

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

THAISA CRISTINA MIRANDA MARTINS

**GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM CANTEIRO DE OBRAS
DE REABILITAÇÃO PREDIAL: UM ESTUDO DE CASO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO

2020

THAISA CRISTINA MIRANDA MARTINS

**GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM CANTEIRO DE OBRAS
DE REABILITAÇÃO PREDIAL: UM ESTUDO DE CASO**

Projeto referente ao Trabalho de Conclusão de Curso como requisito parcial para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental da UTFPR, Campus Francisco Beltrão.

Orientadora: Prof^a Dra. Elaine Schornobay Lui

Co-orientadora: Ma. Tamires Guimarães da Silva

FRANCISCO BELTRÃO

2020



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC2

**GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM CANTEIRO DE OBRAS DE
REABILITAÇÃO PREDIAL: UM ESTUDO DE CASO**

por

Thaís Cristina Miranda Martins

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado às 14 horas, do dia 10 de dezembro de 2020, como requisito para aprovação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão. A candidata foi arguida pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca Avaliadora:

Adir Silvério Cembranel

Membro da Banca

Elaine Schornobay Lui

Presidente da Banca

Denise Andréia Szymaczak

PRA TCC

Tamires Guimarães da Silva

Membro da Banca

Wagner de Aguiar

Coordenador do curso

“A folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os meus guias espirituais por terem me dado a força necessária para concluir esse projeto e por iluminarem todos ao meu redor.

Especialmente à minha irmã de coração Tamires Guimarães, coorientadora deste projeto, por ter confiado na minha capacidade, por me mostrar que era possível, pela paciência, dedicação e incentivo. Você sempre esteve presente, mesmo longe e nos momentos mais difíceis. Agradeço por tê-la em minha vida, te admiro imensamente.

À minha família que me espera na França e que nunca desistiram de mim, Laiana Alvarenga, que sempre esteve disposta a me ajudar neste projeto e me incentivou muitíssimo à concluí-lo, obrigada pelos “puxões de orelha”. Admiro a sua garra e você sempre será uma inspiração para mim. Meu obrigado à Stefanie Hanel que por inúmeras vezes me emprestou seu colo em momentos difíceis e agradeço por todas as vezes que rimos de todos eles. Por todas as epifanias vividas e cafés trocados que levarei para a vida, aprendo muito com você todos os dias. Ao amado Sergio Pertierre, companheiro que sempre acreditou em mim e esteve presente em muitos momentos difíceis, obrigada por torcer por mim e pela paciência.

Ao meu amigo, mentor e chefe Rajen Iyemermal que me abriu as portas para o mercado de trabalho, que fez ser possível o sonho de retornar à França e que confiou em meu trabalho. Eu o admiro imensamente.

Ao meu irmão Fillipe Miranda e minha mãe Ana Magali Miranda pela paciência, apoio e amor incondicional. Agradeço imensamente por serem luz no caos.

À todos as outras pessoas que acreditaram e que participaram direta ou indiretamente na concretização deste trabalho, que eu admiro e que mesmo sem saber, tornaram esse caminho mais fácil, meu muito obrigada: Mateus Henrique Furlan, Alice Aulanier, Renata Kuster, Marina Reis Piva, Giovana Girardi Piva, Fernanda Dieckmann, Taís Cristiani, Renato Fiorati.

RESUMO

MARTINS, Thaisa C. M. Gestão de resíduos sólidos em um canteiro de obras de reabilitação predial: um estudo de caso. 2020. 69 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2020.

O desenvolvimento das cidades gera grandes impactos ambientais, dentre estes, a construção civil é responsável por gerar anualmente uma quantidade significativa de resíduos sólidos. Dessa forma, órgãos públicos e privados passaram a desempenhar uma preocupação a cerca do ciclo de vida dos materiais produzidos e do impacto negativo gerado por estes resíduos. Neste sentido, os resíduos sólidos da atividade de reabilitação predial que possui uma importância expressiva nas cidades europeias, é alvo do presente estudo de caso. A pesquisa teve como foco colocar em prática estratégias para gerenciar os resíduos sólidos em um canteiro de obras na cidade de Villeneuve-la-Garenne na França, como metodologia foi utilizada o planejamento estratégico situacional, a partir disso, se desenvolveu na fase de planejamento o Plano de Qualidade e Meio Ambiente, no qual pode-se destacar como resultado a importância da caracterização dos resíduos para a correta triagem e consequente eficiência da gestão. Além disso, foi realizada uma análise econômica das fases de transporte e tratamento dos resíduos no qual foram gastos um total R\$ 156.892, um valor que foi possível reduzir devido às estratégias utilizadas na gestão destes resíduos, obtendo assim um valor final de R\$ 81.345,00. A partir desses estudos prévios foi possível confeccionar o Plano de Manutenção e Educação Ambiental tendo como principal resultado a mudança de cultura dos trabalhadores verificada ao longo do tempo. Consequentemente, a reabilitação predial gera custos elevados na gestão, pois o tratamento dos resíduos industriais são mais onerosos se comparados com os valores dos inertes, por exemplo. Por fim, foi possível demonstrar através deste estudo que as estratégias utilizadas na gestão dos resíduos de reabilitação predial podem proporcionar vantagens significativas nessa área de estudo.

Palavras chave: Resíduos sólidos, reabilitação, canteiro de obra.

ABSTRACT

MARTINS, Thaisa C. M. Solid waste management in a construction site of building rehabilitation: a study case. 2020. 69 f. Graduation in Environmental Engineering - Federal Technological University of Paraná. Francisco Beltrão, 2020.

The development of cities generates major environmental impacts, among them, civil construction is responsible for generating a significant amount of solid waste annually. So, public and private agencies will give priority to a concern about the life cycle of the calculated materials and the impact generated by this waste. In this way, the solid residues from the building rehabilitation activity that has an expressive importance in European cities, is the target of the present case study. The research focused on putting into practice practical to manage the solid residues in a construction site in the city of Villeneuve-la-Garenne in France, as an application was used the situational strategic planning, from that, if developed in the planning phase of Quality and Environment Plan, the importance of characterizing waste for a correct sorting and consequent management efficiency can be highlighted as a result. In addition, an economic analysis of the phases of transport and treatment of waste was carried out without qualifying expenditures a total of R\$ 156.892, a value that was possible to reduce due to the strategies used in the management of this waste, thus obtaining a final value of R\$ 81.345,83. Based on these previous studies, it was possible to create the Maintenance and Environmental Education Plan, with the main result of changing the culture of workers verified over time. Consequently, building rehabilitation generates high costs in management, since the treatment of industrial waste is more expensive when compared with the values of inert materials, for example. Finally, it was possible to demonstrate through this study that those used in the management of rehabilitation waste can provide elements in this study area.

