixação das guias inferiores e superiores. Refazer os reforços de madeira que foram necessários nas bancadas dos laboratórios.</p>	<p>Sequência colocação dos montantes e reforços após fixação das guias inferiores e superiores.</p>	<p>Sequência colocação dos montantes e reforços após fixação das guias inferiores e superiores. Reforços de madeira em paredes com prateleiras.</p>
f)	<p>Fechamento das divisórias após as instalações elétricas e hidráulicas, bem como após as vedações verticais externas. Placas de gesso instaladas na posição horizontal.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>	<p>Fechamento das divisórias após as instalações elétricas e hidráulicas, bem como após as vedações verticais externas. Placas de gesso instaladas na posição horizontal.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>	<p>Fechamento das divisórias após as instalações elétricas, Placas de gesso instaladas na posição tanto na horizontal quanto na vertical.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>
g)	<p>Problemas de incompatibilidade dos subsistemas; Instalações hidráulicas sem uso de selante nas</p>	<p>Problemas de incompatibilidade dos subsistemas; Instalações hidráulicas sem uso de selante nas</p>	<p>Problemas de incompatibilidade dos subsistemas; Instalações elétricas</p>



	<p>aberturas, resulta em ruídos nas tubulações.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>	<p>aberturas, resulta em ruídos nas tubulações.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>	<p>ocorrendo retrabalho com alguma frequência.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>
<p>h)</p>	<p>Uso de revestimento acústico em algumas paredes. Principalmente nos Laboratórios.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>	<p>Uso de revestimento acústico em algumas paredes. Salas administrativas.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>	<p>Uso de revestimento acústico em todas as paredes que dividiam um ambiente de outro.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>

<p>i)</p>	<p>Aspecto monolítico e uniforme entre as placas, impermeabilização nas áreas molháveis, correção de imperfeições do prumo e nivelamento com a massa de gesso;</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>	<p>Aspecto monolítico e uniforme entre as placas, impermeabilização nas áreas molháveis, correção de imperfeições do prumo e nivelamento com a massa de gesso;</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>	<p>Aspecto monolítico e uniforme entre as placas, impermeabilização nas áreas molháveis, correção de imperfeições do prumo e nivelamento com a massa de gesso;</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>
-----------	--	--	--

<p>j)</p>	<p>O acabamento final das divisórias não foi feito em menos de 48 após a etapa do rejuntamento e acabamento com a massa de gesso. Segundo a recomendação do fabricante.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>	<p>O acabamento final das divisórias não foi feito em menos de 48 após a etapa do rejuntamento e acabamento com a massa de gesso. Segundo a recomendação do fabricante.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>	<p>O acabamento final das divisórias foi feito em menos de 48 após a etapa do rejuntamento e acabamento com a massa de gesso. Segundo a recomendação do fabricante.</p>  <p>Estocagem Chapa de gesso acartonado.</p>
-----------	---	---	--

Fonte: Autor, 2018.

A organização do canteiro de obras compreende a primeira etapa do controle e planejamento de uma determinada construção. Desta forma, a empresa construtora busca estabelecer uma logística eficiente que atenda as demandas da obra, considerando os seguintes aspectos; local de armazenagem de cada tipo dos materiais; armazenagem dos equipamentos; área de almoxarifado; escritórios e administração da obra; controle de entrada e saída de material; circulação horizontal e vertical.

Foram avaliados, sobretudo, o modo de armazenagem do material e a logística de circulação vertical dos materiais. Observou-se no memorial descritivo da obra, que as chapas de gesso acartonado deviam estar dispostas em camadas planas e firmes, de preferência, sem o contato direto com o solo, de modo a evitar a umidade do solo. Pôde-se verificar na obra do CFH que o armazenamento de alguns itens, entre eles as chapas de gesso acartonado da obra de restauração do prédio anexo E, não

estavam armazenadas conforme as especificações dos fabricantes.

Algumas chapas de gesso estavam dispostas diretamente no solo, sem qualquer tipo de superfície de madeira que diminuísse a transferência de umidade entre o solo e as chapas de gesso acartonado. Pôde-se verificar que a maioria das chapas armazenadas na obra do CFH foram empilhadas sobre uma superfície de madeira, sem o contato direto com o solo. Embora, o não comprimento das recomendações dos fabricantes, o armazenamento não foi completamente comprometido. Em relação aos empilhamentos das chapas, elas estavam de acordo com as recomendações e empilhadas com altura de até 1,60m, visando facilitar o seu manuseio. Outras chapas foram empilhadas com alturas inferiores as recomendações, porém estas alturas inferiores não comprometeram a qualidade do material, tão pouco, a execução da atividade. Em suma, a organização do canteiro de obras do edifício anexo do CFH, de modo geral, mantém aspectos favoráveis de organização.

O controle efetivo no processo de execução passa por, primeiramente, um planejamento detalhado da organização do canteiro de obras. De modo a estabelecer uma logística eficiente que atenda as demandas da obra, considerando os seguintes aspectos: local de armazenagem de cada tipo dos materiais; armazenagem dos equipamentos; área de almoxarifado; escritórios e administração da obra; controle de entrada e saída de material; circulação horizontal e vertical. Foram avaliados estes aspectos fundamentais que envolvem a organização do canteiro de obras no estudo de caso das obras CCB, sobretudo, o modo de armazenagem do material e a logística de circulação vertical dos materiais.

Segundo Taniguti (1999), as chapas de gesso acartonado devem ser dispostas em camadas planas e firmes, de preferência, sem o contanto direto com o solo, evitando assim a umidade. Para isso, recomenda-se empregar um apoio de madeira. Pôde-se verificar que o armazenamento das chapas de gesso acartonado no canteiro de obra estavam adequadas as especificações, as chapas estavam devidamente sobrepostas em paletes de madeira em pilhas com altura aproximadamente de 1,80m. Embora recomendação seja para o empilhamento das chapas até 1,60m, esta altura pode facilitar a retirada das chapas no instante do

transporte para execução da atividade. Pôde-se constatar que as chapas empilhadas com altura aproximadamente de 1,80m não comprometeram a qualidade do material, tão pouco, a execução da atividade.

A organização do canteiro de obras compreende a primeira etapa do controle e planejamento de uma determinada construção. Desta forma, a empresa construtora buscou estabelecer uma logística eficiente para atender as demandas da obra, considerando os seguintes aspectos: local de armazenagem de cada tipo dos materiais, armazenagem dos equipamentos, área de almoxarifado, escritórios e administração da obra, controle de entrada e saída de material e a circulação horizontal e vertical. Estes aspectos foram determinantes na organização do canteiro de obras no estudo de caso destacando-se o modo de armazenagem do material e a logística de circulação vertical dos materiais.

Assim, as chapas de gesso acartonado podem estar dispostas em camadas planas e firmes, sem o contato direto com o solo, de modo a evitar a absorção de umidade e tornar mais fácil o seu manuseio. Pôde-se verificar que o armazenamento das chapas de gesso acartonado nesta obra não estavam armazenadas conforme as especificações dos fabricantes. As chapas de gesso estavam dispostas diretamente no solo, sem qualquer tipo de superfície de madeira que pudesse evitar a transferência de umidade do solo para as chapas. No entanto, os empilhamentos das chapas estavam de acordo com as recomendações, sendo empilhadas com altura de até 1,60m, de modo a facilitar a sua movimentação no transporte e execução da atividade. Outras chapas foram empilhadas com alturas inferiores as recomendações, porém estas alturas inferiores não comprometeram a qualidade do material, tão pouco, a execução da atividade.

Uma logística eficiente do canteiro de obras requer um *layout* dos espaços bem definidos, onde o armazenamento dos materiais e componentes devem estar próximos a área de execução ou de circulação vertical, otimizando o transporte e reduzindo as perdas de material. Durante o acompanhamento das atividades das obras pôde-se verificar que os materiais foram depositados em local centralizado, de modo a favorecer a circulação horizontal dos materiais em todas as direções,

facilitando o fluxo dos materiais nas áreas de execução de paredes de gesso acartonado.




### **5.3 ANÁLISE GERENCIAMENTO E CONTROLE DE RESÍDUO DE GESSO**




Nesta seção, foram apresentadas as análises comparativas entre o gerenciamento e controle de resíduo de gesso de cada estudo de caso. Estudo de caso 1: Centro de filosofia e Ciências Humanas CFH – UFSC; Estudo de caso 2: Centro de Ciências Biológicas - CCB UFSC; Estudo de caso três: Ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia. Desta forma, buscou-se apresentar os resultados comparativos sobre a caracterização do uso de chapas de gesso acartonado relacionado ao controle da geração de resíduo na execução vedações verticais internas.

Os resultados comparativos sobre o gerenciamento e controle de resíduo das obras analisadas, permitem identificar as falhas e os problemas recorrentes nas obras, de modo a indicar as soluções para tais problemas. Os resultados são de caráter indicativo. Os itens avaliados foram: a) Práticas para redução da geração e reciclagem em obra; b) Organização do canteiro de obras; c) Práticas para logística interna; d) Triagem/Acondicionamento; e) Transporte e destinação de resíduos. Pôde-se verificar que a Resolução do CONAMA nº 307/2002 e suas atuais alterações, que reclassifica o resíduo de gesso para material com tecnologia de reciclagem, não eram devidamente respeitadas em nenhuma dos três estudos de caso.





Apesar de algumas práticas recomendadas serem adotadas pelas empresas construtoras em determinadas situações, de modo geral, os estudos de caso analisados não atendem as recomendações estabelecidas pela resolução do CONAMA nº 307/2002. As práticas de gerenciamento e controle de resíduo dentro do canteiro de obras estende-se a responsabilidade compartilhada dos resíduos por parte das empresas fabricantes do sistema construtivo e do poder público, que é responsável pela fiscalização e destinação dos resíduos gerados na construção civil.

**Quadro 15 - Análise gerenciamento e controle de resíduo de gesso.**

	<b>Estudo de caso 1</b>	<b>Estudo de caso 2</b>	<b>Estudo de caso 3</b>
a)	<p>Falta de planejamento da modulação das chapas de gesso acartonado; Incompatibilidade dos subsistemas; retrabalho moderado.</p>  <p>Estocagem perfis metálicos.</p>	<p>Falta de planejamento da modulação das chapas de gesso acartonado; Incompatibilidade dos subsistemas; retrabalho constante.</p>  <p>Estocagem perfis metálicos.</p>	<p>Planejamento parcial da modulação das chapas de gesso acartonado; Incompatibilidade dos subsistemas; retrabalho moderado.</p>  <p>Estocagem perfis metálicos.</p>
b)	<p>Chapas espalhadas próximas ao local de carga e descarga; Chapas de gesso acartonado danificada, recortadas e jogadas no canteiro de obras; Centralização do local de armazenamento.</p>	<p>Chapas espalhadas próximas ao local de carga e descarga; Chapas de gesso acartonado danificada, recortadas e jogadas no canteiro de obras; Centralização do local de armazenamento.</p>	<p>Chapas espalhadas próximas ao local de carga e descarga; Chapas de gesso acartonado danificada, recortadas e jogadas no canteiro de obras; Centralização do local de armazenamento.</p>
c)	<p>Estocagem em desacordo com a legislação brasileira e a Resolução do</p>	<p>Estocagem de acordo com a legislação brasileira e a Resolução do</p>	<p>Estocagem em desacordo com a legislação brasileira e a</p>

	<p>CONAMA nº 307/2002;          Separação dos resíduos sólidos por categoria; Resíduos de construção e demolição depositados de maneira inadequada e podem se tornar vetores de proliferação de doenças;</p>  <p>Estocagem perfis metálicos.</p>	<p>CONAMA nº 307/2002;          Separação dos resíduos sólidos por categoria; Resíduos de construção e demolição depositados de maneira adequada, apesar de problemas pontuais.</p>  <p>Estocagem perfis metálicos.</p>	<p>Resolução do CONAMA nº 307/2002;          Separação dos resíduos sólidos por categoria; Resíduos de construção e demolição depositados de maneira inadequada e podem se tornar vetores de proliferação de doenças;</p>  <p>Estocagem perfis metálicos.</p>
d)	<p>Ausência de cuidados especiais para a triagem e acondicionamento dos resíduos;          Separação prévia do resíduo de gesso;          Estocagem dos resíduos de gesso em um local fechado em locais abertos expostos a umidade e intempéries.</p>	<p>Cuidados especiais para a triagem e acondicionamento dos resíduos;          Separação prévia do resíduo de gesso;          Estocagem dos resíduos de gesso em um local fechado, livre de umidade e intempéries.</p>	<p>Ausência de cuidados especiais para a triagem e acondicionamento dos resíduos;          Separação prévia do resíduo de gesso;          Estocagem dos resíduos de gesso em um local fechado em locais abertos expostos a umidade e intempéries.</p>



	 <p>Estocagem perfis metálicos.</p>	 <p>Estocagem perfis metálicos.</p>	 <p>Estocagem perfis metálicos.</p>
e)	<p>A empresa não promove a prática do reaproveitamento e reciclagem do resíduo de gesso; Destinação dos resíduos de construção e demolição para os aterros sanitários ou aterros controlados;</p>	<p>A empresa promove a prática do reaproveitamento e reciclagem do resíduo de gesso; Destinação dos resíduos de gesso acartonado para reciclagem do material.</p>  <p>Estocagem perfis metálicos.</p>	<p>A empresa não promove a prática do reaproveitamento e reciclagem do resíduo de gesso; Destinação dos resíduos de construção e demolição para os aterros sanitários ou aterros controlados;</p>

Fonte: Autor, 2018.

No estudo de caso do anexo E do Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH), localizado no campus (Trindade) da Universidade Federal de Santa Catarina, totalizando uma área construída de 6.003,25 m<sup>2</sup>, onde foram executados 1.390 m<sup>2</sup> de vedações verticais internas, utilizando o sistema construtivo em chapas de gesso acartonado. Os resíduos de gesso, especificamente o objeto de estudo da pesquisa, deve ser separado e destinado em contêineres ou caçambas que foram desenvolvidas e locadas especialmente para este tipo de material dispostas em locais livres de umidades ou intempéries, desta forma evita-se a contaminação de outros tipos de materiais, esta

prática viabiliza a reciclagem do resíduo de gesso. Posteriormente, o resíduo passa por um novo processo de triagem automatizado, onde são separados os resíduos em basicamente papel, gesso e metal e finalizando o processo de reciclagem e reaproveitamento do material. A logística do transporte do resíduo de gesso deve ser realizada com os devidos cuidados, ao direcionar e depositar os resíduos em um local apropriado, dentro dos polos produtores onde acontece uma nova triagem, após este processo inicia-se a etapa de reciclagem e reaproveitamento do resíduo de gesso.

Algumas dessas estratégias e práticas requerem a utilização de ferramentas e logística interna, considerando os aspectos econômicos, ambientais, sociais e legais. O gerenciamento e o controle de resíduo dentro do canteiro de obras contam com diferentes tipos de estratégias e práticas que podem ser implementadas, com o objetivo de inserir as práticas sustentáveis dentro do canteiro tornando a obra mais limpa e mais eficiente.

O indicador de geração de resíduos em volume pode variar de 0,001 a 0,007 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, segundo Mália (2010). Neste estudo de caso (edifício CCB) foram utilizados 16.451,15 m<sup>2</sup> de placa de gesso acartonado, sendo que nas construções dos edifícios que integram a obra totalizam uma área de 13.080,70 m<sup>2</sup> de vedações verticais internas. Os resíduos de paredes de gesso acartonado tem como resultado um volume de resíduo inferior aos resíduos gerados de vedações verticais de alvenaria comum. Isto ocorre devido a racionalização do sistema construtivo de paredes que é mais eficaz com chapa de gesso acartonado, conforme apresentado no referencial teórico.

Em um cenário ideal, a coleta do resíduo de gesso deve ser descartada em contêineres ou caçambas desenvolvidas especialmente para este tipo de material, contribuindo para a correta separação dos resíduos em sua origem. Os contêineres são fornecidos, geralmente, pelas empresas de reciclagem que direcionam o resíduo para os polos produtores e locais de beneficiamento. A logística do transporte do resíduo de gesso deve ser direcionada e depositada em um local apropriado, dentro dos polos produtores onde acontece uma nova triagem. Depois de separados, seguem para a usina de reciclagem. Posteriormente, os resíduos passam por um novo processo de triagem

automatizado, em que são separados em basicamente papel, gesso e metal.