Keywords: solid waste management; rehabilitation; construction site

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Projeto 3D, fachada da frente do edifício D7	28
Figura 2 - Mapa das edificações do canteiro.....	29
Figura 3 – Fluxograma das fases de gestão de resíduos sólidos.....	31
Figura 4 - Fluxograma do Plano de Qualidade e Meio Ambiente.....	332
Figura 5 - Contêiner de 30 m ³	42
Figura 6 – Recipiente para retenção de líquidos.....	443
Figura 7 - Localização dos contêineres de resíduos	443
Figura 8 – Caminhão poliguindaste.....	466
Figura 9 – Caminhão do tipo basculante	477
Figura 10 – Caixa de palete em polietileno	477
Figura 11 – Zona de resíduos ao final do dia	53
Figura 12 – Fluxograma de trajetória dos resíduos sólidos no canteiro de obras de reabilitação	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Identificação e classificação dos Resíduos Sólidos da Construção Civil segundo o código ambiental francês.....	36
Quadro 2 – Quantificação dos resíduos em toneladas e litros de acordo com o material	37
Quadro 3 - Custo do transporte dos resíduos	48
Quadro 4 – Custo do tratamento dos resíduos.....	50
Quadro 5 - Revenda de materiais.....	51
Quadro 6 - Exemplo de preenchimento da tabela de controle de rotação de containers.....	544

LISTA DE ABREVIATURAS

ADEME – Agência de Transição Ecológica

BSD – *Bordereau de suivi des déchets*

BSDI – *Bordereau de suivi des déchets inertes*

BSDD – *Bordereau de suivi des déchets dangereux*

RSCC – Resíduos Sólidos da Construção Civil

DIB - *Déchet industriel banal*

ISDnD – Instalações de Estocagem de Resíduos Não Perigosos

LTECV – Legislação Relativa à Transição Energética para o Crescimento Verde

E+C - Energia Positiva e Redução de Carbono

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3 REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 Indústria da construção civil e seus impactos	14
3.2 Resíduos sólidos no contexto da construção civil na França	15
3.2.1 Resíduos não perigosos e não inertes	16
3.2.2 Resíduos perigosos.....	17
3.2.3 Resíduos inertes	18
3.3 Economia Circular: novo mercado e oportunidades de gestão de resíduos sólidos	20
3.3.1 A reabilitação predial como nova estratégia de gestão de resíduos.....	22
3.4 Gestão de resíduos sólidos da construção civil em canteiros de obras	23
3.5 Planejamento estratégico situacional para a gestão de resíduos.....	25
4 MATERIAIS E MÉTODOS	27
4.1 Caracterização da pesquisa	27
4.2 Caracterização da área de estudo	27
4.3 Base teórica e organização documental.....	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
5.1 Plano de Qualidade e Meio Ambiente	35
5.1.1 Classificação e quantificação de resíduos.....	35
5.1.2 Controle de resíduos na fonte	39
5.1.3 Reaproveitamento e reutilização de materiais no canteiro	39
5.1.4 Triagem, segregação e acondicionamento.....	40
5.1.5 Transporte e destinação final	44
5.2 Planejamento dos custos de transporte e tratamento dos resíduos	45

5.3 Plano de manutenção e educação ambiental.....	52
5.3.1 Atividades de manutenção	52
5.3.2 Atividades de educação ambiental	54
6 CONCLUSÕES	57
7 REFERÊNCIAS.....	59
ANEXO A – Exemplo de ficha de controle de resíduos BSD.....	66
ANEXO B – Cronograma do sistema de gestão de resíduos	67
ANEXO C – Jogos e fichas pedagógicas da plataforma REVALO	68

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, o processo da evolução humana sempre foi marcado por uma intensa modificação do meio natural. Este processo gradativo tornou-se mais aparente com a criação do ambiente cultural, ou seja, com a fixação do homem nômade e a construção das cidades (DIAS, 2009). Estas foram intensamente modificadas ao longo do tempo, o aumento da população foi proporcional à necessidade de infraestrutura como hospitais, escolas e habitações, dando forma às aglomerações urbanas, tornando o serviço da construção civil indispensável ao homem (PINSKY, 2012).

No entanto, o serviço da construção civil mostrou-se um grande gerador de resíduos sólidos, contribuindo de forma majoritária para a poluição ambiental. No Brasil, em 2017, 62% do total de resíduos gerados eram provenientes da construção civil (ABRELPE, 2017). Na França, esse valor foi de 74% em 2016 segundo a Agência de Transição Ecológica - ADEME (ADEME, 2019).

Grande parte dos resíduos são oriundos dos serviços de demolição. Muitas vezes esse material não é reaproveitado, e dado a destinação e tratamento correto (MENDES e OLIVEIRA, 2008). Neste sentido, a atividade de reabilitação predial, definida ao longo desta pesquisa, tem uma importância expressiva nas cidades europeias, além da conservação do patrimônio cultural arquitetônico, a preocupação com a destinação destes resíduos é uma realidade, representando 28% do total de resíduos para a construção civil (FFB, 2016).

Atualmente, a indústria da construção civil na Europa demonstra um verdadeiro interesse em modificar a maneira como a população pensa sobre os resíduos. Neste sentido, o Parlamento e o Conselho Europeu fixaram como objetivo, a valorização de pelo menos 70% dos resíduos de construção civil e demolição até 2020 (FRANÇA, 2019). Para garantir este objetivo, as práticas adequadas de gerenciamento de resíduos em canteiros de obras são fundamentais.

É neste contexto em que esta pesquisa se apresenta, a partir de um estudo de caso em um canteiro de reabilitação predial, no município de Villeneuve-la-Garenne na França, foi possível traçar as estratégias de gestão de resíduos sólidos da construção civil gerados no canteiro. A gestão dos resíduos no canteiro de obras é necessária para atender à legislação local que vem gradativamente se tornando

mais exigente, realizar a destinação correta destes e também evitar custos desnecessários.

Portanto, a pesquisa pretende ser incentivadora na realização de projetos de reabilitações prediais mais conscientes e foi motivada principalmente pela escassa quantidade de estudos de casos voltados aos resíduos em canteiro de obras de reabilitação predial, principalmente pela especificidade que apresenta este tipo de obra. Neste sentido, espera-se que o estudo possa ajudar empresas e gestores a identificar as estratégias que melhor se adequam à gestão de resíduos neste tipo de canteiro.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Apresentar, as estratégias utilizadas para realizar a gestão dos resíduos sólidos de construção civil em um canteiro de obras de reabilitação predial no município de Villeneuve-la-Garenne, na França.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar as classes de resíduos sólidos da construção civil (RSCC) de acordo com a legislação francesa;
- Quantificar os diferentes tipos de resíduos sólidos da construção civil que são gerados pelo serviço de reabilitação predial;
- Analisar os custos das coletas, transporte e tratamento dos resíduos;
- Utilizar o método do planejamento estratégico situacional para definir as etapas de gestão de resíduos sólidos no canteiro de obras de reabilitação predial;
- Definir as atividades de manutenção da gestão e educação ambiental.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Indústria da construção civil e seus impactos

Historicamente o processo de desenvolvimento das cidades esteve associado a mudança de hábitos dos seres humanos. Inicialmente, os alimentos eram destinados apenas ao consumo imediato, porém com o passar dos anos, surgiu-se a necessidade de produzir mais alimentos e ter espaços para armazená-los, contribuindo para que os povos fixassem suas moradias próximas às margens dos rios. Desta forma, se iniciou a civilização e o processo de assentamento dos povos, em que as necessidades humanas foram sendo modificadas, permitindo o desenvolvimento de infraestruturas que facilitassem as trocas de mercadorias, bem como a sua comercialização (PINSKY, 2012).

O aumento populacional nos séculos seguintes continuou contribuindo para a criação de rodovias, parques, prédios, estruturas de saneamento e todas estas instalações físicas permitem a vida em comunidade (NEUMANN, 2017). Desta forma, a construção civil, sem dúvidas, trouxe e ainda traz muitos benefícios no desenvolvimento urbano e para a qualidade de vida da população, gerando empregos e movimentando a economia (LAMÔNICA *et al.*, 2019).

No entanto, nas últimas décadas tem-se repensado na forma com que essa indústria vem se desenvolvendo. O aumento das aglomerações humanas gera também uma série de problemas socioambientais como aumento dos resíduos produzidos, perda da biodiversidade, diminuição das áreas verdes, poluição nos cursos d'água e inundações (CANHOLI, 2005).