Existem diferentes estratégias para o gerenciamento e controle de resíduo no do canteiro de obras. Algumas dessas estratégias e práticas requerem a utilização de ferramentas e logística interna, considerando os aspectos econômicos, ambientais, sociais e legais. Portanto, a análise do estudo de caso baseia-se nos seguintes itens: as práticas para redução da geração resíduo e reciclagem, a organização do canteiro de obras, as práticas para logística interna e, por fim, a triagem e o acondicionamento dos resíduos.

Segundo Mália (2010), o indicador de geração em volume pode variar de 0,001 a 0,010 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> oscilando de acordo com as especificidades de cada obra. No estudo de caso utilizados 1.279 m<sup>2</sup> de placa de gesso acartonado as construções de todos os edifícios somam uma área de 2.657,46m<sup>2</sup>. Conforme apresentado no referencial teórico os resíduos gerados na execução de paredes de gesso acartonado tem como resultado um volume de resíduo inferior aos resíduos gerados de vedações verticais de alvenaria comum. Esta diferença ocorre devido racionalização do sistema construtivo de paredes de chapa de gesso acartonado. No entanto, embora o volume resíduo gerado na execução de paredes de chapa de gesso acartonado seja menor do que as práticas convencionais, como paredes de vedação internas de alvenaria, o resíduo de gesso pode ser altamente nocivo ao meio ambiente se descartado de maneira inadequada.

Ressalta-se que os resíduos de gesso, preferencialmente, devem ser depositados em contêineres ou caçambas que foram desenvolvidas e locadas especialmente para este tipo de material. Desta forma, facilita-se a separação adequada do resíduo evitando a contaminação de outros tipos de materiais

Baseou-se nas práticas para redução da geração resíduo e reciclagem, na organização do canteiro de obras, nas práticas para logística interna e por fim, na triagem acondicionamento.

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os itens a seguir apresentam as análises comparativas dos resultados obtidos nos estudos de caso, referentes às características dos aspectos projetuais, que consistem em análises dos anteprojetos e detalhamentos do projeto executivo de divisórias com chapas de gesso acartonado, a análise dos aspectos técnicos, que consistem em análises dos controles no processo de execução e, por fim, os aspectos de gestão, que consistem em análises dos tipos de gerenciamento e controle de resíduos dentro e fora do canteiro de obras.

O método tornou possível verificar os indicadores de controle para produção, relacionados com a geração de resíduo na execução de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado. Observa-se que estes resultados são de caráter indicativo, mostrando algumas tendências e práticas no canteiro de obras que utilizam chapas de gesso acartonado vedação verticais internas

Os estudos de caso foram escolhidos a partir de critérios estabelecidos no método da pesquisa, tais como: obras localizadas em grandes centros urbanos ou capitais; ano de lançamento do empreendimento; estágio do andamento das obras; o uso institucional e comercial; sistema construtivo vedação verticais internas de chapas de gesso acartonado; quantidade de ambientes que utilizam vedação verticais internas de chapas de gesso acartonado; as dimensões do terreno ou área construída.

### **6.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E PROJETUAIS DOS ESTUDOS DOS CASO**

Neste item são apresentados de forma comparativa os aspectos projetuais dos três estudos de caso. Desta maneira são apresentados os resultados das análises dos anteprojetos e detalhamentos do projeto executivo de divisórias com chapas de gesso acartonado. O método aplicado busca avaliar características projetuais que influenciam direta ou indiretamente na execução das atividades. Os itens avaliados foram: a) Planta de instalação, b) Planta baixa de locação das guias c) Detalhamento planta baixa d) Caracterização de cada tipo de

divisória e) Elevação das divisórias f) Detalhamento das interfaces da esquadria com a divisória Detalhamento da fixação e interface da divisória g) Detalhamento da fixação das instalações hidráulicas e elétricas h) Detalhamento de áreas molhadas e detalhe de impermeabilização em ambientes molháveis i) Especificação de materiais.

Pôde-se verificar que durante a fase de execução ocorreram mudanças nos processos, restritas e circunstanciais, dadas as condições estabelecidas pelos projetos. Tais mudanças afetaram diretamente os custos das obras nos três estudos de caso selecionados. Nos três estudos de caso não se observou um planejamento na etapa de projeto para o local de armazenamento e separação do resíduo de gesso ou qualquer outro tipo de resíduo.

No estudo de caso 1 (Edifício CCB), um abrigo coberto improvisado foi construído no local para manter os resíduos de gesso protegido das intempéries, no entanto, pôde-se verificar que os outros tipos de resíduos eram descartados de maneira inadequada. Nas obras do estudo de caso 2 (Edifício CFH) e do estudo de caso 3 (Ampliação do Araguaia Shopping), não havia sequer um abrigo coberto improvisado. Os resíduos de gesso eram jogados em caçambas de entulho junto aos demais resíduos, sem haver qualquer tipo de cuidado ou separação.

O grau de detalhamento do projeto propicia que as execuções das atividades ocorrem com uma menor quantidade de erros e imprevistos. Observa-se que as atividades de execução das vedações verticais internas com chapas de gesso acartonado interfere em vários outros subsistemas. Os projetos contêm um conjunto de elementos e informações. Estes projetos detalhados auxiliam os profissionais ao longo da etapa de execução contendo as definições de disposição e sequência de atividades, frente de serviços e uso adequado de equipamentos. Não obstante, pôde-se verificar nos estudos de caso que os projetos detalhados não eram facilmente disponibilizados no canteiro de obras, nem acessíveis ao encarregado chefe responsável pelo gerenciamento das atividades, cada empresa possui seu próprio modo de organização, porém estes problemas são comuns e recorrentes nas obras analisadas.

Para obtenção de um maior grau de eficiência da produção e qualidade do produto final, mostrou-se necessário um projeto

detalhado dos processos construtivos. As eventuais falhas de projeto verificadas nos estudos de caso, produzem um efeito cascata, que se estendem na execução das atividades com falhas e retrabalhos, resultando no aumento de resíduo de placas de gesso, guias e montantes metálicos, entre outros materiais. Na obra do Estudo de Caso 3 identificou-se um acréscimo significativo do consumo de materiais, evidenciando-se desperdícios, aumento dos custos e dos impactos ambientais.

As três empresas apresentam cultura construtiva própria, que se estendem às suas respectivas obras analisadas, ainda que utilizem o mesmo sistema construtivo para vedação vertical interna, neste caso, as vedações realizadas com chapas de gesso acartonado. Também se observou que as empresas responsáveis pelo conjunto das obras optaram por terceirizar a execução desta atividade. Deste modo, as três empresas se restringiram a gerenciar e fiscalizar o andamento das obras. No estudo de caso 1 (Edifício CCB), a empresa construtora trocou a empresa terceirizada para as vedações com as atividades em desenvolvimento. Detectaram-se falhas graves de execução, resultando em retrabalhos, desperdícios de material, que gerou um aumento significativo de resíduos e atraso na entrega da obra.

Com base nas visitas às construtoras, pôde-se verificar posturas semelhantes em relação ao desenvolvimento e uso do projeto. As empresas, de modo geral, dispensaram o uso do projeto de produção das vedações internas, embora no Estudo de Caso 3 a empresa construtora mostrou-se empenhada em utilizar o projeto no canteiro de obra, mesmo com certas restrições e falhas detectadas. No que se refere aos aspectos de produção e detalhamento, as empresas construtoras buscaram contratar empresas especializadas para elaborar os projetos conforme mostrado no Quadro 16.

**Quadro 16 - Fornecedores de projeto de cada obra.**

<b>Obras</b>	<b>Não utilizou</b>	<b>Fabricantes de chapas</b>	<b>Empresas Particulares</b>
<b>A</b>	-	-	<b>x</b>
<b>B</b>	-	-	<b>x</b>
<b>C</b>	-	-	<b>x</b>

Fonte: Autor, 2018.

Ao analisar os estudos de caso, pôde-se verificar a integração dos projetos de detalhamento e a integração dos vários subsistemas, de modo a solucionar eventuais problemas. Embora houvesse um certo grau de detalhamento nos projetos dos três estudos de caso, verificou-se que as decisões importantes foram tomadas durante a execução das atividades. Nos três estudos de caso o projeto arquitetônico e de detalhamento apresentaram aspectos positivos e negativos.

O planejamento da execução da atividade representado em forma de projeto, possui um papel fundamental para um maior grau de eficiência do sistema construtivo. Assim, as indefinições e falhas de projetos, bem como a sua aplicabilidade no canteiro de obras implicaram no aumento significativo de desperdícios de material e no aumento de resíduo gerado nestas atividades.

### **6.1.1 Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Características técnicas e projetuais - Estudo de Caso - Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH) – UFSC**

Pôde-se observar, ao longo das visitas as obras do CFH, a necessidade de se considerar no projeto a interação da divisória de gesso acartonado com os demais subsistemas do edifício. Na mesma obra pôde-se observar duas realidades distintas na produção das vedações verticais, por conta da mudança da empresa responsável pela execução da atividade. A primeira empresa dispensou o uso do projeto detalhado do canteiro de obras, sendo utilizado apenas o projeto arquitetônico simples para locação das guias, resultado desta prática, foram verificados

inúmeros erros de execução. Outros principais aspectos das 1 características técnicas e projetuais verificado no estudo de caso do CFH e as ações mitigadoras foram descritos no Quadro 17.

**Quadro 17 - Matriz de avaliação de desempenho, caracterizações e ações mitigadoras - Características técnicas e projetuais - Estudo de Caso - Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH) – UFSC.**

**LEGENDA:**



**ASPECTOS PROJETUAIS**



**ASPECTOS CONSTRUTIVOS**




**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS**


DIMENSÕES	SITUAÇÕES DA OBRA	RESULTADO INDICADORES	AÇÕES MITIGADORA
	<p>Projeto complementares (Planta das instalações elétricas e hidráulicas) não foram utilizados para execução das atividades;</p>	 <p><b>DESFAVORAVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilização de projetos complementares para auxiliar a execução da atividade.</li> <li>- Fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>



<p>Não foram utilizados um projeto especificando os componentes de fixação e as distâncias entre os montantes.</p>	 <p><b>MUITO DESFAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detalhamento completo do projeto de montagem e colocação/fixação dos montantes das divisórias.</li> <li>- Supervisão dos profissionais responsáveis pela obra sobre o uso do projeto de detalhamento durante a execução da atividade.</li> </ul>
<p>Decisão do método de montagem das divisórias ao longo do processo de execução. Verificado falhas no processo de execução.</p>	 <p><b>DESFAVORAVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planejamento prévio da execução da atividade.</li> <li>- Documentação dos procedimentos de execução.</li> <li>- Detalhamento e modulação das chapas de gesso acartonado.</li> </ul>

	<p>Falta de Informações no projeto como: espessura, especificação das chapas a serem empregadas, tipo e espessura do isolante termo acústico; informações observadas no memorial descritivo.</p>	 <p><b>DESFAVORAVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detalhamento em projeto sobre a descrição dos materiais utilizados.</li> <li>- Organização dos materiais dentro do canteiro de obras.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> </ul>
	<p>Falta de modulação das chapas, as distâncias entre os parafusos de fixação das chapas, registrar os elementos que compõem as instalações;</p>	 <p><b>DESFAVORAVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modulação das chapas de gesso acartonado.</li> <li>- Detalhamento procedimento de fixação das chapas.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> </ul>

<p>Falta de informações sobre a disposição dos perfis metálicos e a forma de fixação da esquadria nesses perfis</p>	 <p><b>DESFAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detalhamento procedimento de fixação dos perfis metálicos.</li> <li>- Compatibilização prévia dos projetos complementares ao projeto arquitetônico e detalhamento.</li> <li>- Fiscalização da atividade.</li> </ul>
<p>Falta de compatibilização dos projetos complementares ao projeto arquitetônico e detalhamento; Projeto complementares com baixo grau de detalhamento.</p>	 <p><b>MUITO DESFAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compatibilização prévia dos projetos complementares ao projeto arquitetônico e detalhamento.</li> <li>- Fiscalização da atividade.</li> </ul>
<p>Falta de detalhamento da fixação das instalações hidráulicas e impermeabilização dos ambientes; Retrabalhos constantes.</p>	 <p><b>MUITO DESFAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exigência dos projetos de detalhamento da fixação das instalações hidráulicas e impermeabilização dos ambientes.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> </ul>

	<p>Verificado o uso de planilhas de descrição e controle dos materiais e componentes utilizado na de paredes de chapas de gesso acartonado para orçamento. Falta de controle de material.</p>		<p>OK</p> <p>- Maior controle e fiscalização da atividade.</p>
--	---	---	--

Fonte Autor, 2018.

Pode-se constatar, ao longo das visitas às obras que a compatibilização dos projetos das paredes de chapa de gesso acartonado com os demais subsistemas exerceu, um papel fundamental no bom desempenho, contribuindo para o cumprimento dos prazos estabelecidos. A empresa responsável pela execução das paredes de chapa de gesso acartonado, apesar da experiência de anos no mercado, mesmo assim cometeu alguns erros de incompatibilidade dos subsistemas, como por exemplo, ao refazer os eletrodutos flexíveis para atender as especificações do projeto. Alguns vícios de execução, que à primeira vista parecem estar adequados, pois não comprometem a execução da atividade de imediato, podem impedir que atividade possa ser otimizada, de modo a aumentar o grau de eficiência do planejamento e da execução dos projetos.

### **6.1.2 Matriz de avaliação de desempenho, caracterizações e ações mitigadoras - Características técnicas e projetuais - Estudo de Caso - Centro de Ciências Biológicas - CCB UFSC**

A qualidade da produção está ligada ao planejamento detalhado dos processos construtivos, de modo a prever as eventuais falhas ao longo do processo de construção. Pode-se observar ao longo do acompanhamento da execução das vedações verticais internas de chapas de gesso acartonado os problemas de incompatibilização de projetos, principalmente os projetos de estrutura e de instalações hidráulicas. Observou-se que a mudança da empresa terceirizada responsável pela produção das vedações verticais internas foi determinada pela, a falta de rigor técnico na execução, a não utilização dos projetos de detalhamento ao longo da etapa de execução (projetos fornecidos pela empresa construtora) e a imperícia dos profissionais que intensificou o desperdício de materiais aumentando significativamente a quantidade de resíduos no canteiro de obra. Outros principais aspectos das 1 características técnicas e projetuais verificado no estudo de caso do CFH e as ações mitigadoras foram descritos no Quadro 18.

**Quadro 18 - Matriz de avaliação de desempenho, caracterizações e ações mitigadoras - Características técnicas e projetuais - Estudo de Caso - Centro de Ciências Biológicas - CCB UFSC.**



**LEGENDA:**



**ASPECTOS PROJETUAIS**

**ASPECTOS CONSTRUTIVOS**




**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS**


DIMENSÕES	SITUAÇÕES DA OBRA	RESULTADO INDICADORES	AÇÕES MITIGADORA
	<p>Projeto complementar es (Planta das instalações elétricas e hidráulicas) não foram utilizados para execução das atividades; Mudança de empresa responsável pela execução do gesso. Retrabalho constante.</p>	 <p><b>MUITO DESFAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilização de projetos complementares para auxiliar a execução da atividade.</li> <li>- Fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>

<p>Não foram utilizados os projetos detalhados, especificando os componentes de fixação e as distâncias entre os montantes. Mudança de empresa responsável pela execução do gesso. Retrabalho constante.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detalhamento completo do projeto de montagem e colocação/fixação dos montantes das divisórias.</li> <li>- Supervisão dos profissionais responsáveis pela obra sobre o uso do projeto de detalhamento durante a execução da atividade.</li> </ul>
<p>Decisão do método de montagem das divisórias ao longo do processo de execução. Verificado falhas no processo de execução.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planejamento prévio da execução da atividade.</li> <li>- Documentação dos procedimentos de execução.</li> <li>- Detalhamento e modulação das chapas de gesso acartonado.</li> </ul>

	<p>Falta de Informações no projeto como: espessura, especificação das chapas a serem empregadas, tipo e espessura do isolante termo acústico; informações observadas no memorial descritivo.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detalhamento em projeto sobre a descrição dos materiais utilizados.</li> <li>- Organização dos materiais dentro do canteiro de obras.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> </ul>
	<p>Falta de modulação das chapas, as distâncias entre os parafusos de fixação das chapas, registrar os elementos que compõem as instalações;</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modulação das chapas de gesso acartonado.</li> <li>- Detalhamento procedimento de fixação das chapas.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> </ul>



<p>Foi verificado apenas em projeto/memorial descritivo informações sobre a disposição dos perfis metálicos e a forma de fixação da esquadria nesses perfis; Falhas de execução.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detalhamento procedimento de fixação dos perfis metálicos.</li> <li>- Compatibilização prévia dos projetos complementares ao projeto arquitetônico e detalhamento.</li> <li>- Fiscalização da atividade.</li> </ul>
<p>Falta de compatibilização dos projetos complementares ao projeto arquitetônico e detalhamento;</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compatibilização prévia dos projetos complementares ao projeto arquitetônico e detalhamento.</li> <li>- Fiscalização da atividade.</li> </ul>
<p>Falta de detalhamento da fixação das instalações hidráulicas e impermeabilização dos ambientes; Retrabalhos constantes.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exigência dos projetos de detalhamento da fixação das instalações hidráulicas e impermeabilização dos ambientes.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> </ul>

	<p>Verificado o uso parcial de planilhas de descrição e controle dos materiais e componentes utilizado na de paredes de chapas de gesso acartonado para orçamento. Falta de controle de material.</p>	 <p>DESFAVORAVEL</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento e utilização de planilhas dos materiais e componentes.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> </ul>
--	---	---	---

Fonte: Autor, 2018.

Foram utilizados três diferentes tipos: placas resistentes a umidade, placas de alta dureza e placa *Standard*, o resumo do levantamento das divisórias feito pelo projeto. As deficiências do projeto evidenciaram-se durante as visitas às obras, em que pôde-se constatar problemas decorrentes, como por exemplo, da falta da interação dos subsistemas. Deste modo, os problemas relacionados a incompatibilidade entre as espessuras da divisória e a passagem das tubulações, geraram necessidades de recortes, por vezes, improvisados e mal executados.

### **6.1.3 Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Características técnicas e projetuais - Estudo de Caso - Obra de ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia-Go**

A análise dos projetos e seus detalhamentos tem como objetivo apresentar o modo de execução das atividades durante o processo de construção. De modo a evitar que indefinições de projeto possam resultar em falhas de execução, aumentando os

custos de construção, ampliando prazos, além de reduzir a qualidade do produto final. Como qualquer Similar a outras atividades da construção civil, a execução das paredes de chapa de gesso acartonado requer um planejamento detalhado, principalmente por se tratar de um sistema construtivo completo, que busca uma maior racionalização dos seus processos.

A execução das paredes de chapas de gesso acartonado interfere em diferentes subsistemas do edifício, como por exemplo: estrutura, instalações hidráulicas, instalações elétricas, esquadrias, impermeabilização, instalações de combate a incêndio e revestimentos. Outros principais aspectos das 1 características técnicas e projetuais verificado no estudo de caso do CFH e as ações mitigadoras foram descritos no Quadro 19.


**Quadro 19 - Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Características técnicas e projetuais - Estudo de Caso - Obra de ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia-Go.**



**LEGENDA:**




**ASPECTOS PROJETUAIS**




**ASPECTOS CONSTRUTIVOS**

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS**

DIMENSÕES	SITUAÇÕES DA OBRA	RESULTADO INDICADORES	AÇÕES MITIGADORA
	<p>Projeto complementar es (Planta das instalações elétricas e hidráulicas) foram utilizados para execução das atividades apenas projeto elétrico.</p>	 <p><b>FAVORÁVEL</b></p>	<p>- OK</p> <p>- Fiscalização da atividade.</p> <p>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</p>

<p>Não foram utilizados um projeto especificando os componentes de fixação e as distâncias entre os montantes.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detalhamento completo do projeto de montagem e colocação/fixação dos montantes das divisórias.</li> <li>- Supervisão dos profissionais responsáveis pela obra sobre o uso do projeto de detalhamento durante a execução da atividade.</li> </ul>
<p>Decisões pontuais do método de montagem das divisórias ao longo do processo de execução. Verificado bom desempenho no processo de execução.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- OK</li> <li>- Fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>

<p>Verificado em projeto Informações de especificação das chapas a serem empregadas, tipo e espessura do isolante termo acústico;</p>		<p>- OK</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>
<p>Modulação e planejamento parcial da montagem das chapas, as distâncias entre os parafusos de fixação das chapas, registrar os elementos que compõem as instalações;</p>		<p>- OK</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>
<p>Falta de informações sobre a disposição dos perfis metálicos e a forma de fixação da esquadria nesses perfis</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detalhamento procedimento de fixação dos perfis metálicos.</li> <li>- Compatibilização prévia dos projetos complementares ao projeto arquitetônico e detalhamento.</li> <li>- Fiscalização da atividade.</li> </ul>

<p>Pôde verificar a compatibilização dos projetos complementares ao projeto arquitetônico e detalhamento; Projeto elétrico com alto grau de detalhamento.</p>		<p>- OK</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>
<p>Não foi verificado falhas nos sistemas hidráulicos ou impermeabilização das paredes.</p>		<p>- OK</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>
<p>Verificado o uso parcial das planilhas de descrição e controle dos materiais e componentes utilizado na de paredes de chapas de gesso acartonado; compatível ao projeto de detalhamento;</p>		<p>- OK</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>

Fonte: Autor, 2018.

As obras de reformas ou ampliações de Shoppings Center, geralmente, são feitas com prazos reduzidos, fazendo com que, frequentemente, cada erro cometido comprometa o cronograma final das obras. As principais razões apontadas dos principais problemas destacados foram: a falta de controle apurado na execução, a não utilização dos projetos de detalhamento ao longo das etapas de execução, a partir de projetos fornecidos pela empresa construtora e a imperícia dos profissionais, que costuma produzir retrabalhos e conseqüentemente desperdícios de materiais e aumento da quantidade de resíduos gerados no canteiro de obras.

## **6.2 CARACTERIZAÇÃO DOS CONTROLES NOS PROCESSOS DE EXECUÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO: ASPECTOS CONSTRUTIVOS**

Neste item são apresentados os aspectos construtivos dos três estudos de caso. Deste modo, apresenta-se os resultados comparativos dos indicadores de controles nos processos de execução das obras analisadas.

Os indicadores ligados aos controles no processo de execução e os aspectos construtivos, indicam o grau de eficiência e qualidade na execução do sistema construtivo das vedações verticais de chapas de gesso acartonado. Trata-se de uma ferramenta de avaliação contínua da qualidade da execução do sistema construtivo. Tal avaliação engloba uma série de variáveis, classificadas segundo diferentes indicadores, tornando esta avaliação bastante complexa. Ao estabelecer indicadores em diferentes níveis buscou-se avaliar os eventuais problemas detectados ao longo das atividades, buscando também mapear os problemas mais recorrentes nos três estudos de caso.

Os indicadores de controles no processo de execução podem auxiliar na avaliação e no rastreamento das não-conformidades e contribuir com propostas de melhorias operacionais. Os indicadores são definidos a partir de objetivos claros e factíveis, de modo a reduzir e simplificar as informações essenciais, facilitando a avaliação das atividades. Deste modo, pode-se evidenciar as falhas de execução, criando-se condições



para propor soluções em tempo hábil, a partir dos indicadores estabelecidos e avaliados.

O controle no processo de execução deve seguir as etapas pré-estabelecidas no projeto de execução, pois o próprio sistema construtivo possui sua lógica interna e sequência de execução. A primeira etapa consiste em avaliar os projetos, conforme visto na sessão anterior. Cada um dos estudos de caso analisados possui suas peculiaridades, o Estudo de caso 1 (conjunto de prédios do CCB) diferencia-se operacionalmente do Estudo de Caso 2 (Edifício CFH) embora ambos estudos de caso possuam grandes semelhanças, por serem prédios institucionais voltados para o ensino superior. No entanto, eles se diferenciam-se por possuírem padrão de acabamento diferenciados, *layout* dos ambientes para colocação de reforços no interior das divisórias e as opções de revestimento termo acústico.

Outro aspecto analisado nos três estudos de caso está ligado ao controle no processo de execução à organização do canteiro de obras e à logística adotada pelas respectivas empresas. Não obstante estas diferenças, pôde-se comparar o modo de armazenagem dos materiais e os equipamentos utilizados. A logística dos canteiros de obras e o armazenamento dos materiais foram classificadas em três diferentes níveis: satisfatório, regular e ruim.

O controle no processo de produção das vedações verticais de chapas de gesso acartonado a partir dos indicadores estabelecidos para avaliar o desempenho e a eficiências das atividades buscaram indicar caminhos para reduzir os custos de produção, otimizar o tempo de execução, reduzir o retrabalho, e consequentemente, reduzir as perdas de matérias e resíduos. Ou seja, as perdas estão associadas aos desperdícios de materiais, retrabalhos e atrasos que elevam os custos e não agregam valor ao edifício.

Um dos problemas observados nas obras dos estudos de caso foi a dificuldade de compatibilização do planejamento inicial e com a tecnologia escolhida para as vedações verticais internas. Segundo os profissionais responsáveis pelas obras do Estudo de caso 2 (Edifício CFH), o projeto foi concebido inicialmente prevendo o emprego de vedação vertical interna de alvenaria comum. Neste caso, optou-se pela mudança de tecnologia com o edifício em fase de construção. Nos outros dois estudos de caso

foram previstas as vedações verticais internas com chapas de gesso acartonado desde a fase inicial do projeto, conforme mostrado no Quadro 20.

**Quadro 20** - Etapa da obra em que foi decidido empregar divisórias de gesso acartonado.

Obras	Concepção do edifício	Projeto	Obra em andamento
A		x	
B			x
C		x	

Fonte: Autor, 2018.

A etapa de locação das guias metálicas exige um projeto que especifica as posições e as dimensões, estabelecendo algumas referências de locação de modo auxiliar a execução das atividades. Os fabricantes do sistema construtivo recomendam primeiramente a locação das guias inferiores demarcando o piso. Nesta etapa pode variar a utilização das ferramentas ou equipamentos para a marcação das guias, bem como os vãos de portas e esquadrias. Nos estudos de caso utilizou-se, o nível a laser, prumo de eixo e prumo de face, conforme mostrado no Quadro 21.

Após a conclusão da marcação e locação das guias inferiores repete-se o processo de marcação e fixação das guias superiores. Apenas umas das obras analisadas utilizou o nível a laser. As outras duas obras utilizaram o fio de prumo, variando apenas o modo de execução.

Ressalta-se que o nível a laser possui maior precisão em comparação com as outras duas formas de execução. Esta etapa é decisiva para o desenvolvimento das outras atividades, pois o sistema construtivo de vedação vertical com chapas de gesso acartonado apresenta um sistema construtivo fechado, em que as etapas dependem umas das outras.

**Quadro 21 - Características da atividade de locação das obras visitadas.**

Estudos de caso	Ferramenta ou equipamento utilizado			Locação da guia superior
	Nível laser	Prumo de eixo	Prumo de face	
1	x		x	□
2	x	x		□
3			x	▲

□ Antes da fixação da guia inferior ▲ Após a fixação da guia inferior

Após execução das guias e antes do fechamento das duas faces das divisórias de chapas de gesso acartonado inicia-se a etapa das instalações hidráulicas e elétricas. Nesta etapa é comum se evidenciar a falta de planejamento ou problemas decorrentes da falta de compatibilização da instalação elétrica e hidráulicas com as divisórias. No caso das instalações elétricas os eletrodutos flexíveis não costumam apresentar dificuldade para serem instalados.

Pôde-se verificar nos estudos de caso que os problemas detectados foram estavam relacionados com os desvios na locação dos eletrodutos e a concentração de vários eletrodutos em determinados pontos. Ressalta-se que a concentração dos eletrodutos dificulta a fixação das guias, além de dificultar o fechamento das duas faces das divisórias. Somente apenas o Estudo de caso 1 não foi observado este tipo de problema. As outras duas obras analisadas, os estudos de caso 1 e 3, apresentaram problemas relacionados aos desvios na locação dos eletrodutos, bem como a concentração dos eletrodutos, Quadro 22.

**Quadro 22 - Problemas detectados na compatibilização da instalação elétrica com a divisória.**

Estudo de caso	Não houve passagem de instalação elétrica	Problemas detectados	
		Desvios na locação dos eletrodutos	Concentração eletrodutos
<b>1</b>	-	<b>x</b>	-
<b>2</b>	-	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>3</b>	-	<b>x</b>	<b>x</b>

Fonte: Autor, 2018.

Ressalta-se que assim como as instalações elétricas e os problemas decorrentes da própria atividade, as tubulações hidráulicas requerem cuidados especiais, sobretudo, no momento de alocar corretamente as saídas das tubulações pela laje. Esta locação deve ocorrer antes da etapa de locação das guias e da execução das divisórias.

Além disso, deve-se cuidar para que o diâmetro da tubulação seja compatível com a espessura da divisória. Isto não ocorreu em uma das obras analisadas, resultando em soluções improvisadas para a passagem da tubulação que formavam “dentes” nas paredes, conforme mostrado o Quadro 23. Um dos problemas observado nos três estudos de caso, é o não utilização de selante, comumente empregado para vedar as aberturas provenientes das tubulações hidráulicas. Geralmente, quando as tubulações são mal fixadas, ocorre ruídos provenientes do funcionamento das instalações hidráulicas gerando desconforto acústico.

**Quadro 23** - Problemas detectados na compatibilização da instalação hidráulica com a divisória.

Obras	Não houve passagem de instalação hidráulica	Problemas detectados		
		Desvios na localização da tubulação	Incompatibilidade de entre o diâmetro do tubo e a espessura da divisória	Detalhes improvisados passagem de tubulação.
1	-	x	x	-
2	-	x	-	x
3	-	-	-	-

Fonte: Autor, 2018.

Nos estudos de caso avaliados, os indicadores de controles no processo de execução referentes aos aspectos construtivos, apresentaram aspectos que atendiam as recomendações dos fabricantes do sistema. Outros aspectos construtivos atendiam parcialmente ou não se adequavam às recomendações dos fabricantes, comprometendo a qualidade e eficiência da execução das vedações verticais internas com chapas de gesso acartonado.

Os indicadores servem como indicativos das práticas adotadas dentro do canteiro de obras pelas respectivas empresas construtoras. Além disso os indicadores são ferramentas de comparação dessas práticas. O controle da execução de cada atividade pode influenciar diretamente para um maior grau de eficiência das atividades. Portanto, tais indicadores aplicados no controle do processo de execução, permitem a identificação de eventuais falhas nos processos. Estas falhas podem ser identificadas e corrigidas, aprimorando cada vez mais os critérios de avaliação dos indicadores, bem como aprimorar os processos de produção. Desta forma, busca-se inclusive mitigar os desperdícios dos recursos disponíveis, seja de material ou de mão de obra, diminuindo os resíduos gerado ao longo da atividade.

### **6.2.1 Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização dos controles nos processos de execução - Estudo de Caso - Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH) – UFSC**

As etapas de execução das vedações verticais internas de chapas de gesso acartonado, devem ser seguidas rigorosamente, conforme a recomendação do fabricante e observado também no projeto de execução/detalhamento e memorial descritivo da obra do CFH. Portanto, as etapas de controle de processo de produção foram submetidas a critérios objetivos conforme mostra a matriz de avaliação de desempenho da caracterização e ações mitigadoras do Estudo de Caso do Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH). Conforme as recomendações das etapas de execução que foram seguidas na obra do CFH, o local foi completamente limpo antes da execução. Outro aspecto importante é a especificação do projeto com relação ao tipo de material de fixação, utilizando na obra finca-pino, bucha, parafuso e cola apropriados para cada tipo de substrato (concreto, alvenaria, metal).

A organização do canteiro de obras compreende a primeira etapa do controle e planejamento de uma determinada construção. Desta forma, a empresa construtora busca estabelecer uma logística eficiente que atenda as demandas da obra, considerando os seguintes aspectos; local de armazenagem de cada tipo dos materiais; armazenagem dos equipamentos; área de almoxarifado; escritórios e administração da obra; controle de entrada e saída de material; circulação horizontal e vertical.

Conforme a NBT 7008:2003 e a norma da ABNT – NBR 15217:2005 relacionada aos perfis de aço para sistema de gesso acartonado são o tipo de perfis metálicos que foram utilizados na obra do CFH, conforme descrito no memorial descritivo. Para execução das paredes de chapas de gesso acartonado foram utilizados os perfis para guias com dimensões de 70. Quanto ao armazenamento dos perfis metálicos da obra do anexo E do CFH, pôde-se verificar que alguns perfis foram colocados diretamente no chão, precisamente no contra piso, sem uma estrutura de madeira para evitar contato com a umidade do solo.