A partir da segunda metade do século XX uma série de movimentos globais envolvendo as questões ambientais, como encontros, conferências, tratados e acordos assinados, formulam e dão contorno às políticas públicas e legislações mais rígidas, que estabeleceram uma nova estratégia de desenvolvimento em que o meio ambiente é parte integrante do progresso humano e não mais um depósito de resíduos (DIAS, 2009).

Na França, os problemas ambientais causados pelos resíduos resultaram em políticas concretas e medidas legislativas mais eficientes. Pode-se destacar a Grenelle 2 n° 2010-788 du 12 juil. 2010 que foi uma legislação que definiu objetivos em termos de construção e urbanismo, transporte, energia, biodiversidade, saúde e

gestão ambiental. Essa lei contribuiu para que soluções de valorização dos resíduos se tornassem mais atrativas que sua destinação em aterros com o aumento do custo de matéria-prima e seu transporte (FFB e ADEME, 2014).

Essa nova estratégia ambiental tem transformado toda uma cadeia produtiva. Blumenschein (2004) mostra a necessidade de mudanças no setor e relata que a cadeia produtiva da indústria da construção civil impacta o meio ambiente em todos os seus estágios, desde a utilização dos recursos naturais e poluição durante a fase da extração da matéria-prima, até o fim da vida útil das edificações e sua demolição. Dentre os impactos negativos gerados em todas as fases, a geração de resíduos sólidos é um dos maiores poluidores do meio ambiente e necessitam de inovações tecnológicas e estratégicas na sua gestão.

3.2 Resíduos sólidos no contexto da construção civil na França

Para o desenvolvimento dessas novas tecnologias e estratégias se faz necessário entender sobre os resíduos sólidos da construção civil (RSCC). Na França, o conceito de resíduos é tudo aquilo que se tornou impróprio para seu uso original. No entanto, a legislação não define um conceito preciso dos RSCC, apresentando apenas uma definição generalista da palavra “resíduos” no artigo L. 541-1-1 do código do meio ambiente, que designa os resíduos como: “qualquer substância ou objeto, ou mesmo, qualquer propriedade móvel em que o detentor descarte ou da qual ele pretenda ou tenha a obrigação de se desfazer” (ACFCI, 2011).

Sendo assim, para identificar de fato o que são os resíduos sólidos provindos da construção civil e de canteiros de obras em geral, a Agência da Transição Ecológica, estabelece uma classificação destes em relação a sua origem. Cada resíduo recebe uma designação, que são as características detalhadas do material, e um código que permite identificar a sua forma de tratamento de acordo com a nomenclatura europeia (COMISSÃO EUROPEIA, 2001). Estas designações podem se encontrar em três grandes categorias distintas: resíduos não perigosos e não inertes (anteriormente chamados de resíduos comuns ou banais), perigosos ou tóxicos em quantidades dispersas e os resíduos inertes (ADEME, 2014).

3.2.1 Resíduos não perigosos e não inertes

Os resíduos não perigosos e não inertes, também chamados de comuns ou banais (DIB – *Déchet industriel banal*), são em geral resíduos industriais, gerados por atividades comerciais e, que em alguns casos, possuem também características de resíduos domésticos (MOLETTA, 2009). No contexto da construção civil são principalmente os isolantes, plásticos, gesso, papel, papelão, tecidos, madeira bruta ou tratada com produtos que não contêm metais pesados, colas, selantes, tintas e vernizes sem solventes que se enquadram na categoria de resíduos comuns, materiais de revestimento e outros produtos e materiais misturados de canteiros de reabilitação (INDDIGO, 2004). Estes resíduos representam 41% (AMORCE e ADEME, 2018) daqueles provindos das obras públicas e são encontrados principalmente em embalagens, em geral são levados às redes de triagem, para então serem encaminhados ao tratamento adequado, pois cada componente recebe um tratamento diferenciado (FFB, 2016).

Os materiais industriais possuem um valor econômico considerável podendo alguns serem revendidos diretamente sem a necessidade de gastos com tratamento, para isso uma rede de triagem deve ser instalada para analisar cada resíduo caso a caso. Na França, os mais comuns de serem submetidos à revenda direta são os metais, tijolos e telhas (COMISSÃO EUROPÉIA, 2016).

No entanto, se a revenda não for possível, pelo material encontrar-se deteriorado, a solução mais utilizada para estes tipos de resíduos é a reciclagem, porém alguns materiais não ainda possuem tecnologias suficientes e viáveis para sua reciclagem, como é o caso do gesso, nestes casos a solução mais usual e interessante é a utilização de aterros (FFB e ADEME, 2012).

Caso existam materiais que estejam contaminados ou misturados e não possam ser tratados separadamente, estes devem ser orientados em direção às Instalações de Estocagem de Resíduos Não Perigosos - ISDnD (ADEME, 2012). Esse armazenamento de resíduos só é permitido em caso de resíduos finais, segundo o Art. 1º do Decreto de 15 de fevereiro de 2016, este termo se refere à resíduos cujo a sua parte valorizável é extraída e que não são mais suscetíveis de serem tratados dentro de condições técnicas e econômicas no momento. Se os materiais estiverem contaminados, devem ser encaminhados para estações de tratamento de resíduos perigosos (FRANÇA, 2016).

3.2.2 Resíduos perigosos

Os resíduos perigosos são os que contêm substâncias perigosas ao meio ambiente ou à saúde humana. Em geral, estes resíduos possuem um acompanhamento mais rigoroso perante a legislação francesa (ADEME, 2014). Segundo Moletta (2009), esta designação agrupa os resíduos que necessitam de tratamento particular e são definidos assim principalmente por suas características de toxicidade devido à presença de substâncias químicas ou biológicas, riscos de incêndio ou de explosão, por exemplo.

Estes são: restos de cola, tintas e vernizes contendo solventes orgânicos ou outras substâncias perigosas, serragem, restos de madeira e placas contendo materiais e substâncias perigosas, embalagens de substâncias perigosas ou contaminadas, alcatrão e produtos de alcatrão, materiais de isolamento contendo amianto, óleos hidráulicos, tubos fluorescentes, baterias e pilhas (INDDIGO, 2004).

A legislação francesa é rigorosa em cada etapa do processo de gestão destes resíduos. Para o acondicionamento, as embalagens devem satisfazer critérios de classificação e etiquetagem definidas no código do trabalho. Antes da coleta os resíduos devem permanecer em estocagens temporárias obedecendo as condições impostas pela legislação, o transporte deve respeitar o decreto ADR de 5 de dezembro de 1996 que fixa as condições dos caminhões, os controles periódicos e a formação dos motoristas. Além disso, um protocolo de segurança deve ser obrigatoriamente estabelecido pelo prestador de serviço, a fim de indicar os cuidados necessários tomados até a sua destinação final (AUGRIS *et al.*, 2002).

Em 2014 os resíduos perigosos representaram 1,3%, ou seja, 3 milhões de toneladas dos resíduos gerados por obras públicas. Pelo menos 0,3% foram de materiais contendo amianto provindos principalmente de obras de reabilitação predial (CHAUVET-PEYRARD e MONTÉRÉMAL, 2018).

Segundo a Comissão Europeia (2016) o manejo dos resíduos perigosos deve ser tratado com muita atenção, evitar a mistura com outros materiais impede a contaminação de resíduos que possam ser reciclados facilmente reduzindo assim, os custos de gestão, pois em geral o tratamento dos resíduos perigosos é mais oneroso que os outros. Os tratamentos são caso a caso devido a especificidade do resíduo, por exemplo, resíduos que contêm amianto recebem o tratamento de vitrificação e seu destino final são em aterros específicos, enquanto os materiais de

pintura e verniz são levados à estabilização, secagem do lodo e em seguida incineração (FFB e ADEME, 2012).

É importante não confundirmos essa incineração controlada, com a queima ilegal de resíduos. Na incineração controlada existe a preocupação com a emissão de gases e a prática pode apresentar uma série de benefícios, como a recuperação de energia em forma de calor ou eletricidade que pode substituir combustíveis fósseis, além da redução do volume dos resíduos, conseqüentemente a redução da necessidade de aterros. No entanto, seus custos de investimento ainda são bastantes elevados (INTOSAI, 2004).

3.2.3 Resíduos inertes

Os resíduos inertes representam cerca de 80% dos resíduos totais gerados pelos canteiros de obras públicas (MOREAU *et al.*, 2017). São aqueles que não são submetidos a nenhuma modificação física, química ou biológica significativa. Não se decompõe, não queimam, não produzem nenhuma reação física ou química, não são biodegradáveis e não deterioram outros materiais com os quais entram em contato. O seu lixiviado pode ser negligenciado e não altera a qualidade das águas superficiais e subterrâneas (DIRETIVA EUROPÉIA, 1999). Estes materiais são: o concreto (armado ou não), materiais betuminosos sem alcatrão, materiais de pavimentos e estradas, pedras, terras e solos (não contaminados e sem matéria vegetal) (ADEME, 2014).

Na França, em geral, estes resíduos são direcionados à outras obras onde possam ser reutilizados ou recuperados por meio da reciclagem de materiais e aterro de pedreiras (MOREAU *et al.*, 2017). Segundo a ADEME (2014) estes também podem ser reutilizados como fundações de estradas ou se dirigir à alguma instalação de reciclagem e apenas em último caso devem ir às zonas de estocagem.

Nos últimos anos verificou-se a redução significativa da quantidade destes resíduos provenientes dos canteiros de obras na França, principalmente dos inertes. Em 2014 o setor registrou 227,5 milhões de toneladas de resíduos, um valor 10% à menos em relação aos dados registrados em 2008. Essa redução da geração, pode estar associado a um período de baixa nas atividades no setor que chegaram a ser inferiores a 12% (MOREAU *et al.*, 2017).

Atualmente, a taxa geral de recuperação destes resíduos varia dependendo da sua classificação. Por exemplo, a proporção de resíduos inertes reutilizados ou recuperados assim que saem do canteiro é de 61% para todo o setor da construção em 2014, uma melhora significativa em relação à 2008 que teve 49% destes valorizados (MOREAU *et al.*, 2017).

Dos resíduos não inertes e não perigosos, os valores de recuperação variam de 30 a 50% (FRANÇA, 2019), devido principalmente à dificuldade de estes serem usados em outros canteiros e raramente usados em aterros. Estes materiais em termos de reutilização e reciclagem têm uma menor performance se comparados com os resíduos inertes (CHAUVET-PEYRARD e MONTÉRÉMAL, 2018).

A redução dos resíduos e o aumento da valorização destes nos últimos anos se deve principalmente a Legislação Relativa à Transição Energética para o Crescimento Verde - LTECV publicada no Jornal Oficial de 18 de agosto de 2015. Visando principalmente reforçar uma independência energética na França e manter o custo da energia à preços competitivos para empresas e cidadãos. No entanto, dentre os seus objetivos, a Lei fixa no Art. 79º um objetivo de recuperação, reutilização, reciclagem ou outras formas de valorização de pelo menos 70% dos resíduos provindos das obras públicas até 2020. Além disso, a Lei define que pelo menos 50% dos materiais utilizados em canteiros de obras em um período de um ano devem ser provindos da reutilização, reemprego e reciclagem de resíduos.

Esta medida é aplicada no intuito de transformar o modo linear de produção em direção a uma economia circular. O projeto de Lei publicado em 2014 pelo Ministério da Ecologia, Desenvolvimento Sustentável e Energia, descreve bem os motivos da criação desta Lei e dentre estes é apresentado no Art. 19, o objetivo concreto de transferir a economia em direção ao modo circular de produção, dissociando gradualmente o crescimento econômico do consumo exagerado da matéria-prima, desenvolvendo a triagem e redução na fonte (principalmente resíduos alimentares e comerciais), reciclagem e recuperação (por exemplo, no setor de construção) (FRANÇA, 2014).

Guziana *et al.* (2014) afirma que a quantidade de resíduos entregues em instalações de incineração diminuirá gradualmente se a taxa de reciclagem e a gestão integrada de resíduos crescerem na Suécia, para tanto, é necessário redesenhar os sistemas de gerenciamento de resíduos para atender as necessidades do país, como por exemplo transformar a economia em circular.

Esta medida tem sido largamente aplicada em países europeus como um dos planos de ação da Comissão Europeia (COMISSÃO EUROPEIA, 2020). A mudança em direção à economia circular é entendida como necessária e justificável para atender às necessidades de gestão dos resíduos nestes países e diminuindo a utilização de aterros sanitários, além de criar oportunidades de serviços, como a reciclagem, reaproveitamento e transformação destes em insumos (LAMÔNICA *et al.*, 2019).

3.3 Economia Circular: novo mercado e oportunidades de gestão de resíduos sólidos

Atualmente na Europa, vive-se um modelo de produção linear, que consiste em uma economia em que os produtos são fabricados, consumidos e descartados, muitas vezes sendo usados apenas uma vez. Este modelo leva a escassez de recursos rapidamente, enquanto na economia circular, os produtos possuem uma vida útil mais longa, evitando o desperdício de recursos, permitindo com que os produtos descartados voltem ao ciclo de produção como insumos e matéria prima (FRANÇA, 2018).

A primeira vez que o termo Economia Circular surgiu na França foi na Conferência Ambiental de setembro de 2013. Segundo o relatório que mostra os avanços da lei de transição energética para o crescimento verde, um dos benefícios que se tem observado durante a transição à economia circular é a criação dos ecoprodutos. Produtos que possuem um design ecológico que permitem uma maior eficiência e durabilidade, evitam a utilização de matéria-prima e também auxiliam na queda dos custos de produção. Além disso, os ecoprodutos também são desenhados para serem reparados com facilidade, que segundo o relatório geram uma quantidade considerável de empregos no território (FRANÇA, 2016).

Segundo a ADEME, após a LTECV em 2015, a economia foi de 60.000 € por ano nas 49 empresas apoiadas e acompanhadas pela Agência, com um tempo médio de 7 meses de retorno de investimento às ações, dentre estas, a triagem mais severa na fonte e criação de novos setores. Uma avaliação das ações relacionadas à prevenção e gestão de resíduos indica que para os próximos anos, a LTECV evitará o desperdício de pelo menos 8,6 milhões de toneladas de matéria e 4.200 GWh de energia anualmente. Segundo o serviço de estatísticas do governo francês,

estas atividades que envolvem a economia circular mobilizam cerca de 545 mil empregos, sendo um verdadeiro gerador de renda para o país (FRANÇA, 2016).

O conceito da economia circular primeiramente promovido pela União Europeia foi um consenso entre diversos países incluindo a China, Japão, Reino Unido, Canadá, Holanda, Suécia, Finlândia, França e por diversas empresas responsáveis pela economia mundial. Este modelo tem como objetivo trazer soluções aos problemas ambientais destes países, além da oportunidade de criação de novos negócios, como a utilização de energias renováveis, como por exemplo a biomassa e o biogás por meio de resíduos orgânicos. A economia circular também permite a abertura de mercado para a reutilização de insumos, remanufatura, reforma de produtos, de componentes e de materiais. Serviços estes, que exigem menos recursos, energia e são mais economicamente viáveis do que a reciclagem convencional (KORHONEN *et al.*, 2018).