A etapa seguinte às instalações das guias e dos montantes compreende a instalação e o fechamento das paredes com as

chapas de gesso acartonado. Foram utilizadas na obra do prédio anexo E do CFH, as chapas de vedação verticais interna com 12,5mm de espessura. Assim, a parede acabada possui 100mm de espessura. Também foram utilizadas chapas de diferentes tipos, de acordo com a especificação do projeto, como: chapas para áreas secas; chapas verdes, “hidrofugantes”, que são resistentes a umidade.

Ressalta-se que todas as chapas utilizadas na obra têm resistência ao fogo, ou seja, as placas podem resistir ao fogo com altas temperaturas por um determinado período de tempo, conforme a legislação de prevenção de incêndio. Outros principais aspectos do processo construtivo verificado no estudo de caso do CFH e as ações mitigadoras foram descritos no Quadro 24.

**Quadro 24 - Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização dos controles nos processos de execução - Estudo de Caso - Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH) - UFSC**

**LEGENDA:**



**ASPECTOS PROJETUAIS**



**ASPECTOS CONSTRUTIVOS**



**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS**



DIMENSÕES	SITUAÇÕES DA OBRA	RESULTADO INDICADORES	AÇÕES MITIGADORA
	<p>Possui um espaço para estocagem adequado de matérias, circulação horizontal e vertical com acesso facilitado, acesso de caminhões para carga e descarga;</p>	 <p><b>FAVORÁVEL</b></p>	<p>- OK</p> <p>- Aperfeiçoar logística interna.</p> <p>- Controle e fiscalização da atividade.</p>




	<p>Depósito com apoio de madeira; as placas são dispostas em camadas planas e firmes; são empilhamento das chapas até aproximadamente 1,60m; são estocadas em locais fechados, cobertos e livres de umidade.</p>		<p>- OK</p> <p>- Aperfeiçoar sistema de estocagem.</p> <p>- Controle e fiscalização da atividade.</p>
	<p>Locação das guias inferiores utilizando nível a laser; Locação da guia superior após a locação da guia superior.</p>		<p>OK</p> <p>- Maior controle e fiscalização da atividade.</p>

<p>Colocação dos montantes, após as tubulações hidráulicas, ocorrência de conflito das instalações hidráulicas com os montantes.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maior controle e fiscalização da atividade.</li> </ul>
<p>Sequência colocação dos montantes e reforços após fixação das guias inferiores e superiores. Retrabalho na colocação de reforços necessários em bancadas.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cursos de aperfeiçoamento e capacitação das equipes de trabalho.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>

	<p>Fechamento das divisórias após as instalações elétricas e hidráulicas, bem como após as vedações verticais externas. Placas de gesso instaladas na posição horizontal.</p>		<p>OK</p>
	<p>Problemas de incompatibilidade dos subsistemas; Instalações hidráulicas sem uso de selante nas aberturas, resulta em ruídos nas tubulações.</p>		<p>- Compatibilização prévia dos projetos de cada subsistema.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilização de projetos complementares durante a execução da atividade.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>

<p>Uso de revestimento acústico em algumas paredes. Principalment e nos Laboratórios.</p>		<p>OK</p>
<p>Aspecto monolítico e uniforme entre as placas, impermeabilização nas áreas molháveis, correção de imperfeições do prumo e nivelamento com a massa de gesso;</p>		<p>OK</p>

	<p>O acabamento final das divisórias não foi feito em menos de 48 após a etapa do rejuntamento e acabamento com a massa de gesso. Segundo a recomendação do fabricante.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguir as especificações dos fabricantes.</li> <li>- Cursos de aperfeiçoamento e capacitação das equipes de trabalho.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>
--	---	---	--

Fonte: Autor, 2018.

Durante a etapa de execução da massa, inicia-se o processo de acabamento, em que foram corrigidas as imperfeições das juntas, da instalação das chapas e do alinhamento das paredes. Os fabricantes recomendam o tipo de massa para o tratamento de juntas, para garantir a qualidade do produto final. Nesta etapa do processo, executa-se um trabalho minucioso dos profissionais, nivelando pequenas imperfeições das juntas, para que as paredes mantenham o aspecto uniforme. A etapa de acabamento deste edifício passou por um rigoroso processo de controle, segundo os responsáveis técnicos consultados. Conforme descrito no memorial descritivo da obra, o acabamento com fita selante, a aplicação da massa de correção e lixação das paredes foram executados antes de 48 horas. Após tais procedimentos iniciou-se, a atividade de pintura com tinta comum e a aplicação de revestimento, em áreas molhadas.

Ao iniciar a etapa de acabamento, foi realizado o tratamento das juntas das paredes, devidamente secas, livres de poeiras ou gordura. No entanto, nesta etapa, foram verificadas as eventuais trincas nas juntas das chapas de gesso acartonado. Neste caso, conforme relatado pelos responsáveis técnicos, as paredes defeituosas foram submetidas a um novo processo de

acabamento das juntas, fita, massa, lixação e por fim, a última demão de pintura. Este procedimento foi repetido em todas as paredes defeituosas.

### **67.2.2 Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização dos controles nos processos de execução mitigadoras - Estudo de Caso - Centro de Ciências Biológicas - CCB UFSC**

O controle efetivo no processo de execução passa por, primeiramente, um planejamento detalhado da organização do canteiro de obras. De modo a estabelecer uma logística eficiente que atenda as demandas da obra, considerando os seguintes aspectos: local de armazenagem de cada tipo dos materiais; armazenagem dos equipamentos; área de almoxarifado; escritórios e administração da obra; controle de entrada e saída de material; circulação horizontal e vertical; As etapas de controle de processo de produção foram submetidas a critérios objetivos conforme mostra a matriz de avaliação de desempenho da caracterização e ações mitigadoras do Estudo de Caso do Centro de Ciências Biológicas - CCB UFSC.

Foram avaliados estes aspectos fundamentais que envolvem a organização do canteiro de obras no estudo de caso das obras CCB, sobretudo, o modo de armazenagem do material e a logística de circulação vertical dos materiais. Para garantir a uma logística eficiente e uma boa organização do canteiro de obra, a estocagem do material e componentes para execução das vedações verticais internas, devem ser dispostos próximos a área de execução ou de circulação vertical, visando a otimização do transporte e a redução das perdas de material. No estudo de caso, estes materiais foram depositados e centralizados no térreo do Bloco F, próximos ao elevador de cargas, favorecendo o escoamento dos materiais. Isto favoreceu o transporte tanto vertical, devido o acesso ao elevador de cargas, quanto a circulação horizontal, pois facilita o transportar do material para o Bloco E e para o Bloco G.

Pôde-se verificar algumas inadequações na organização do canteiro de obras, relacionados ao armazenamento dos perfis metálicos. Observou-se dificuldades para que esses perfis fossem

alinhados, separados por suas dimensões e devidamente depositados na horizontal em superfícies livres de umidade sem o contato direto com argamassa, concreto fresco ou cimento. Alguns perfis foram depositados diretamente no solo, sem um alinhamento na horizontal dispostos de maneira inadequada. Da mesma forma, algumas chapas de gesso acartonado foram danificadas e, colocadas na vertical dispostas de maneira inadequada.

Para iniciar a instalação da parede de gesso acartonado, faz-se necessário seguir algumas etapas recomendadas pelo fabricante. O local foi completamente limpo antes da execução. Ressalta-se que as juntas verticais entre as chapas devem ser feitas sempre sobre os montantes. Tais aspectos não atenderam as recomendações dos fabricantes, segundo verificado no canteiro de obras.

Conforme o memorial descritivo do CCB, as juntas horizontais devem ser desencontradas e as juntas de uma face da parede sempre devem estar desencontradas em relação a outra face. As instalações hidro sanitárias, elétricas e de gás devem ser instaladas antes da execução das paredes de chapas de gesso acartonado, para evitar recortes e retrabalhos. Alguns detalhes requer uma atenção especial como, a fixação do suporte metálico de carga, foram feitas nos montantes com parafuso do tipo metal/metal na altura determinada em projeto previamente, conforme verificado com os profissionais responsáveis pela obra do CCB.

Outros tipos de fixação, como suporte de plástico de carga deve seguir a capacidade de carga da bucha. Nem todas estas recomendações descritas no memorial descritivo foram atendidas corretamente. Outros principais aspectos do processo construtivo verificado no estudo de caso do CCB e as ações mitigadoras foram descritos no Quadro 25.


**Quadro 25 - Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização dos controles nos processos de execução mitigadoras - Estudo de Caso - Centro de Ciências Biológicas - CCB UFSC**

**LEGENDA:**



**ASPECTOS PROJETUAIS**



**ASPECTOS CONSTRUTIVOS**



**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS**




DIMENS	SITUAÇÕES DA OBRA	RESULTADO INDICADORES	AÇÕES MITIGADORAS
	<p>Possui um espaço para estocagem adequado de matérias, circulação horizontal e vertical com acesso facilitado, acesso de caminhões para carga e descarga;</p>	 <p><b>FAVORÁVEL</b></p>	<p>- OK</p> <p>- Aperfeiçoar logística interna.</p> <p>- Controle e fiscalização da atividade.</p>



	<p>Depósito com apoio de madeira; as placas são dispostas em camadas planas e firmes; são empilhamento das chapas até aproximadamente 1,60m; são estocadas em locais fechados, cobertos e livres de umidade.</p>		<p>OK</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aperfeiçoar o sistema de estocagem.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> </ul>
	<p>Locação das guias inferiores utilizando nível a laser; Locação da guia superior após a locação da guia superior.</p>		<p>OK</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> </ul>

<p>Colocação dos montantes, após as tubulações hidráulicas, ocorrência de conflito das instalações hidráulicas com os montantes.</p>	 <p><b>DESFAVORAVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> </ul>
<p>Sequência colocação dos montantes e reforços após fixação das guias inferiores e superiores. Retrabalho constantes na colocação de reforços necessários em bancadas.</p>	 <p><b>MUITO DESFAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cursos de aperfeiçoamento e capacitação das equipes de trabalho.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>

	<p>Fechamento das divisórias após as instalações elétricas e hidráulicas, bem como após as vedações verticais externas. Placas de gesso instaladas na posição horizontal.</p>	 <p><b>FAVORÁVEL</b></p>	<p>OK</p>
	<p>Problemas de incompatibilidade dos subsistemas; Instalações hidráulicas sem uso de selante nas aberturas, resulta em ruídos nas tubulações. Retrabalho constante.</p>	 <p><b>MUITO DESFAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compatibilização prévia dos projetos de cada subsistema.</li> <li>- Utilização de projetos complementares durante a execução da atividade.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>

<p>Uso de revestimento acústico em algumas paredes. Salas administrativas.</p>		<p>OK</p>
<p>Aspecto monolítico e uniforme entre as placas, impermeabilização nas áreas molháveis, correção de imperfeições do prumo e nivelamento com a massa de gesso;</p>		<p>OK</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> </ul>
<p>O acabamento final das divisórias não foi feito em menos de 48 após a etapa do rejuntamento e acabamento com a massa de gesso.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguir as especificações dos fabricantes.</li> <li>- Cursos de aperfeiçoamento e capacitação das equipes de trabalho.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> </ul>

Fonte: Autor, 2018.

Pôde-se verificar na obra que no memorial descritivo para execução, indica os tipos de massa para o tratamento de juntas, recomendadas pelo fabricante do sistema construtivo, sendo vedado o uso de produtos similares ou equivalentes. Nesta etapa, verificou-se um trabalho minucioso do montador, as juntas foram niveladas as chapas de gesso acartonado sem qualquer tipo de imperfeição, para que as divisórias mantenham o aspecto monolítico, como se verificou na execução desta atividade. Nas bordas longitudinais e transversais das chapas de gesso, reside uma pequena imperfeição própria do material.

Portanto, faz-se necessário o acabamento entre as juntas, resultado do encontro de duas placas. As massas para tratamento de juntas devem atenuar as cargas de esforços de tração exercida sob as placas. Verificou-se a necessidade de correções das falhas nas paredes de chapas de gesso acartonando, conseqüentemente, aumentou-se a quantidade de material utilizado e de resíduo de gesso, pôde-se verificar no estudo de caso que algumas paredes precisaram ser niveladas com massa para corrigir as imprecisões.

Segundo as recomendações dos fabricantes, descritos no memorial descritivo da atividade, o acabamento final das divisórias de chapas de gesso acartonado não deve ser feito em menos de 48 horas após a etapa do rejuntamento e acabamento com a massa de gesso, segundo os responsáveis pela obra, não foram cumpridos tais procedimento em toda a obra, segundo os responsáveis pela obra algumas paredes eram finalizadas sem cumprir este prazo. O acabamento pode ser realizado com diferentes tipos de materiais, por exemplo, tinta comum, tinta texturizada, papel de parede, revestimento com placas cerâmicas, revestimento em mdf, entre outros. Pôde-se constatar nas obras que foram aplicadas pinturas texturizadas, e pintura comum, sendo a pintura comum a mais utilizada para o acabamento final das paredes de gesso acartonado.

### **6.2.3 Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização dos controles nos processos de execução mitigadoras - Estudo de Caso - Obra de ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia-Go**

A organização do canteiro de obras compreende a primeira etapa do controle e planejamento de uma determinada construção. Desta forma, a empresa construtora buscou estabelecer uma logística eficiente para atender as demandas da obra, considerando os seguintes aspectos: local de armazenagem de cada tipo dos materiais, armazenagem dos equipamentos, área de almoxarifado, escritórios e administração da obra, controle de entrada e saída de material e a circulação horizontal e vertical.

Estes aspectos foram determinantes na organização do canteiro de obras no estudo de caso destacando-se o modo de armazenagem do material e a logística de circulação vertical dos materiais. Logo, as etapas de controle de processo de produção foram submetidas a critérios objetivos conforme mostra a matriz de avaliação de desempenho da caracterização e ações mitigadoras do Estudo de Caso da obra de ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia-Go.

Assim, as chapas de gesso acartonado podem estar dispostas em camadas planas e firmes, sem o contato direto com o solo, de modo a evitar a absorção de umidade e tornar mais fácil o seu manuseio. Pôde-se verificar que o armazenamento das chapas de gesso acartonado nesta obra não estavam armazenadas conforme as especificações dos fabricantes. As chapas de gesso estavam dispostas diretamente no solo, sem qualquer tipo de superfície de madeira que pudesse evitar a transferência de umidade do solo para as chapas.

No entanto, os empilhamentos das chapas estavam de acordo com as recomendações, sendo empilhadas com altura de até 1,60m, de modo a facilitar a sua movimentação no transporte e execução da atividade. Outras chapas foram empilhadas com alturas inferiores as recomendações, porém estas alturas inferiores não comprometeram a qualidade do material, tão pouco, a execução da atividade. Outros principais aspectos do processo construtivo verificado no estudo de caso da obra de ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia-Go e as ações mitigadoras foram descritos no **Quadro 26**.