Neste sentido, na economia circular os materiais devem ter seu tempo de vida útil maximizado, que devem primeiramente ser recuperados para reutilização, reforma e reparo, depois para remanufatura e somente, ao seu fim de vida, para utilização como matéria-prima, foco principal da reciclagem tradicional (KORHONEN *et al.*, 2018).

Neste conjunto de novos setores, o reuso ou a reutilização consistem na volta direta do uso do item ou produto consumido, como por exemplo, o retorno dos cascos de vidro de cerveja em que o vidro pode ser reutilizado após a sua lavagem e higienização (PAIVA e SERRA, 2014). A reforma e o reparo de materiais além da geração de emprego, também permite a conservação da energia que seria utilizada para a produção de novos materiais. Na economia circular, o design de produtos prevê esse tipo de manutenção (KORHONEN *et al.*, 2018).

A remanufatura consiste no retorno do produto, ou de parte deste, à fábrica, com o objetivo de aproveitar os materiais, como por exemplo em eletrônicos, em que as partes podem ser testadas, reparadas, reformadas e reaproveitadas e o produto revendido ao mercado com a mesmas especificações que anteriormente (PAIVA e SERRA, 2014).

Neste sentido, Paiva e Serra (2014) afirmam que com a adoção destas estratégias de gestão de resíduos, é possível garantir a redução da extração da matéria-prima e do consumo de energia e água, dessa maneira, o produto é muito mais bem aproveitado. Korhonen *et al.*, (2018) afirmam que com estas medidas, o

valor do produto mantém-se competitivo, o ciclo de vida e a qualidade do produto são potencializados podendo também melhorar a eficiência energética de sua produção ou na remanufatura.

3.3.1 A reabilitação predial como nova estratégia de gestão de resíduos

Segundo Lanzinha (2013 *apud* AGUIAR, REIS, APPLETON, 1998) o termo reabilitação define-se como:

“[...] as ações efetuadas para a recuperação e a melhoria de um edifício, tornando-o adequado para o seu uso. O objetivo desta prática consiste em solucionar as deficiências físicas e as anomalias construtivas, ambientais e funcionais, acumuladas ao longo dos anos, procurando ao mesmo tempo uma modernização e melhorias gerais do imóvel sobre o qual incide, melhorando o seu desempenho funcional e tornando esses edifícios aptos para o seu completo e atualizado reuso”.

Dessa forma, ainda na lógica da economia circular, a reabilitação de edifícios é uma forma adequada de reuso das edificações que permite o prolongamento do ciclo de vida das construções.

Esta é uma medida vista por muitos autores principalmente, na Europa, como uma forma de preservar e valorizar a estrutura do património, além de promover a conservação dos recursos utilizados na sua construção, ou seja, reduz os resíduos sólidos provocados pelas novas construções e provoca uma diminuição significativa dos seus custos (JALALI e FIGUEIREDO, 2009).

Em Portugal, a reabilitação começou a ser vista como uma alternativa principalmente devido à crise financeira mundial, que provocou altas taxas de juros e elevou os custos das habitações novas, assim favorecendo o incentivo à reabilitação (COSTA *et al.*, 2014).

Atualmente, o setor da reabilitação apresenta uma média de 40% da atividade da construção civil na Europa. Na França, a LTECV exige a preferência pela renovação das construções existentes, para além de preservar recursos, aumentar o desempenho energético destas construções. O país apresenta um valor acima da média neste setor de atividade e é o terceiro que mais movimentou o mercado europeu da reabilitação (CHAVES, 2009). Sendo assim, este setor também gera altas quantidades de resíduos sólidos, cerca de 38% de todos os resíduos gerados

pelas edificações de obras públicas, enquanto as obras consideradas novas são de 19% (FRANÇA, 2019).

Consequentemente entende-se a necessidade da gestão destes resíduos quando se verifica que apenas de 10 a 30 % dos resíduos são valorizados de alguma forma no setor da reabilitação, enquanto para as construções novas, a valorização varia entre 40 a 60 % (FRANÇA, 2019). Um valor bem acima para as construções novas, considerando um setor que, na França, gera uma quantidade inferior de resíduos.

Estes valores se justificam visto que os canteiros de obra de reabilitação geram resíduos de materiais deteriorados e de baixa qualidade para serem reaproveitados, materiais em mistura (como revestimentos e isolantes térmicos) e/ou provenientes de demolição (FFB, 2016). No que diz respeito as construções novas, a maior parte dos materiais, que são os resíduos inertes, chegam até 61% de reaproveitamento e reutilização, estes podem ser mais facilmente reutilizados em outras obras, como terraplenagem, aterros ou ainda transformados e reincorporados como materiais para novas construções, pois são provenientes do desperdício (ADEME, 2019).

3.4 Gestão de resíduos sólidos da construção civil em canteiros de obras

Os canteiros de obras são locais de trabalho que compreendem o período de execução e produção de um projeto de engenharia civil. A organização da produção neste espaço de trabalho deve ser definida em fases, organizadas anteriormente no anteprojeto e com cronograma definido em seu planejamento operacional (FERREIRA e FRANCO, 1998).

Este período de execução do projeto provoca diversas intervenções locais gerando consequentemente impactos negativos ao meio ambiente, dependendo do porte destas obras. Algumas podem influenciar todo um ecossistema provocando extinções e alterando significativamente as características do solo e da água, a exemplo da construção de barragens que inundam grandes áreas e se não forem bem planejadas podem causar impermeabilização do solo, cortes de vegetação e no âmbito social, deslocamento de famílias inteiras. Além disso, mesmo em obras de pequeno porte, outros impactos significativos são constatados, como a geração de

ruídos, poluição visual e a geração de resíduos que também é inevitável (SPADOTTO *et al.*, 2011).

Segundo Spadotto *et al.*, (2011), algumas ações simples podem ser empregadas para a redução do impacto gerado pelos resíduos sólidos nos canteiros, como a organização do espaço de trabalho, o máximo aproveitamento de materiais, ou seja, diminuição de desperdícios, qualificação da mão de obra, utilização de materiais provenientes da valorização de resíduos da construção e a escolha de materiais certificados ambientalmente, como por exemplo o certificado Energia Positiva e Redução de Carbono (E+C-) que tem como objetivo diminuir a pegada ecológica no setor da construção e reduzir a emissão de gases do efeito estufa (FRANÇA, 2020).

Os resíduos provenientes de obras têm uma composição muito variada devido as atividades diversificadas que podem ser realizadas dentro de um canteiro, ou seja, sua composição também depende fortemente da sua fonte de geração. Este fator torna muito difícil sua separação total por ser altamente heterogêneo (LEVY, 1997).

Para que o material seja encaminhado ao tratamento adequado, é importante fazer uma caracterização e realizar um estudo da sua composição, para tal, alguns fatores devem ser levados em consideração, como: as tipologias e técnicas construtivas existentes, e os materiais disponíveis no local (LEITE, 2001). Essa classificação se não realizada corretamente, pode causar uma deficiência no acondicionamento correto dos resíduos, o que por consequência gera maiores custos de triagem e tratamento, interferindo negativamente na sua gestão. Na França, pelo menos 60% dos resíduos de demolição são constituídos por inertes, no entanto, se misturados e não classificados corretamente, estes serão considerados como não inertes e não perigosos (DIB), que geralmente possuem custos de tratamento mais elevados (FRITSCH, 1998).