**Quadro 26 - Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização dos controles nos processos de execução mitigadoras - Estudo de Caso - Obra de ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia-Go**



**LEGENDA:**

**ASPECTOS PROJETUAIS**




**ASPECTOS CONSTRUTIVOS**



**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS**



DIMENSÕES	SITUAÇÕES DA OBRA	RESULTADO INDICADORES	AÇÕES MITIGADORA
	<p>Possui um espaço para estocagem adequado de matérias, circulação horizontal e vertical com acesso facilitado, acesso de caminhões para carga e descarga;</p>	 <p><b>FAVORÁVEL</b></p>	<p>- OK</p> <p>- Aperfeiçoar logística interna.</p> <p>- Controle e fiscalização da atividade.</p>

	<p>Depósito sem apoio de madeira; as placas são dispostas em camadas planas e firmes; são empilhamento das chapas até aproximadamente 1,60m; são estocadas em locais fechados, cobertos e, entretanto, com contato com a superfície com umidade.</p>	 <p><b>DESFAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Depositar as chapas de gesso sob superfície de madeira, sem contato direto com o chão.</li> <li>- Depositar as chapas de gesso sem contato direto com a umidade do chão.</li> </ul>
	<p>Locação das guias inferiores utilizando nível a laser; Locação da guia superior após a locação da guia superior.</p>	 <p><b>FAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- OK</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de controle de produção.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>



<p>Colocação dos montantes, após as tubulações elétricas, pôde-se verificar a ocorrência de conflito das instalações com os montantes.</p>	 <p><b>DESFAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de controle de produção.</li> </ul>
<p>Sequência colocação dos montantes e reforços após fixação das guias inferiores e superiores. Retrabalho na colocação de reforços necessários em bancadas.</p>	 <p><b>FAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- OK</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de controle de produção.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>
<p>Fechamento das divisórias após as instalações elétricas e hidráulicas, bem como após as vedações verticais externas. Placas de gesso instaladas na posição horizontal.</p>	 <p><b>FAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- OK</li> <li>- Desenvolver indicadores de controle de produção.</li> </ul>

	<p>Problemas de incompatibilidade de dos subsistemas; Instalações elétricas ocorrendo retrabalho com alguma frequência.</p>	 <p><b>DESFAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compatibilização prévia dos projetos de cada subsistema.</li> <li>- Utilização de projetos complementares durante a execução da atividade.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de controle de produção.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>
	<p>Uso de revestimento acústico em todas as paredes que dividiam um ambiente de outro.</p>	 <p><b>FAVORÁVEL</b></p>	<p>OK</p>

<p>Aspecto monolítico e uniforme entre as placas, impermeabilização nas áreas molháveis, correção de imperfeições do prumo e nivelamento com a massa de gesso;</p>		<p>- OK</p> <p>- Desenvolver indicadores de controle de produção.</p>
<p>O acabamento final das divisórias foi feito em menos de 48 após a etapa do rejuntamento e acabamento com a massa de gesso. Segundo a recomendação do fabricante.</p>		<p>- OK</p> <p>- Desenvolver indicadores de controle de produção.</p>

Fonte: Autor, 2018.

O acabamento pode ser realizado com diferentes tipos de materiais, por exemplo, tinta comum, tinta texturizada, papel de parede, revestimento com placas cerâmicas, revestimento em mdf, entre outros. Pôde-se verificar nas obras que foram aplicadas pinturas texturizadas e pintura comum, sendo a pintura comum a mais utilizada para o acabamento final das paredes de gesso acartonado.

Antes do tratamento a superfície das paredes, foram verificados se as juntas estavam devidamente secas, e se divisórias estavam livres de poeira ou gordura. O gesso é um material altamente poroso, exigindo um cuidado especial no momento do acabamento final. Deste modo, as superfícies das

divisórias do edifício foram lixadas e pintadas com tinta texturizada, utilizando-se os rolos comuns. O memorial descritivo do projeto deste edifício prevê a utilização de rolo de pintura com pelo de aproximadamente 10mm de comprimento.

### **6.3 CARACTERIZAÇÃO E RESULTADOS DO GERENCIAMENTO E CONTROLE DE RESÍDUO DE GESSO**

Neste item são apresentados os aspectos do gerenciamento e do controle de resíduo de gesso nos três estudos de caso. Buscou-se, assim, comparar os resultados de cada obra, observando as respectivas realidades dentro dos canteiros de obras.

Os resultados comparativos sobre o gerenciamento e controle de resíduo das obras analisadas, permitem identificar as falhas e os problemas recorrentes nas obras, de modo a indicar as soluções para tais problemas. Os resultados são de caráter indicativo. Os itens avaliados foram: a) práticas para redução da geração e reciclagem em obra; b) Organização do canteiro de obras; c) práticas para logística interna; d) Triagem/Acondicionamento; e) Transporte e destinação de resíduos.

Segundo os parâmetros e indicadores estabelecidos por Mália (2010), o volume de resíduos gerados nos estudos de caso pode variar de acordo com o grau de eficiência dos processos, desde: Nesta análise foram considerados: o projeto, o controle no processo de produção, os aspectos construtivos e o gerenciamento e controle dos resíduos. Todos estes indicadores determinam o grau de eficiência, conforme mostra o Apêndice B. Em dois dos estudos de caso verificou-se um baixo grau de eficiência.

Deste modo, o indicador de geração de resíduo em volume de  $0,007 \text{ m}^3/\text{m}^2$  foi atendido apenas no Estudo de Caso 3 (ampliação do Araguaia shopping), que corresponde a um grau médio de eficiência do sistema construtivo de paredes com chapas de gesso acartonado. As chapas de gesso acartonado utilizadas nas obras analisadas possuem diferentes dimensões, a mais comum nas obras avaliadas foi a chapa de  $1,20 \times 1,80\text{m}$  e  $12,5\text{mm}$  de espessura. Este tipo de chapa possui uma relação de  $0,125\text{m}^3$  por metro quadrado de chapa. O volume de resíduo varia

conforme a quantidade de material utilizado em cada obra, como poder ser visto no

Quadro 27.

**Quadro 27 – Indicador de geração de resíduo.**

<b>Estudos de caso</b>	<b>Dimensões da construção</b>	<b>Qty. Chapas de gesso utilizadas</b>
<b>1</b>	13.080,70 m <sup>2</sup>	16.451,15 m <sup>2</sup>
<b>2</b>	970,50 m <sup>2</sup>	1.390 m <sup>2</sup>
<b>3</b>	2.657,46m <sup>2</sup>	1.279 m <sup>2</sup>

Fonte: Autor, 2018.

As reduções das perdas estão diretamente ligadas as práticas das melhorias no controle no processo de execução e modulação das chapas de gesso acartonado. Estas práticas podem reduzir significativamente os resíduos gerados no canteiro de obras. Ressalta-se que as medidas que prevêm a redução e gestão dos resíduos gerados passam primeiramente pelo planejamento e organização dos canteiros de obras. Em todos os estudos de caso analisados foram detectados problemas graves na organização do canteiro de obras.

Em nenhum dos estudos de caso observou-se a adoção de políticas direcionadas para a redução e gestão dos resíduos gerados no canteiro de obras. Embora as empresas não explicitem políticas de redução e gestão de resíduo, o estudo de caso 1(Edifício CCB) foi a única obra onde a empresa construtora buscou destinar adequadamente os resíduos de gesso gerados. A empresa construtora contratou uma empresa terceirizada responsável pelo recolhimento do resíduo de gesso. Esse gesso era encaminhado para uma central localizada na cidade de Florianópolis, depois transportado para a cidade de Imbituba, situada a 90 km da capital de Santa Catarina. Em Imbituba, a empresa Engessul de reciclagem de resíduo de gesso desenvolveu um processo de reciclagem do resíduo de gesso, transformando-o em gesso agrícola, pronto para ser reutilizado em outro seguimento.

Nas outras duas obras analisadas, resíduos eram colocados separadamente em caçambas de entulho e encaminhados para aterros sanitários. Nestes aterros sanitários

controlados, os resíduos de gesso eram misturados com outros tipos de resíduos, segundo as empresas terceirizadas responsáveis pela retirada dos resíduos no canteiro das obras. Os resíduos de gesso só podem ser colocados em aterros sob condições absolutamente restritas, pois a lixiviação do gesso pode contaminar o solo atingindo o lençol freático, causando um grave dano ambiental. A disposição dos resíduos de gesso nos aterros sanitários e lixões, é terminantemente proibida pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente, por meio da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002.

O tratamento do resíduo de gesso deve iniciar desde os primeiros momentos do canteiro de obra com a separação dos materiais. Neste sentido, pôde-se verificar que em nenhum dos estudos de caso foram encontrados resíduos de gesso misturados, em grande quantidade, com outros tipos de material, tais como: alvenaria, concreto, madeira ou metais. Em alguns casos isolados, foram verificados chapas de gesso acartonado danificadas espalhadas pelo canteiro de obras, junto com outros tipos de resíduos. Ressalta-se que nestes casos a quantidade de resíduos era muito pequena.

As práticas para redução da geração e reciclagem em obra, a organização do canteiro de obras, as práticas para logística interna, o manejo, a triagem e condicionamento e, por fim, o transporte e destinação de resíduos, ressalta-se que estes aspectos foram abordados nos estudos de caso. De modo geral, nestes estudos, os itens avaliados foram atendidos parcialmente. O Estudo de caso 1 (Edifício CCB) teve um maior grau de eficiência nas práticas de gerencialmente e controle de resíduo.

Os indicadores de controle para produção e de geração de resíduo na execução de vedação vertical interna com chapas de gesso acartonado podem também ser utilizados como uma ferramenta de avaliação do grau de eficiência dos processos que englobam todo o sistema construtivo. Podem servir como parâmetro comparativo das práticas adotadas no canteiro de obras que influenciam diretamente a qualidade do serviço prestado. Desta forma, os indicadores podem auxiliar na identificação das falhas e problemas. Os pontos positivos também podem ser replicados numa mesma obra ou em futuras obras que esta tecnologia de vedação vertical interna. As práticas de redução

e gestão dos resíduos de gesso buscam mitigar as perdas de materiais e reduzir os danos ambientais.

### **6.3.1 Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização e resultados do gerenciamento e controle de resíduo de gesso - Estudo de Caso - Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH) – UFSC**

O controle do processo de produção influencia diretamente nas boas práticas para a redução de resíduos dentro do canteiro de obras. O sistema construtivo de vedações verticais de chapa de gesso acartonado requer uma compreensão sistemática e metodológica dos processos e para efetivamente racionalizar a construção, para garantir que o sistema construtivo seja executado adequadamente permitindo assim a avaliação e mensuração dos indicadores de redução de resíduo de gesso gerado no canteiro de obras, tais aspectos foram avaliados nos itens anteriores do estudo de caso do CFH. As paredes de chapas de gesso acartonado consistem em um sistema construtivo fechado e bem definido.

Desta forma, ao compreender os processos construtivos possibilitam, entre outras coisas, a identificação da origem do resíduo na fonte, portanto, as falhas diagnosticadas ao longo do processo podem ser corrigidas, aprimorado cada vez mais o processo construtivo. O desempenho da atividade de execução da obra pode interferir diretamente por meio da organização do canteiro de obras, conforme analisado anteriormente. A organização inicia no planejamento da carga e descarga dos materiais, evitando danos durante o transporte. Os desperdícios de material, às vezes, acabam sendo ignorados nestas etapas, por serem quase imperceptíveis, conforme verificado *in loco* no canteiro de obras deste edifício.

A logística interna do canteiro de obras também é relevante para uma boa organização, durante o transporte interno no canteiro de obras do prédio ocorreram alguns danos aos materiais, devido à imperícia e/ou negligência dos profissionais durante a atividade, ou até mesmo à precariedade e o meio de transportar estes materiais, conforme verificado *in loco*. As chapas de gesso acartonado não podem ser colocados em carrinhos de mão comuns. Geralmente, as chapas são transportadas

manualmente pelos os profissionais, que acabam batendo as chapas nos cantos de paredes. Outros principais aspectos do gerenciamento e controle de resíduo de gesso verificado no estudo de caso do CFH e as ações mitigadoras foram descritos no Quadro 28.


**Quadro 28 - Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização e resultados do gerenciamento e controle de resíduo de gesso - Estudo de Caso - Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH) – UFSC**

**LEGENDA:**



**ASPECTOS PROJETUAIS**


**ASPECTOS CONSTRUTIVOS**


**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS**

DIMENSÕES	SITUAÇÕES DA OBRA	RESULTADO INDICADORES	AÇÕES MITIGADORA
	<p>Falta de planejamento da modulação das chapas de gesso acartonado; Incompatibilidade de dos subsistemas; retrabalho moderado.</p>	 <p><b>DESFAVORAVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planejamento modulação das chapas de gesso acartonado.</li> <li>- Seguir as especificações dos fabricantes.</li> <li>- Cursos de aperfeiçoamento e capacitação das equipes de trabalho.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>



<p>Chapas espalhadas próximas ao local de carga e descarga; Chapas de gesso acartonado danificada, recortadas e jogadas no canteiro de obras; Centralização do local de armazenamento.</p>	 <p><b>DESFAVORAVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguir as especificações dos fabricantes.</li> <li>Planejamento da organização do canteiro de obras.</li> <li>- Cursos de aperfeiçoamento e capacitação das equipes de trabalho.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>
<p>Estocagem em desacordo com a legislação brasileira e a Resolução do CONAMA nº 307/2002; Separação dos resíduos sólidos por categoria; Resíduos de construção e demolição depositados de maneira inadequada e podem se tornar vetores de proliferação de doenças;</p>	 <p><b>MUITO DESFAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguir as especificações dos fabricantes.</li> <li>- Adequar as ações de controle e gerenciamento de resíduo estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 307/2002;</li> <li>- Criar mecanismo de separação dos resíduos sólidos por categorias.</li> </ul>

	<p>Ausência de cuidados especiais para a triagem e acondicionamento dos resíduos;          Separação prévia do resíduo de gesso;          Estocagem dos resíduos de gesso em um local fechado em locais abertos expostos a umidade e intempéries.</p>	 <p><b>MUITO DESFAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguir as especificações dos fabricantes.</li> <li>- Adequar as ações de controle e gerenciamento de resíduo estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 307/2002;</li> <li>- Criar mecanismo de separação dos resíduos sólidos por categorias.</li> <li>- Construir espaços de estocagem, separação, triagem dos resíduos de construção, um local fechado, livre de umidade e intempéries</li> <li>- Buscar parcerias com empresas de reciclagem de resíduo.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de controle e gerenciamento de resíduo.</li> </ul>
--	---	--	---

	<p>A empresa não promove a prática do reaproveitamento e reciclagem do resíduo de gesso; Destinação dos resíduos de construção e demolição para os aterros sanitários ou aterros controlados;</p>	 <p><b>MUITO DESFAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguir as especificações dos fabricantes.</li> <li>- Adequar as ações de controle e gerenciamento de resíduo estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 307/2002;</li> <li>- Criar mecanismo de separação dos resíduos sólidos por categorias.</li> <li>- Destinação adequada aos resíduos de construção.</li> <li>- Estimular práticas de logísticas reversas com as empresas fabricantes de gesso acartonado.</li> <li>- Buscar parcerias com empresas de reciclagem de resíduo.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de controle e gerenciamento de resíduo.</li> </ul>
--	---	--	---

Fonte: Autor, 2018.

Quanto a triagem e acondicionamento dos resíduos de construção civil requer cuidados especiais, sobretudo, resíduo de gesso acartonado, este material possui um alto potencial de contaminação do solo. Os resíduos de gesso acartonado, da obra

do CFH foram separados e depositados em caçambas de entulho de maneira improvisada no canteiro de obras.

No entanto, segundo os responsáveis pelas obras, bem como os profissionais envolvidos na construção, foram relatadas algumas condutas inadequadas adotadas na obra. Pôde-se verificar resíduos de construção depositados no chão, havendo contato direto com o solo, além de não haver nenhum tipo de separação prévia. O resíduo de gesso da obra do CFH, foi depositado em caçambas expostas as intempéries, inviabilizando o processo de reciclagem do resíduo de gesso, além de gerar um potencial vetor de doenças

### **6.3.2 Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização e resultados do gerenciamento e controle de resíduo de gesso mitigadoras - Estudo de Caso - Centro de Ciências Biológicas - CCB UFSC**

Os indicadores de controle de produção e gerenciamento de resíduo na execução de paredes de chapa de gesso acartonado podem ser definidos como uma medida que busca reduzir a geração de resíduo dentro do canteiro de obras. Segundo levantamento no canteiro de obras do CCB, não havia nenhum tipo de política voltada para ações mitigadora de perdas. A empresa construtora responsável pelas obras trocou a empresa terceirizada responsável pela execução das paredes de chapa de gesso acartonado, devido a imperícia e negligência dos profissionais. Pôde-se verificar que os profissionais responsáveis pela execução das paredes de gesso acartonado desperdiçavam muitas placas de gesso. As chapas de gesso eram colocadas próximas dos locais de instalação, sendo que algumas acabavam danificadas. Este tipo de falha se repetia em por quase todos os andares que foram executadas as paredes de gesso acartonado.

Conforme analisado anteriormente, organização do canteiro de obras é fundamental para o controle e gerenciamento de resíduo dentro do canteiro de obras. Esta organização do canteiro de obras inicia-se nos locais de carga e descarga. Durante o transporte é comum a danificação dos materiais, principalmente as chapas de gesso acartonado. Pôde-se verificar no estudo de caso que várias chapas de gesso acartonado foram danificadas e jogadas no canteiro de obras, próximas ao local de carga e descarga.

As boas práticas de organização do canteiro de obras são verificadas na logística e transporte interno de materiais. As perdas ocorreram devido a imperícia e negligência dos profissionais durante as atividades de transportar destes materiais. O transporte interno dos materiais foi realizado por elevadores de obras. Deste modo, as chapas de gesso acartonado foram levadas para as locais de execução. Segundo o encarregado de gerenciamento da execução das paredes de gesso acartonado, as quantidades de chapas levadas para os locais de execução eram calculadas previamente para que não

houvesse retrabalho ou desperdício. Outros principais aspectos do gerenciamento e controle de resíduo de gesso verificado no estudo de caso do CCB e as ações mitigadoras foram descritos no Quadro 29.


**Quadro 29 - Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização e resultados do gerenciamento e controle de resíduo de gesso mitigadoras - Estudo de Caso - Centro de Ciências Biológicas - CCB UFSC**



**LEGENDA:**



**ASPECTOS PROJETUAIS**

**ASPECTOS CONSTRUTIVOS**

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS**

<b>DIMENSÕES</b>	<b>SITUAÇÕES DA OBRA</b>	<b>RESULTADO INDICADORES</b>	<b>AÇÕES MITIGADORA</b>
	<p>Falta de planejamento da modulação das chapas de gesso acartonado; Incompatibilidade de dos subsistemas; retrabalho moderado.</p>	 <p><b>DESFAVORAVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planejamento modulação das chapas de gesso acartonado.</li> <li>- Seguir as especificações dos fabricantes.</li> <li>- Cursos de aperfeiçoamento e capacitação das equipes de trabalho.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>

<p>Chapas espalhadas próximas ao local de carga e descarga; Chapas de gesso acartonado danificada, recortadas e jogadas no canteiro de obras; Centralização do local de armazenamento.</p>	 <p><b>DESFAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguir as especificações dos fabricantes.</li> <li>Planejamento da organização do canteiro de obras.</li> <li>- Cursos de aperfeiçoamento e capacitação das equipes de trabalho.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>
<p>Estocagem de acordo com a legislação brasileira e a Resolução do CONAMA nº 307/2002; Separação dos resíduos sólidos por categoria; Resíduos de construção e demolição depositados de maneira adequada, apesar de problemas pontuais.</p>	 <p><b>FAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- OK</li> <li>- Seguir as especificações dos fabricantes.</li> <li>- Aperfeiçoar o sistema de estocagem.</li> </ul>

	<p>Cuidados especiais para a triagem e acondicionamento dos resíduos; Separação prévia do resíduo de gesso; Estocagem dos resíduos de gesso em um local fechado, livre de umidade e intempéries.</p>		<p>- OK</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguir as especificações dos fabricantes.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de controle e gerenciamento de resíduo.</li> </ul>
	<p>A empresa promove a prática do reaproveitamento e reciclagem do resíduo de gesso; Destinação dos resíduos de gesso acartonado para reciclagem do material.</p>		<p>- OK</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguir as especificações dos fabricantes.</li> <li>- Estimular práticas de logísticas reversas com as empresas fabricantes de gesso acartonado.</li> <li>- Manter parcerias com empresas de reciclagem de resíduo.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de controle e gerenciamento de resíduo.</li> </ul>

Fonte: Autor, 2018.



A triagem e o acondicionamento conforme descrito no item anterior, requerem cuidados especiais na separação dos resíduos. Os resíduos de gesso acartonado do estudo de caso foram depositados em uma estrutura improvisada dentro do canteiro de obras. Existe uma separação prévia deste tipo de resíduo, ao contrário dos outros tipos de resíduos de construção, que foram depositados no chão de maneira inadequada, sem nenhum tipo de separação. A estrutura para o acondicionamento do resíduo de gesso do estudo de caso não isola completamente da umidade, podendo reduzir a qualidade do resíduo de gesso e inviabilizar o processo de reciclagem.

Apesar desta falha no acondicionamento do resíduo de gesso, não foram observados nenhum comprometimento na qualidade do resíduo. Após a primeira triagem e o acondicionamento do resíduo de gesso em um local apropriado, o mesmo está pronto para ser recolhido pela empresa terceirizada responsável pela destinação dos resíduos de construção e demolição. Neste caso, a empresa CarTerra, especializada no recolhimento de entulho na cidade de Florianópolis e região metropolitana, foi acionada sempre que o depósito de resíduo de gesso estava com sua capacidade esgotada.

A qualidade dos resíduos pode determinar inclusive o grau de impureza do resíduo, bem como a quantidade de resíduo que pode ser reciclado. Em um cenário ideal o resíduo de gesso separado e acondicionado de modo adequado, pode ser reciclado 100% do resíduo de gesso. No estudo de caso do CCB, devido algumas falhas na triagem e no acondicionamento do resíduo, não é possível a reciclagem de todo o resíduo de gesso armazenado no canteiro de obras, pôde-se verificar que os resíduos de metais utilizados na execução das paredes de chapas de gesso acartonado foram descartados de maneira inadequada. Algumas placas de gesso acartonado foram encontradas junto a outros tipos de resíduos, tais como concreto e alvenaria.

O transporte e a destinação dos resíduos gerados na obra são de responsabilidade da empresa construtora responsável pelas obras. A empresa terceiriza para este tipo de serviço é selecionada entre empresas especializadas no recolhimento de resíduo de construção e demolição. Geralmente, as empresas de recolhimento de entulho destinam os resíduos de construção e demolição para os aterros sanitários ou aterros controlados.

Quando não há um rigor na fiscalização desta destinação, as empresas destinam os resíduos para locais denominados como: “bota fora”. Estes locais são, geralmente, terrenos abandonados ou margens de rios. Esta prática recorrente nos grandes centros urbanos contribui para intensificação dos ambientais.

No entanto, segundo pôde-se verificar no estudo de caso, a empresa contratada responsável pela destinação de resíduo de gesso da obra do CCB mantém uma parceria com a empresa Engessul, localizada na cidade de Imbituba-SC, a 90 km da capital Florianópolis. A empresa recolhe os resíduos de gesso de diferentes obras, acumula a quantidade de resíduo que viabiliza o transporte para a cidade de Imbituba e revende o material para empresa Engessul que realiza o processo de reciclagem do material.

Posteriormente, o resíduo de gesso passou pelo processo de moagem, transformando o resíduo de gesso em aglomerado reciclado. Este processo garante a qualidade físicas e mecânicas do gesso, atendendo as normas técnicas descritas no referencial teórico. A empresa Engessul utiliza o resíduo de gesso para o beneficiamento do gesso agrícola. O gesso agrícola atua na camada mais profunda dos solos, atacando as fontes de acidez sem, entretanto, alterar o seu pH. Além de fornecer os nutrientes cálcio e enxofre para as camadas mais profundas dos solos. Outra função importante do gesso agrícola é de neutralizar o alumínio tóxico e aumentar a porosidade dos solos, diminuindo assim a resistência mecânica do solo e facilitando a penetração das raízes.

### **6.3.3 Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização e resultados do gerenciamento e controle de resíduo de gesso - Estudo de Caso - Obra de ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia-Go**

Os indicadores de controle de produção e gerenciamento de resíduo implementados como uma ferramenta tiveram como objetivo mitigar os problemas e falhas de execução. Consequentemente, eles podem contribuir para a redução da quantidade de resíduos que são gerados na obra. Não foram verificados no canteiro de obras nenhum tipo de ação ou política específica voltada para reduzir a quantidade de resíduos.

A organização do canteiro de obras interfere diretamente no desempenho da atividade de execução, conforme analisado anteriormente. A organização do canteiro de obras se dá desde o planejamento da carga de descarga dos materiais, pois estes podem ser danificados durante o transporte. Os desperdícios de material, às vezes, acabam sendo ignorados nestas etapas por serem quase imperceptíveis. Devido a propriedade e da composição das chapas de gesso acartonado, as chapas são muito sensíveis e quebram e trincam facilmente, por isso o cuidado especial, para a organização do canteiro de obras e o transporte. Pôde-se verificar no estudo de caso da obra de ampliação do Araguaia Shopping que algumas chapas de gesso acartonado foram danificadas, recortadas e jogadas próximas ao local de carga e descarga do canteiro de obras.

Este canteiro de obras é relativamente pequeno, sem deslocamentos de materiais com grandes distâncias, pois os materiais são foram armazenados na parte central da obra, facilitando o transporte. O transporte interno dos materiais foi realizado em carrinhos de mão, levados improvisadamente para as locais de execução. Segundo o encarregado de gerenciamento da execução das paredes de gesso acartonado, as quantidades de chapas levadas para os locais de execução eram calculadas previamente para que não houvesse retrabalho ou desperdício, sendo que as quantidades de chapas utilizadas eram controladas pelo engenheiro responsável pela obra.

As práticas de logística interna de gerenciamento e controle de resíduo, no canteiro de obras, podem reduzir significativamente a quantidade de resíduo gerado. Os resíduos de construção gerados no estudo de caso da obra de ampliação do Araguaia Shopping foram principalmente: concreto, placa de gesso acartonado, metais, rebocos, massa de gesso, fiação elétrica, granito, entre outros.

De modo geral, as condições de depósito de resíduo de construção do estudo de caso analisado mostraram-se precárias. As condições de depósito dos resíduos de construção verificado no estudo de caso estavam em desacordo com a legislação brasileira e a Resolução do CONAMA nº 307/2002, cujas diretrizes básicas da gestão sustentável dos resíduos estabelece que os resíduos devem ser depositados separadamente por categoria de resíduos sólidos, de modo a viabilizar a reciclagem dos mesmos.

Pôde-se constatar que o armazenamento dos resíduos de gesso acartonado na obra do estudo de caso era inadequado, pois todos os tipos de resíduos eram depositados e misturados em uma mesma caçamba de entulho. Além disso, a caçamba estava locada em um espaço aberto, sujeito a intempéries e umidade. Outros principais aspectos do gerenciamento e controle de resíduo de gesso verificado no estudo de caso da Obra de ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia-Go e as ações mitigadoras foram descritos no Quadro 30.

**Quadro 30 - Matriz de avaliação de desempenho, caracterização e ações mitigadoras - Caracterização e resultados do gerenciamento e controle de resíduo de gesso - Estudo de Caso - Obra de ampliação do Araguaia Shopping/rodoviária de Goiânia-Go**



**LEGENDA:**


**ASPECTOS PROJETUAIS**


**ASPECTOS CONSTRUTIVOS**


**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS**

DIMENSÕES	SITUAÇÕES DA OBRA	RESULTADO INDICADORES	AÇÕES MITIGADORA
-----------	-------------------	-----------------------	------------------

	<p>Planejamento parcial da modulação das chapas de gesso acartonado; Incompatibilidade de dos subsistemas; retrabalho moderado.</p>	 <p><b>FAVORÁVEL</b></p>	<p>- OK</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aperfeiçoar a modulação das chapas de gesso acartonado.</li> <li>- Cursos de aperfeiçoamento e capacitação das equipes de trabalho.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>
	<p>Chapas espalhadas próximas ao local de carga e descarga; Chapas de gesso acartonado danificada, recortadas e jogadas no canteiro de obras; Centralização do local de armazenamento.</p>	 <p><b>DESFAVORAVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguir as especificações dos fabricantes.</li> </ul> <p>Planejamento da organização do canteiro de obras.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cursos de aperfeiçoamento e capacitação das equipes de trabalho.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> </ul>

	<p>Estocagem em desacordo com a legislação brasileira e a Resolução do CONAMA nº 307/2002;          Separação dos resíduos sólidos por categoria;          Resíduos de construção e demolição depositados de maneira inadequada e podem se tornar vetores de proliferação de doenças;</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguir as especificações dos fabricantes.</li> <li>- Adequar as ações de controle e gerenciamento de resíduo estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 307/2002;</li> <li>- Desenvolver indicadores de qualidade e sustentabilidade.</li> <li>- Criar mecanismo de separação dos resíduos sólidos por categorias.</li> </ul>
--	---	---	---

	<p>Cuidados especiais para a triagem e acondicionamento dos resíduos;          Separação prévia do resíduo de gesso;          Estocagem dos resíduos de gesso em um local fechado, livre de umidade e intempéries</p>	 <p><b>MUITO DESFAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguir as especificações dos fabricantes.</li> <li>- Adequar as ações de controle e gerenciamento de resíduo estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 307/2002;</li> <li>- Criar mecanismo de separação dos resíduos sólidos por categorias.</li> <li>- Construir espaços de estocagem, separação, triagem dos resíduos de construção, um local fechado, livre de umidade e intempéries</li> <li>- Buscar parcerias com empresas de reciclagem de resíduo.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de controle e gerenciamento de resíduo.</li> </ul>
--	---	--	---

	<p>A empresa não promove a prática do reaproveitamento e reciclagem do resíduo de gesso; Destinação dos resíduos de construção e demolição para os aterros sanitários ou aterros controlados;</p>	 <p><b>MUITO DESFAVORÁVEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguir as especificações dos fabricantes.</li> <li>- Adequar as ações de controle e gerenciamento de resíduo estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 307/2002;</li> <li>- Criar mecanismo de separação dos resíduos sólidos por categorias.</li> <li>- Destinação adequada aos resíduos de construção.</li> <li>- Estimular práticas de logísticas reversas com as empresas fabricantes de gesso acartonado.</li> <li>- Buscar parcerias com empresas de reciclagem de resíduo.</li> <li>- Controle e fiscalização da atividade.</li> <li>- Desenvolver indicadores de controle e gerenciamento de resíduo.</li> </ul>
--	---	--	---

Fonte: Autor, 2018.

A triagem e acondicionamento dos resíduos requer cuidados especiais, conforme analisado anteriormente. Os resíduos de chapas de gesso acartonado do estudo de caso foram depositados em caçambas de entulho junto a outros tipos de resíduo, portanto, não cumpri as recomendações da Resolução do



CONAMA nº 307/2002, que recomenda a separação e acondicionamento do resíduo de gesso em um local fechado, livre de umidade e intempéries. Os resíduos de gesso precisam de condições bem específicas para viabilizar a reciclagem e reaproveitamento, as duas condições fundamentais são a separação/triagem e acondicionamento dos resíduos.

Pôde-se constatar no canteiro de obras que houve uma separação prévia do resíduo de gesso. Entretanto, ao depositar na caçamba de entulho com outros tipos de resíduos, o resíduo de gesso acabou sendo contaminado. Desta forma, inviabilizou-se a destinação do resíduo para o processo de reciclagem do material. Esta falha no processo de triagem e separação do resíduo e no acondicionamento do resíduo de gesso, compromete a qualidade do resíduo. Devido a esta falha na triagem e acondicionamento dos resíduos de gesso na obra avaliada, os resíduos de gesso foram destinados a aterros controlados, ao em vez de serem destinados a alguma empresa de reciclagem de resíduo de gesso.

O transporte e a destinação dos resíduos gerados na obra de ampliação do Araguaia shopping são de responsabilidade da empresa construtora responsável pelas obras. A empresa terceiriza, Bye Bye entulhos, contratada pela empresa construtora presta o serviço de recolhimento de resíduo de construção e demolição. Conforme verificado no referencial teórico, as empresas de recolhimento de entulho destinam os resíduos de construção e demolição para os aterros sanitários ou aterros controlados, quando não há um rigor na fiscalização desta destinação. Muitas empresas ainda destinam os resíduos para “bota fora”, terrenos abandonados ou margens de rios. Esta prática recorrente nos grandes centros urbanos contribui para intensificação dos danos ambientais.

Pôde-se verificar na obra avaliada, conforme as práticas comuns de descarte de resíduo de construção e demolição no Brasil, que os resíduos foram transportados para um aterro sanitário de Goiânia e depositados irregularmente. Estes dados foram levantados em uma pesquisa da Companhia de Urbanização de Goiânia (Comurg). O levantamento aponta que, em 2013, a companhia recolheu uma média mensal de 39.443 toneladas de lixo doméstico enquanto que a quantidade de entulho recolhido chegou a 56.569 toneladas.

Segunda a Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002 é proibido descartar resíduos de gesso em aterros sanitários, aterros controlados ou “bota fora”. Esta prática ilegal de descarte de resíduo da construção e demolição em aterros sanitário, segundo dados dos órgãos ligados a prefeitura de Goiânia, vem ocorrendo desde o ano de 2013. Pôde-se verificar que em 2017 esta prática ilegal ainda continua sendo praticada. A empresa construtora responsável pelas obras de ampliação do Araguaia Shopping não promove a prática do reaproveitamento e reciclagem do resíduo de gesso, evitando a disposição nos aterros e lixões. Esta prática é terminantemente proibida pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente, Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002.