Assim, a classificação também é importante para definir os custos de tratamento e transporte dos resíduos, compondo assim a hierarquia de gestão no canteiro. Esta hierarquia estabelece a prioridade em questão de gestão de resíduos, tendo como prioridade a contenção da geração, seguida sua redução, depois a reutilização, reaproveitamento, reciclagem, tratamento e depois em últimos casos a eliminação em aterros. No entanto, anteriormente os custos de eliminação em aterros eram mais baixos que a cadeia de gestão, permitindo assim a criação de

novas leis, que estabelecem essa hierarquia como regra para diminuir os impactos negativos da geração de resíduos (INTOSAI, 2004).

Em relação ao impacto gerado em canteiros de obras, a gestão de perdas pode ser determinante para o controle no processo produtivo. Para Leite, (2001) em relação ao panorama da perda de materiais no setor, os altos índices de desperdício podem ser responsáveis por uma escassez futura de materiais e energia, gerando transtornos em grandes centros urbanos.

Alguns autores afirmam que estas perdas podem ser previstas e reduzidas se forem conduzidas uma boa administração de materiais. A causa destas perdas podem se dar pela baixa qualidade do material empregado, uma mão de obra pouco qualificada e um baixo nível de gerenciamento e sistemática organizacional (SOIBELMAN, 1993; LEITE, 2001; MORAES, 1997). Moraes (1997) afirma que as perdas de insumos apontam para questões de qualidade do material e também determina o perfil do gestor. Sendo assim, a gestão da perda pode melhorar a identificação e o controle das perdas, ajudando a reduzir a quantidade de resíduos durante o processo produtivo.

Além disso, Moraes (1997) afirma em seu estudo de caso, que é possível identificar uma relação entre o índice de perdas de materiais, o gerenciamento e desempenho organizacional. Como consequência da má gestão, tem-se um alto índice de desperdício gerado e elevado custo de gerenciamento destes resíduos.

Em resposta ao exposto anteriormente, o planejamento estratégico situacional é utilizado nesta pesquisa como ferramenta para a implementação de um planejamento da gestão de resíduos, prevendo as consequências do sistema e se adaptando de acordo com o canteiro.

3.5 Planejamento estratégico situacional para a gestão de resíduos

Segundo IIDA (1993), o planejamento estratégico tradicional pressupõe que o objeto do plano é estático, ou seja, que não se modifica ao longo do tempo e que quem o elabora tem plenos poderes sobre ele, no entanto, no ambiente organizacional a complexidade das situações nem sempre permitem um método determinístico. O planejamento estratégico situacional tem a intenção de ser ajustado de acordo com as circunstâncias reais do projeto, ou seja, leva em

consideração as suas adversidades e o analisa de forma flexível, prevendo as diversas situações que podem ocorrer ao longo do tempo.

Alves (2015) define em tópicos os objetivos de um planejamento estratégico na gestão de resíduos, dentre estes é possível citar o respeito à legislação, aplicação do princípio poluidor pagador, no qual é exigido do responsável pelo dano ambiental a eliminação ou a neutralização dos danos (COLOMBO, 2004), neste planejamento incentiva-se também a organização de uma rede de instalação, controle do tratamento, valorização e acondicionamento, tendo como objetivo assegurar a participação do setor da construção no princípio de redução na fonte, além de incitar a utilização de materiais recicláveis no canteiro.

No contexto do canteiro em estudo, o planejamento situacional permitiu o desenvolvimento do plano de gestão de resíduos com o objetivo de reduzir a geração e identificar as inadequações do sistema de acordo com o contexto em que o canteiro se encontra.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização da pesquisa

O presente estudo consiste em pesquisa aplicada, de caráter exploratório, que segundo Sampieri *et al.*, (1991) tem o objetivo de estabelecer uma familiaridade com o assunto estudado, ou seja, aumentar o grau de contato do leitor com o tema, para que seja possível obter informações que levem a pesquisa à um campo mais complexo.

Dessa forma, a pesquisa analisou de forma ampla as estratégias utilizadas na gestão de resíduos sólidos da construção civil em um canteiro de obras de reabilitação predial por meio de um estudo de caso. Os resultados foram apresentados de forma qualitativa e quantitativa, a partir da coleta de informações de fontes primárias, tendo como objeto de estudo um canteiro de obras de reabilitação predial, situado em Villeneuve-la-Garenne na França.

Para o levantamento e análise dos dados secundários, foi realizada revisão de literatura com base em livros, produções acadêmicas e conteúdos publicados por especialistas. Dentre os instrumentos de pesquisas, foram selecionadas bases de dados online para a busca de artigos científicos e demais trabalhos acadêmicos que guiassem o presente estudo, estas são: Google Acadêmico, SciELO (Scientific Electronic Library Online) e Portal de Periódicos da Capes. A escolha destas justificou-se por serem bases conhecidas, de fácil acesso e muito utilizadas por acadêmicos e profissionais.

Também foram realizadas buscas em livros e demais publicações que apresentassem termos específicos ou uma visão geral sobre a temática apresentada, ou seja, gestão de resíduos sólidos em canteiros de obras de reabilitação predial. A partir da pesquisa bibliográfica foi possível conceituar o serviço de reabilitação predial, analisar e classificar os resíduos sólidos da construção civil (RSCC), de acordo com a legislação francesa.

4.2 Caracterização da área de estudo

O objeto de estudo foi um canteiro de obras de reabilitação de fachada (Figura 01) de dez edifícios residenciais (474 apartamentos) no município de

Villeneuve – la – Garenne, na França, durante o período de seis meses (maio a novembro de 2018).

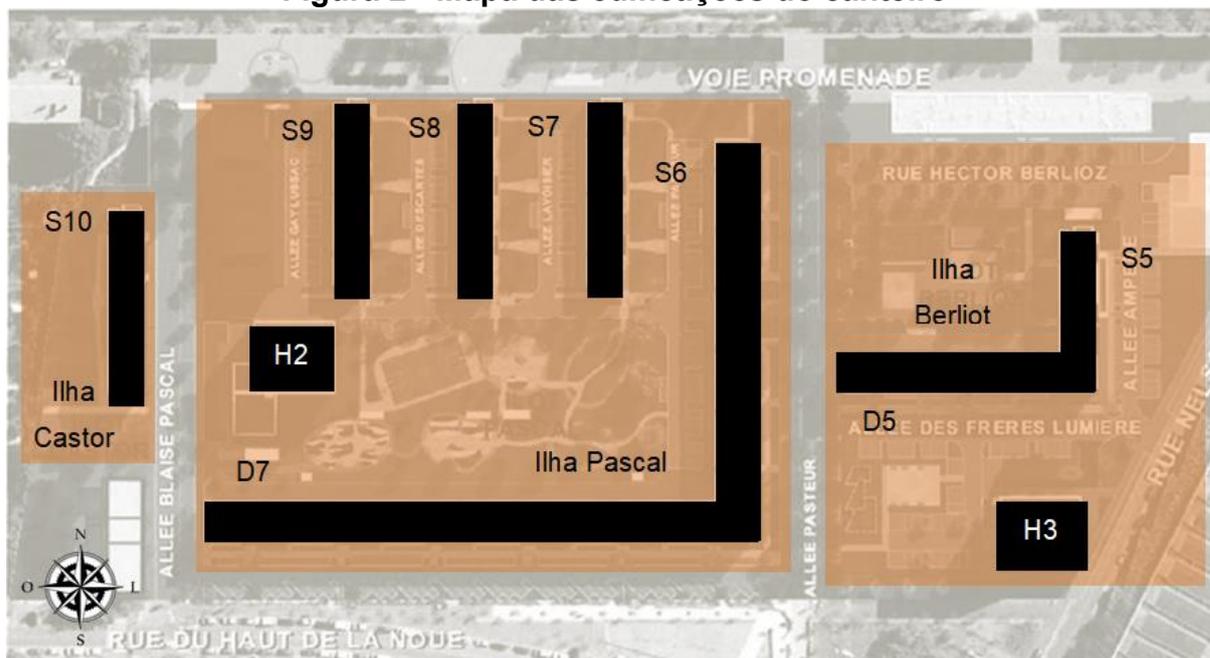
Figura 1 - Projeto 3D, fachada da frente do edifício D7



Fonte: Arquivo GTM Bâtiment (2018).