## **7 CONCLUSÕES**

O último capítulo desta pesquisa apresenta as considerações finais, de modo a confrontar com os objetivos anteriormente propostos. Também são apresentadas recomendações para futuros trabalhos, buscando contribuir para um maior aprofundamento do tema.

### **7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Observou-se neste trabalho que o potencial para uso do sistema construtivo de paredes com chapas de gesso acartonado e de reciclagem dos resíduos de gesso, pode ser aperfeiçoado por meio de indicadores de controle para produção e gerenciamento e controle dos resíduos durante o processo de execução das vedações verticais internas na construção de edifícios seguindo os parâmetros e diretrizes estabelecidas pela Resolução do CONAMA nº 307/2002. Deste modo, as responsabilidades com relação a produção e destinação dos resíduos gerados são compartilhadas com as empresas construtoras que geram resíduo, as empresas fabricantes do sistema construtivo e o poder público, que deve efetuar a fiscalização. As diretrizes estabelecidas pela Resolução do CONAMA nº 307/2002 indicam as classes de resíduo que cada material pertence, nesta resolução estabelecem um instrumento legal para fixar prazos e procedimentos a serem atendidos pelas administrações municipais. Desta forma, criam um marco legal para a elaboração e a implementação dos planos de gestão de resíduos de construção e demolição nos municípios. Embora a resolução do CONAMA nº 307/2002 esteja em vigência a 15 anos ainda existe um longo caminho para solucionar os problemas que envolvem os resíduos sólidos gerado pela construção civil brasileira.

Desta forma, para responder as questões referentes aos mecanismos de controle e gestão dos resíduos de gesso gerados na construção edifícios de uso comercial e institucional realizou-se um estudo exploratório, buscando investigar os principais fatores que contribuem para o aumento da quantidade de resíduo de gesso gerado ao longo do processo de execução das vedações verticais internas com gesso acartonado. Utilizou-se como ferramenta de avaliação a construção de indicadores de controle

de produção e gestão de resíduo em diferentes canteiros de obras. Foram avaliadas três obras de três empresas, sendo que dois estudos de caso estão localizados na cidade de Florianópolis-SC e o terceiro estudo de caso localizado na cidade de Goiânia-GO. Estes estudos de caso foram escolhidos em acordo com os critérios previamente estabelecido no método da pesquisa.

As adoções de tais critérios metodológicos buscam permitir a comparação das especificidades encontradas nos estudos de caso. Os resultados são de caráter indicativo, ou seja, os resultados apresentam dados, informações e discussões em uma abordagem particularizada do tema. Observou-se, no entanto, que esta pesquisa busca também criar condições para aprofundar a investigação em futuros trabalhos sobre os indicadores de controle para produção e gestão de resíduo na execução de vedação vertical interna com chapas de gesso acartonado.

O método construtivo das divisórias de gesso acartonado requer cuidados especiais e um certo grau de perícia da mão-de-obra durante a montagem. Entretanto, se verificar que nos estudos de caso, as empresas construtoras, em alguns aspectos, negligenciaram parte do método construtivo que agrega valor e garante a qualidade do serviço. Observou-se inconformidades no armazenamento das placas de gesso acartonado, o uso inadequado de selantes nas aberturas das instalações hidráulicas, entre outros. Isto põe em destaque o papel dos fabricantes de orientar as empresas construtoras método de execução adequado à cada tipo de obra, de modo a aumentar o grau de eficiência desta tecnologia e consolida-la na construção de edifícios.

Pôde-se verificar nos, estudos de caso que as deficiências de projeto e a falta de planejamento das atividades, geraram muitas falhas e problemas no momento da execução, devido, principalmente, à falta de integração da execução das paredes de chapas de gesso acartonado com os demais subsistemas do edifício. Cada uma das interfaces dos subsistemas deve ser analisada separadamente, e em conjunto com os demais subsistemas, de modo a minimizar as interferências. O detalhamento do processo de produção e seu planejamento possibilitam prever os eventuais problemas e propor soluções mais adequadas para a execução.

Observou-se também que as empresas construtoras optam por planejar as atividades a serem executadas, de acordo com seus recursos humanos e tecnológicos. No caso da execução das paredes com chapas de gesso acartonado, as três empresas construtoras selecionaram empresas especializadas para obter maior precisão e produtividade nesta atividade. A construtora neste caso assume o papel de fiscalizar o desempenho da atividade de produção e verificar se as exigências estão sendo cumpridas, conforme o planejamento. Neste contexto, a elaboração de indicadores de controles de produção, buscar gerar subsídios para o acompanhamento destas atividades e também de estabelecer uma cultura construtiva na empresa. Os indicadores de controles de produção devem abranger os processos de produção, desde o planejamento dos projetos e o processo de compatibilização, passando pelo controle das atividades ao longo da execução, até o momento final, que envolve o controle de qualidade do produto. Desta maneira, pode-se minimizar as falhas e problemas enfrentados pelas empresas construtoras, e intensificando os processos de racionalização do projeto e da construção de edifícios.

Quanto ao gerenciamento e controle dos resíduos, pôde-se concluir que, as obras analisadas não atendem plenamente a resolução CONAMA nº 307/2002, no que se refere a gestão e o manejo dos resíduos sólidos gerados no canteiro de obras. Nas três obras analisadas não foi identificado um programa direcionado para gestão dos resíduos de construção. Além disto, pôde-se verificar que dois dos estudos de caso apenas contrataram as empresas responsável pelo recolhimento dos resíduos, sem exercer qualquer tipo de controle e fiscalização.

De outra parte, a falta de fiscalização por parte do poder público, contribui para o aumento da quantidade de pontos de depósitos irregulares de resíduos de construção e demolição. Desta forma, compromete-se o cumprimento desta resolução do CONAMA pois as responsabilidades são difusas. A falta de incentivos e recursos por parte da indústria da construção e do setor público dificulta ainda mais a implementação de programas de reciclagem dos resíduos de construção e demolição. Estas práticas se estendem à gestão dos resíduos de gesso na construção de edifícios.

O resíduo de gesso, por se tratar de um resíduo altamente nocivo ao meio ambiente, exige uma destinação adequada, que deve controlada pelos agentes e pelo poder público, representados pelos órgãos municipais. Observou-se, no entanto, por meio dos estudos de caso, a inexistência de iniciativas por parte das prefeituras para minimizar os impactos ambientais decorrentes do descarte dos resíduos de gesso produzidos pela construção civil.

Para atingir um dos objetivos deste trabalho, buscou-se investigar uma ferramenta que pudesse ser útil e eficiente para diagnosticar os problemas e falhas nos processos de construção dos edifícios. A ineficiência construtiva e o aumento das perdas de materiais, aumentam significativamente os resíduos de construção e demolição. Buscou-se analisar o controle e o gerenciamento dos resíduos no canteiro de obras, por meio de indicadores de controle de produção e gerenciamento de resíduos de gesso. As diretrizes e estratégias de controle de produção e gerenciamento de resíduo foram sistematizadas nas análises dos projetos e detalhamentos, nas análises dos controles no processo de execução e por fim, na análise do gerenciamento e controle de resíduo de gesso.

Por fim, os indicadores, podem servir como uma ferramenta didática, gerando alternativas que possam contribuir para o desenvolvimento de práticas nos canteiros de obras, que promovam o desenvolvimento sustentável. Ressalta-se que os indicadores são ferramentas que passam por constantes evoluções, devendo ser reavaliados conforme as mudanças tecnológicas. Nesta evolução deve-se buscar os indicadores quantitativos, que possam garantir aumento da qualidade dos produtos e processos envolvidos.

Finalmente neste contexto, evidencia-se a necessidade de uma divulgação mais eficaz da Resolução nº307/2002 entre os agentes envolvidos na construção civil, desde os fabricantes da tecnologia, as empresas construtoras, até o poder público, sendo que este último que tem o papel de fiscalizar o cumprimento das leis e das normas. Da mesma forma, deve-se cobrar das empresas construtoras a criação de mecanismos de controle de qualidade e gerenciamento de resíduo dentro do canteiro de obras. A ferramenta proposta por este trabalho tem como função indicar

alternativas que orientem propostas mais sustentáveis para construção de edifícios.

As principais contribuições da pesquisa e sua relação com os objetivos são a caracterização do controle para produção de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado em construções de edifícios institucionais/comerciais, e a avaliação da viabilidade de reciclagem do resíduo de gesso gerado, considerando os principais aspectos da sustentabilidade na construção civil. Com objetivo de levantar dados referentes ao controle de produtividade e qualidade ao longo da etapa de execução das divisórias de gesso acartonado. Buscou-se também, verificar as particularidades do gerenciamento e controle de resíduo de gesso e as dificuldades em atender a Resolução nº307, do CONAMA dentro do canteiro de obras, que trata da avaliação das diretrizes e parâmetros de controle para produção comparativos, gerenciamento e controle de resíduo de gesso. Portanto, buscou-se identificar a origem do resíduo na fonte, associadas as variações dos processos construtivos. Como resultado, foi possível analisar a viabilidade de reciclagem do resíduo de gesso acartonado.

Sistematização do processo de produção, desde o beneficiamento da matéria prima até execução da atividade; Identificação das principais falhas de execução, devido a negligência ou imperícia da mão-de-obra; Dificuldade para obtenção de dados sobre a produtividade da execução de paredes de gesso acartonado na construção civil; Descumprimento e desconhecimento da Resolução 307/2002, do CONAMA; Inexistência de empresas coletoras de resíduo de gesso nos municípios; Elaboração de uma ferramenta de avaliação do grau de eficiência do sistema construtivo em cada obra, a partir dos indicadores de controle de produção e gerenciamento de resíduo; Proposição, além do diagnóstico, ações mitigadoras para um execução e gestão mais sustentável das placas de gesso acartonado; Elaboração dos indicadores de sustentabilidade, baseados em diretrizes para controle de produção e gerenciamento de resíduo.

Os resultados gerados a partir da aplicação dos indicadores nos estudos de caso, ressaltam a necessidade de ações mitigadoras para aquelas situações com baixo grau de eficiência dos sistemas construtivos. Os indicadores de controle

gestão e de qualidade de resíduos das vedações com chapas de gesso acartonado mostram um reduzido grau de eficiência do sistema construtivo, exigindo melhorias no processo de execução para solucionar falhas e problemas renascentes encontrados ao longo do processo de execução.

## **7.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

As limitações encontradas na realização desta pesquisa, relacionadas, principalmente, com as dificuldades de obtenção de dados mais apurados, deixam muitos fenômenos e aspectos a serem elucidados. Neste contexto apresentam-se algumas recomendações para trabalhos futuros, colocando em destaque aqueles relacionados com a avaliação do controle de produção e gerenciamento dos resíduos de gesso nos projetos e nos canteiros de obras:

a) aprofundar estudos nos canteiros de obras que busquem avaliar detalhadamente cada uma das atividades construtivas, avaliando as perdas e a viabilidade econômica para a implantação do sistema construtivo de paredes de gesso em comparação ao seu desempenho com outras tecnologias.

b) realizar estudos de boas práticas no controle de produção ou gerenciamento de resíduos, em contextos similares, buscando identificar exemplos que possam ser reproduzidos;

c) adaptar os indicadores de sustentabilidade adequados para a realidade de outros tipos de edificação, como por exemplo os edifícios residenciais;

d) avaliar os processos de produção e o controle e gerenciamento dos resíduos de gesso gerados em outras obras institucionais e comerciais que utilizam o sistema construtivo de vedação vertical de chapa de gesso acartonado, bem como a disponibilidade de dados sobre este sistema, de modo a aprimorar os indicadores qualitativos e quantitativos de desempenho construtivo e da reciclabilidade do gesso.



## REFERÊNCIAS

- AHMED. A. UGAI. K. KAMEI. T. Investigation of recycled gypsum in conjunction with waste plastic trays for ground improvement. **Construction and Building Materials**. [S.l.], v. 25 p.208–217, 2011.
- ÂNGULO. S. C. TEIXEIRA. C. E. CASTRO. A. L. NOGUEIRA. T.P. Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação. **Eng Sanit Ambient**, v.16 n.3, p. 299-306, jul./set, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FABRICANTES DE GESSO E CHAPAS DE DRYWALL. Resíduos de gesso na construção civil – coleta, armazenagem e destinação para reciclagem, Junho de 2012.
- AZEVEDO, A. M. G. AMORIM, E. F. FILGUEIRA, J. M. ARAUJO, R. S. B. **O Uso da ferramenta estatística como instrumento de gestão dos resíduos de construção e demolição de obras**. XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de outubro de 2013.
- BARROS. M. **Racionalização dos métodos, processos e sistemas construtivos**. Congresso Latino-americano Tecnologia e Gestão da Produção: Soluções para o Terceiro Milênio. F.F.CARDOSO, M. M. B. Barros, F. H. Sabbatini, S. B. Melhado e U. E. L. de Souza (coordenadores). EPUSP. 3 a 6 novembro 1998, São Paulo.
- BENNETT, P. S. **Indicadores de sustentabilidade em habitação popular: construção e validação de um instrumento de medição da realidade local de comunidade de baixa renda**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2004.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Ministério de Minas e Energia. Sumário mineral brasileiro de 2010. Brasil: DNPM, 2011a. Disponível em: < [https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra\\_imagem](https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem).

asp?IDBancoArquivoArquivo=5474>. Acesso em: 22 ag. 2016.

- CAMILLO, M. G. D. **Análise da utilização de chapas e chapas industrializadas nas vedações verticais internas em construções residenciais na Região Sul do Brasil.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura - PosArq) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.120p.
- CARDOSO. F. **Estratégias e novas formas de racionalização da produção no setor de edificação no Brasil e na França - o ambiente do setor e as estratégias empregadas.** 1996. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1996.
- CAVALCANTE. C. F. B, (1). MIRANDA.A. C.P, (2). **Estudo sobre alternativas para gestão dos resíduos de gesso oriundos da construção civil.** VII EPCC - Encontro Internacional de Produção Científica - 25 a 28 de outubro, Maringá, Paraná. 2011.
- CANUT, Mariana Moreira Cavalcanti. **Estudo da Viabilidade do uso do Resíduo Fosfogesso como Material de Construção.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Construção Civil Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial a obtenção do título de Mestre em Construção Civil. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais: 2006. 154p.
- CHANDARA. C. AZIZLI.K. A. M. AHMAD. Z. A. SAKAI. E. Use of waste gypsum to replace natural gypsum as set retarders in portland cement. **Waste Management.** [S.l.], v. 29, p. 1675–1679, 2009.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução no 431 de 24 de maio de 2011. Altera o art. 3º. da Resolução no 307 / 2002. DOU, 25 maio 2011.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução no 307 de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção. DOU, 17 jul. 2002.
- COSTA, N. A. A. **A Reciclagem do Resíduo da Construção e Demolição: Uma Aplicação da Análise Multivariada.** Florianópolis, 2010. 188 p. Teses (Doutorado) -

- Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. 2010.
- NITA. C (1); PILEGGI. R. G, (2); CINCOTTO. M. A, (3); JOHN. V.M, (4). **Estudo da reciclagem do gesso de construção**. I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 18-21 julho, São Paulo. 2004.
- DEGANI. C. M. CARDOSO. F. F. **A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida: a importância da etapa de projeto arquitetônico**. Universidade de São Paulo – Escola Politécnica (PCC – USP). 2002.
- DING, G. K.C. Sustainable construction—The role of environmental assessment tools. **Journal of Environmental Management**. [S.I.], v. 86, p.451–464, 2008.
- GASSO. R. Xavier. S. SUAREZ. S. Product-specific life cycle assessment of recycled gypsum as a replacement for natural gypsum in ordinary Portland cement: application to the Spanish context. **Journal of Cleaner Production**, [S.I.], v. 117, p. 150-159, January 2016.
- GARG. M. JAIN. N. Waste gypsum from intermediate dye industries for production of building materials. **Construction and Building Materials**. [S.I.], v.24 p.1632–1637, 2010.
- GEHRKE. A. E. B. **Indicadores de Sustentabilidade como Ferramenta de Apoio a Gestão Pública de Resíduos da Construção Civil em Municípios de Pequeno Porte**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2012.
- GODINHO- CASTRO. A P., Testolin, R. C., Janke, L. C. Albertina X.R. Radetski, C. M. Incorporation of gypsum waste in ceramic block production: Proposal for a minimal battery of tests to evaluate technical and environmental viability of this recycling process. **Waste Management**, [S.I.], v. 32, p. 153-157, 2012.
- GROHMANN, M. M. Z. **Redução do desperdício na construção civil: levantamento das medidas utilizadas pelas empresas de Santa Maria**. Universidade Federal de

- Santa Maria - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 1998.
- GYPSUM RECYCLING INTERNATIONAL (British). 2014. The recycling technology. Disponível em: <<http://www.gypsumrecycling.biz/>>. Acesso em: 25 set. 2016.
- IBRAHIM, Mohamed. Estimating the sustainability returns of recycling construction waste from building projects. **Sustainable Cities and Society**, [S.l.], v. 23, p. 78–93, March 2016.
- JQUES, R. **The influence of design and procurement on site waste generation - A pilote study**. BRANZ. 1998. 40p.
- JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil. 2000.
- JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A. **Gesso de construção civil**. In: ISAIA, G. C. Materiais de construção civil. São Paulo: Ibracon, 2007. p. 727-760.
- JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A. **Alternativas de gestão dos resíduos de gesso**. São Paulo. 2003. 9 p.
- KIJANAPANICH. P. ANNACHHATRE. A.P. ESPOSITO. G. VAN HULLEBUSCH. E. D. LENS. P. N.L. Biological sulfate removal from gypsum contaminated construction and demolition debris. **Journal of Environmental Management**, [S.l.], v.131 p. 82-91, 2013.
- LANTELME, E.M.V. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil**. Porto Alegre, 1994. 111p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós -graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1994.
- LIBRELOTTO, Lisiane. **Modelo para Avaliação do Sustentabilidade na Construção Civil nas Dimensões Econômica, Social e Ambiental (ESA): Aplicação no Setor de Edificações**. Florianópolis: PPGEF-UFSC, 2005. Tese de doutorado – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.2009.
- LIBRELOTTO, Diógenes. JALALI, S. **Aplicação de uma Ferramenta de Análise do Ciclo de Vida em**

- Edificações Residenciais - Estudos de Caso.** Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, Campus Azurém, Guimarães, Portugal. 2008.
- LIDDLE, B. T. Construction for sustainability of the construction industry. **Sustainable Construction**. . Tampa, Florida, November 6 -9, p. 47-56, 1994.
- LOSSO, M. VIVEIROS, E. **Gesso acartonado e isolamento acústico: Teoria versus prática no Brasil.** I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável x Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído 18-21 julho 2004, São Paulo. 2004.
- MÁLIA. M. A. B. **Indicadores de resíduos de construção e demolição.** Dissertação do programa de Pós-graduação em Engenharia, Instituto Superior Técnico Universidade de Lisboa. Lisboa. 2010.
- MELHADO, S.B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das incorporação e construção.** São Paulo, 1994. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- MORATA JR, J. **Divisória em gesso acartonado: sua utilização na construção civil.** Dissertação do programa de Pós-graduação em Engenharia, Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo. 2008.
- NASCIMENTO, F. J. F, (1); PIMENTEL, L. L, (2). **Reaproveitamento de resíduo de gesso.** XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - 6 a 8 de outubro de 2010, Canela, Rio Grande do Sul. 2010.
- NAVARRO. Justo García. RIVERO. Ana Jiménez. QUIJANO. Marta Rodrigue. BÁEZ. Ana de Guzmán. Gypsum plasterboard deconstruction to recycling economic study in Europe. **Recycling of spoils and demolition waste.** 15th International SGEM GeoConference, 2015.
- NAVARRO. Justo García. RIVERO. Ana Jiménez. SATHRE. Roger. Life cycle energy and material flow implications of gypsum plasterboard recycling in the European Union. **Resources, Conservation and Recycling.** [S.l.], v. 108, p.171-181, 2016.
- NUNES, K. R. et al. **Diagnósticos das gestões municipais de resíduos sólidos da construção.** In: 23º Congresso

- brasileiro de engenharia sanitária e ambiental. Campo Grande, 2004.
- PALLIARI, J. **Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios.** Dissertação - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1999.
- PASCHOALIN FILHO, J. A. DIAS, A. J.G. CORTES, P.L. Aspectos normativos a respeito de resíduos de construção civil uma pesquisa exploratória da situação no Brasil e em Portugal. **Desenvolvimento e Meio Ambiente.** [S.l.], v. 29, p. 155-169, abr. 2014.
- PINHEIRO, S. **Gesso reciclado: avaliação de propriedade para uso em componentes.** 2011. 330p. Tese (Doutorado) do programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade de Campinas. Campinas. 2011.
- PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- RAGAB, Nada Khaled Fathy, 2014. **Recycling of Gypsum Waste Boards to Produce New Drywalls and Non-load Bearing Bricks,** (Master thesis). The American University in Cairo. School of sciences and engineering, Egypt. 2014.
- SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia.** 1989. 336p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1989.
- SÁEZ. P. V. MERINO A. M. D. R. AMORES C. P. GONZÁLEZA. A. S. Assessing the accumulation of construction waste generation during residential building construction Works. **Resources, Conservation and Recycling,** [S.l.], v. 93, p. 67–74, 2014.
- SIDUSCON. SINDICATO DA CONSTRUÇÃO DE SÃO PAULO. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil - avanços institucionais e melhorias técnicas.** São Paulo, 2015.
- SILVA. F. A. **GERENCIAMENTO DE PROCESSOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: Um Estudo de Caso Aplicado no Processo de Execução de Paredes em Gesso**

- Acartonado.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.120p.
- SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- SOUZA, U. L. E. Revista Técnica - Desperdício Mínimo. Editora: PINI. Edição: 113, pág 26 a 35, 2006.
- SOUZA, M.C.A.F; BACIC, M.J. Importância do planejamento estratégico para a redução do desperdício potencial. In: SEMINÁRIO GERENCIAMENTO VERSUS DESPERDÍCIO. São Paulo, 1995. **Anais.** São Paulo, Édile, 1995. p. 34-44.
- SOUZA. U.E.L. PALIARI. J. C. ANDRADE. A.C. Diagnóstico e combate a geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, out. /dez. 2004.
- TANIGUTI. 1999. E. K. **Método construtivo de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado.** Dissertação - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1999.
- VASQUEZ. D. Z. BRIBIAN. I. Z. JUANEZ. A. USNON. A. A. Analysis of the environmental performance of life-cycle building waste management strategies in tertiary buildings. **Journal of Cleaner Production.** [S.I.], v. 130, p. 143-154, 2016.
- VOLLENBROEK, F.A.Sustainable. Development and the challenge of innovation. **Journal of Cleaner Production.** [S.I.], v.10 p.215–223, 2002.
- YIN, Robert k. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** /Robert k. Yin; trad. Daniel Grassi - 2. ed. - Porto Alegre: Bookman, 2001.
- ZIMMERMANN, M. ALTHAU, H.-J. HAAS, A. Benchmarks for sustainable construction A contribution to develop a standard. *Energy and Buildings.* [S.I.], v.37, p.1147–1157, 2005.

## APÊNDICE A

### MATRIZ DE AVALIAÇÃO LISTA PRELIMINAR DE INDICADORES - ESTUDO DE CASO - CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS (CFH) – UFSC

DIMENSÕES	INDICADORES	Relevância	Acessibilidade da fonte	Confiabilidade da fonte	Facilidade de mensuração	Capacidade de	Facilidade de compreensão	Clareza na comunicação	Capacidade de Síntese	TOTAL
ASPECTOS PROJETUAIS	Planta de instalação	2	2	1	2	2	2	1	1	<b>13</b>
	Planta baixa de locação das guias	2	1	1	2	1	1	1	1	<b>10</b>
	Planta baixa Caracterização de cada tipo de divisória	2	1	0	0	-	-	-	-	<b>3</b>
	Elevação das divisórias	1	1	1	2	1	1	1	1	<b>9</b>
	Detalhamento das junções entre divisórias	1	-	1	-	-	-	-	-	<b>2</b>
	Detalhamento das interfaces da esquadria com a divisória	1	-	1	-	-	-	-	-	<b>2</b>
	Detalhamento da fixação e interface da divisória	1	-	1	-	-	-	-	-	<b>2</b>



	Detalhamento da fixação das instalações hidráulicas e elétricas	1	1	1	0	-	-	-	-	<b>3</b>
	Especificação de materiais	2	1	1	1	1	1	1	1	<b>9</b>
<b>ASPECTOS CONSTRUTIVOS</b>	Organização do canteiro de obras	2	2	1	2	2	2	1	1	<b>13</b>
	Estocagem materiais	2	1	1	2	2	2	1	1	<b>12</b>
	Locação e fixação das guias	2	2	2	2	0	2	1	1	<b>12</b>
	Colocação dos montantes subsistemas	1	1	0	1	1	1	1	1	<b>10</b>
	Sequência da colocação dos montantes	2	0	1	1	0	1	1	1	<b>8</b>
	Fechamento da divisória	2	1	0	1	1	2	2	1	<b>10</b>
	Instalações prediais	2	1	1	1	1	1	1	1	<b>10</b>
	Revestimento termo/acústico	2	1	1	2	1	1	1	1	<b>10</b>
	Tratamento das juntas das chapas/ execução da massa	2	2	1	1	0	1	1	1	<b>9</b>
	Etapa de acabamento	2	0	1	2	1	2	1	1	<b>10</b>
<b>Gerenciamento</b>	Práticas para redução da geração e reciclagem em obra	2	2	0	1	2	2	1	1	<b>11</b>

Organização do canteiro de obras	2	2	2	1	2	2	1	1	<b>13</b>
Práticas para logística interna	2	2	2	1	2	2	1	1	<b>13</b>
Triagem/Acondicionamento	2	1	0	1	2	2	1	1	<b>10</b>
Transporte e destinação de resíduos	2	1	0	1	2	2	1	1	<b>10</b>

LEGENDA:

0 PONTO – BAIXO

1 PONTO – MÉDIO

2 PONTOS – ALTO

**Zona segura** (13 ou mais)

**Zona de risco** (10 – 12 pontos)

**Zona insegura** (menos de 10 pontos)

**APÊNDICE B****MATRIZ DE AVALIAÇÃO LISTA PRELIMINAR DE INDICADORES - ESTUDO DE CASO - CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - CCB UFSC**

DIMENSÕES	INDICADORES	Relevância	Acessibilidade da fonte	Confiabilidade da fonte	Facilidade de mensuração	Capacidade de	Facilidade de compreensão	Clareza na comunicação	Capacidade de Síntese	TOTAL
ASPECTOS PROJETUAIS	Planta de instalação	2	2	1	2	2	2	1	1	13
	Planta baixa de locação das guias	2	2	2	2	2	1	1	1	13
	Planta baixa Caracterização de cada tipo de divisória	2	0	0	2	2	0	0	0	6
	Elevação das divisórias	1	2	2	2	2	2	1	1	13
	Detalhamento das junções entre divisórias	1	2	2	2	2	1	1	1	12
	Detalhamento das interfaces da esquadria com a divisória	1	2	2	2	2	1	1	1	12
	Detalhamento da fixação e interface da divisória	1	2	2	1	2	1	1	1	11
	Detalhamento da fixação das instalações hidráulicas e elétricas	1	0	1	1	-	-	-	-	3

	Especificação de materiais	2	2	2	2	2	2	1	1	14
ASPECTOS CONSTRUTIVOS	Organização do canteiro de obras	2	2	2	2	2	2	1	1	14
	Estocagem materiais	2	2	1	2	2	2	1	1	13
	Locação e fixação das guias	2	2	2	2	0	2	1	1	12
	Colocação dos montantes subsistemas	1	1	0	1	1	1	1	1	10
	Sequência da colocação dos montantes	2	0	1	1	0	1	1	1	8
	Fechamento da divisória	2	2	0	1	1	2	2	1	11
	Instalações prediais	2	2	1	1	1	1	1	1	11
	Revestimento termo/acústico	2	1	1	2	1	1	1	1	11
	Tratamento das juntas das chapas/ execução da massa	2	2	1	1	0	1	1	1	9
	Etapas de acabamento	2	1	1	2	1	2	1	1	11
Gerenciamento	Práticas para redução da geração e reciclagem em obra	2	2	0	1	2	2	1	1	11
	Organização do canteiro de obras	2	2	2	1	2	2	1	1	13

Práticas para logística interna	2	2	2	1	2	2	1	1	<b>13</b>
Triagem/Acondicionamento	2	2	2	1	2	2	1	1	<b>12</b>
Transporte e destinação de resíduos	2	2	2	1	2	2	1	1	<b>12</b>

LEGENDA:

0 PONTO – BAIXO

1 PONTO – MÉDIO

3 PONTOS – ALTO

**Zona segura** (13 ou mais)

**Zona de risco** (10 – 12 pontos)

**Zona insegura** (menos de 10 pontos)

## APÊNDICE C

LEGENDA:

0 PONTO – BAIXO

1 PONTO – MÉDIO

4 PONTOS – ALTO

**Zona segura** (13 ou mais)

**Zona de risco** (10 – 12 pontos)

**Zona insegura** (menos de 10 pontos)

## APÊNDICE D

Questionário Aplicado em Construtoras no Estudo Exploratório

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Empresa:

---

Entrevistado:

---

Função:

---

1. Em que ano a empresa iniciou as suas atividades?

---

2. A atividade da empresa se restringe somente a construção ou também está envolvida na demolição, reforma ou reparo de edificações?

---

---

3. Quantos empregados possui, atualmente, trabalhando nas obras executadas na cidade?

---

---

4. Quantas obras a empresa já construiu na cidade? Quantas estão em execução? E quantas estão em fase de projeto?

---

---

5. Tem indicadores ligados aos resíduos? ( ) SIM ( ) NÃO Quais?

Quais

resultados: \_\_\_\_\_

---

6. A empresa tem alguma prática ligada ao gerenciamento de resíduos? ( ) SIM( ) NÃO  
Quais? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. De que modo os resíduos são manejados em suas obras? Descreva, resumidamente, o caminho deste (produção, manejo, acondicionamento, destinação final).  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8. Quem são os envolvidos nos assuntos relacionados a Gestão de Resíduos? ( ) Diretores( ) Gestor da área de qualidade( ) Gerente de suprimentos( ) Engenheiros de obra( ) Técnicos de edificações( ) Estagiários( )  
Outros \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

9. Em relação a redução da geração dos resíduos a empresa:( ) Desenvolve projetos para produção que minimizam a geração;( ) Especifica de materiais que minimizam a geração;( ) Planeja a execução para que se minimize a geração;( ) Treina a mão-de-obra para que se minimize a geração;

10. Nas suas obras quais dos seguintes produtos são separados? a, ( ) Papel b, ( ) Vidro c, ( ) Metais d, ( ) Plástico e, ( ) Madeira f, ( ) Resíduo de gesso.

11. Existe uma triagem do resíduo de gesso acartonado? ( ) Sim ( ) Não

12. Existe um local específico e separado para armazenar o resíduo de gesso acartonado?  
( ) Sim ( ) Não

13. Há dificuldades de destinação dos resíduos? Quais?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



14. Quantos caminhões são utilizados para o transporte dos Resíduos Sólidos da Construção coletados em suas obras, até o momento? Tem como mensurar?

---

15. Sua empresa contrata caçambas para a retirada dos resíduos? É feito um controle do número de caçambas retiradas em determinado período?

---

16. Você tem conhecimento de algum local no município que receba resíduos de construção civil recicláveis?

---

17. Sua empresa já fez algum contato com a prefeitura verificar a existência de políticas de gestão de resíduos?

---

18. A empresa tem conhecimento da Resolução CONAMA nº307? ( ) SIM ( ) NÃO

19. Conhece a classificação dos diferentes resíduos de construção e demolição conforme tal norma? ( ) SIM ( ) NÃO

20. Para onde estão sendo enviados os seus resíduos? CLASSEB (Gesso, plásticos, papel, metais, vidros, madeiras):

---

21. A empresa já sofreu intervenção por parte dos órgãos públicos na questão dos resíduos? ( ) SIM ( ) NÃO

22. Você considera a empresa geradora de resíduos responsável por seus resíduos?  
( ) SIM ( ) NÃO