A execução da reabilitação das fachadas foi realizada pela construtora GTM Bâtiment, empresa que faz parte do grupo VINCI Construction France. Além dos apartamentos, o conjunto de edifícios possui três locais reservados às associações de moradores, duas zonas técnica de manutenção e duas guaritas. Os apartamentos são classificados em dois tipos de imóveis: os prédios em “barras” e as “torres”. Como é possível verificar na Figura 02 abaixo:

Figura 2 - Mapa das edificações do canteiro



Fonte: Arquivo GTM Bâtiment - Plano particular de segurança e proteção da saúde (2018).

O residencial se organiza em três espaços geográficos chamados de ilhas Castor, Pascal e Berliot. Os prédios em forma de “barra” apresentam uma altura variável de três a cinco andares, chamados de D05, D07, S05, S06, S07, S08, S09 e S10. Nas “torres”, os prédios possuem altura de nove andares, chamados de H2 e H3, nestes espaços estão abrigadas as guaritas e os locais reservados às associações.

O projeto de reabilitação de fachadas, com duração de 12 meses, consistiu na troca do isolante térmico de poliestireno existente, por outro de melhor eficiência térmica, a lã de rocha, que tem o objetivo de modernizar o ambiente, atender a legislação vigente e tornar esteticamente mais agradável aos habitantes.

4.3 Base teórica e organização documental

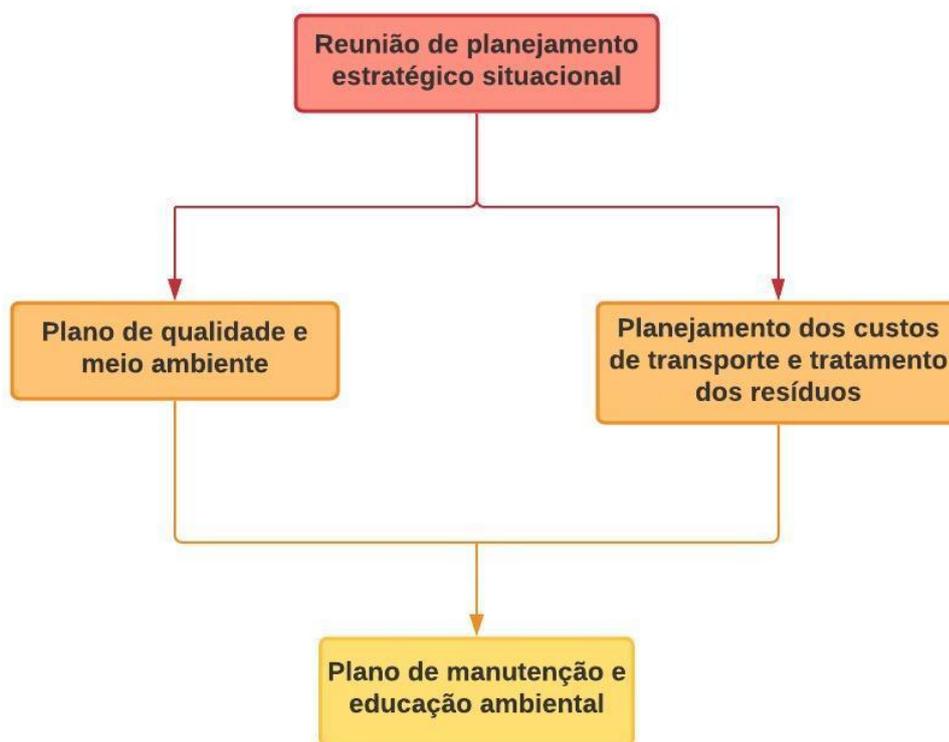
Como principal base teórica empregada para a tomada de decisões na gestão dos resíduos de construção civil dentro do canteiro, foi utilizado o livro “Gestão de resíduos sólidos de canteiros de obra: Guia metodológico” escrito pelo autor francês Pascale Maes (2004).

Para a coleta de dados, verificação da legislação e composição dos documentos foi realizado um trabalho de consulta nos arquivos da prefeitura municipal de Villeneuve-la-Garenne, na França, nos seguintes documentos:

- Decreto n°2016-288 de 10 março de 2016: referente à prevenção e gestão de resíduos;
- Circular ambiental interdepartamental de 15 fevereiro de 2000 relativa ao planejamento da gestão de resíduos de canteiros de obras públicas e privadas;
- Código Ambiental, artigos R541-49, R541-66, R541-45, R541-43: Referentes ao transporte, coleta e venda de resíduos, instalação de containers, responsabilidade dos usuários, registro da produção, transporte, recepção e tratamento adequado;
- Plano de gestão de resíduos das construções de obras públicas de "*Paris et Petites Couronne*".

Após a análise documental foi realizada uma reunião prévia, antes do início das obras, em que foram definidos os objetivos de desempenho esperados no quesito meio ambiente, considerando as reais necessidades do canteiro. Utilizou-se o método de Planejamento Estratégico Situacional, no qual foram discutidas as questões ambientais que deveriam ser solucionadas durante a execução das obras.

Deste primeiro contato duas decisões foram tomadas, a elaboração do Plano de Qualidade e Meio Ambiente e o Planejamento dos Custos de Transporte e Tratamento dos Resíduos. A partir disso, foi elaborado o Plano de Manutenção e Educação Ambiental como demonstrado no fluxograma da Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma das fases de gestão de resíduos sólidos

Fonte: Autoria própria (2020).

O Planejamento Estratégico Situacional foi o método utilizado pela equipe do canteiro de obras de Villeneuve-la-Garenne, para organização da gestão dos resíduos sólidos no canteiro ao longo dos 12 meses seguintes. Para tal, alguns questionamentos foram realizados pelo cliente no intuito de nortear a resolução dos problemas em torno dos resíduos, este planejamento tomou como base o Guia Metodológico de Pascale Maes (2004) citado anteriormente e o Planejamento Estratégico proposto por Alves (2015) em seu estudo.

As questões que foram respondidas na fase de planejamento e que deram contorno às estratégias utilizadas no sistema de gestão foram:

- 1) Quantos e quais resíduos serão gerados em todas as fases da obra?
- 2) Quais ações podem reduzir a geração de resíduos?
- 3) Como podemos valorizar, reciclar ou reutilizar os resíduos gerados?
- 4) Quais são os custos da gestão e como podem reduzi-los?
- 5) Como manter a organização e o sistema de gestão dos resíduos durante os 12 meses de obra?

A partir destas perguntas foi possível identificar os principais problemas e delinear os objetivos da gestão de resíduos, dos quais foram descritos no Plano de Qualidade e Meio Ambiente, que foi dividido em cinco etapas, conforme Figura 4.

Figura 4 – Tópicos do Plano de Qualidade e Meio Ambiente



Fonte: Autoria própria (2020).

Para a confecção do documento o primeiro passo foi a classificação e estimativa quantitativa dos resíduos que seriam gerados nos seguintes 12 meses de projeto, a lista de materiais que compunham a fachada não renovada, suas dimensões, bem como a disposição destes, foi encontrada nos registros técnicos da construção.

A classificação dos RSCC da fachada existente foi realizada a partir do código ambiental francês, Art. R541-8 e a quantificação do metro cúbico de resíduos foi calculada de forma teórica por meios dos projetos dos edifícios. Com o volume (V) dos resíduos em metros cúbicos foi possível por meio da densidade (d) (m³, kg), obter os valores que seriam gerados de resíduos. A partir da Equação (1):

$$\text{Peso} = d \cdot V \quad (1)$$

Em que:

Peso: peso (m^3);

d: densidade (m^3 , kg);

v: volume (kg).

Os dados foram fornecidos de acordo com uma pesquisa realizada nas empresas de coleta, transporte e tratamento antes mesmo de sua escolha, as prestadoras obedecem a classificação dos resíduos e utilizam estes dados para seus cálculos. Dessa forma, os valores de densidade fornecidos foram:

- DIB – $200 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;
- Inertes – $1300 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;
- Poliestireno – $40 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;
- Alumínio – $2600 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;
- Ferro – $7870 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

A partir do planejamento também foi possível escolher as prestadoras de serviços de coleta, transporte e tratamento, considerando os tipos de resíduos, os custos de transporte e tratamento, peso e a localização da estação de transbordo. Por se tratar de um canteiro de reabilitação, o acesso e circulação foram limitados, portanto, foi levado em consideração também aspectos como tipo de caminhão e dimensões dos containers.

Na segunda etapa do planejamento foi estudado os custos de transporte e tratamento dos resíduos que foram considerados, na pesquisa, os valores mais significativos do sistema de gestão.

Para tal foram confeccionadas três quadros, uma indicando os valores de custo do transporte dos resíduos até o destino final, outra do tratamento de todos resíduos gerados no canteiro de obras, de acordo com a classificação dos tipos de resíduos e um quadro de revenda dos materiais de poliestireno, alumínio e ferro. Os valores fixos por toneladas acordados com as empresas, foram escolhidos após um estudo de mercado entre sete prestadoras da região. Dessa forma, a previsão dos custos de transporte e tratamento pôde ser calculada para todo o canteiro. Estes valores foram convertidos de euros (€) para reais (R\$), em um valor de cotação igual a R\$ 4,307/€ para o período de 2018 (BCB, 2020).

O quadro de custos de transporte apresenta valores que são dependentes da quantidade de passagens do caminhão no canteiro de obras, para calcular quantas vezes foi necessário realizar o trajeto, por meio da Equação (2).

$$\frac{\text{Quantidade total de resíduos (m}^3\text{)}}{\text{Tamanho dos containers (m}^3\text{)}} = \text{Quantidade de passagens total} \quad (2)$$

Levando em consideração o estudo realizado previamente, foi elaborado o Plano de Manutenção da Gestão e Educação Ambiental respondendo assim a quinta pergunta realizada na reunião de Planejamento Estratégico: “Como manter a organização e o sistema de gestão dos resíduos durante os 12 meses de obra”. O documento reuniu atividades pontuais de manutenção da gestão no dia a dia, como a organização da rotação dos containers de resíduos. Para as atividades de educação ambiental, uma reunião de abertura do projeto foi criada para entender as necessidades ambientais do canteiro, dos trabalhadores e entender como estes enxergavam o local de trabalho em relação as questões ambientais.

Após a reunião de abertura, um treinamento inicial foi realizado com os colaboradores para abordar principalmente a questão da triagem dos resíduos e o aspecto visual da obra. O treinamento durou 30 minutos e foi realizado antes do início do canteiro. Além disso, nos meses seguintes foi realizada semanalmente a reunião designada de “15 minutos meio ambiente” em que foram abordados assuntos como manejo e descarte dos resíduos perigosos, classificação de resíduos, reutilização e reaproveitamento de materiais, entre outros.

Os assuntos abordados nesta reunião semanal eram escolhidos de acordo com a necessidade das obras, se em uma semana o aspecto visual do canteiro não estivesse de acordo com o esperado, este seria o tema abordado. As reuniões de 15 minutos foram realizadas toda segunda-feira, no intuito de verificar ao fim da semana, na sexta-feira, se as atividades designadas foram cumpridas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Plano de Qualidade e Meio Ambiente

O Plano de Qualidade e Meio Ambiente, apresentou as disposições organizacionais e técnicas estabelecidas pela equipe do canteiro em termos de qualidade ambiental, em que foi possível gerenciar e garantir a conformidade do trabalho com as exigências legais e do mercado, a fim de satisfazer plenamente o cliente e traçar seus objetivos de desenvolvimento sustentável perante a sociedade.

O presente tópico tem como foco discorrer sobre os resultados da análise qualitativa (classificação) e quantitativa dos resíduos gerados, além de discutir os objetivos previstos no Plano de Qualidade e Meio Ambiente sob a ótica da legislação francesa.

A abordagem foi necessária para prever o orçamento, definir uma empresa prestadora de serviço e o Plano de Manutenção e Educação Ambiental, simplificando as etapas seguintes do gerenciamento para os seguintes 12 meses de obra.

5.1.1 Classificação e quantificação de resíduos

De Campos e Tavares (2013) afirmam que a quantificação e a classificação dos RSCC têm grande relevância, pois são estas informações que podem facilitar as tomadas de decisões e estratégias nas políticas de gestão dos resíduos. Além disso, a correta identificação e quantificação dos resíduos facilita o planejamento das etapas seguintes de triagem e segregação, transporte e um planejamento mais racional de sua reutilização e reciclagem (LIMA e LIMA, 2015).

Para esta fase, como mencionado na metodologia, a classificação e quantificação dos RSCC no canteiro de obras do presente estudo foram realizadas por meio de uma análise detalhada dos registros técnicos da construção antes do início das obras. Os resíduos foram identificados e classificados de acordo com a fase da obra no Quadro 1.

Quadro 1 – Identificação e classificação dos Resíduos Sólidos da Construção Civil segundo o código ambiental francês

Fase da obra	Origem de geração do resíduo	Material	Classificação
Retirada da camada isolante	Retirada do complexo isolante	Revestimento	DIB
		Malha de reforço de revestimento	
		Poliestireno (80 mm)	
		Placas de ardal	
	Retirada de detalhe exterior	Alumínio	
	Retirada de cobertura exterior	Ferro	
	Demolição	Blocos de concreto	I
Reposição da nova camada isolante	Embalagem de materiais	Plástico	DIB
		Papelão	
	Paletes e embalagem de materiais	Madeira tipo B	
	Finalização	Cartucho de silicone	
	Pintura	Pinturas/ solventes / óleos	P

I: inertes; P: perigosos; DIB: não inertes e não perigosos

Fonte: Autoria própria (2020).

Na primeira coluna é possível observar as fases da obra, relacionada diretamente a origem de geração dos resíduos na segunda coluna. A partir da retirada da camada isolante foi possível decompor os materiais e classificá-los de acordo com a lista de resíduos estabelecida pela Comissão Europeia (2001) e a classificação de materiais estabelecida pela ADEME (2014).

A classificação dos resíduos na quarta coluna foi indicada pelas siglas DIB, para resíduos não perigosos e não inertes, I para os inertes e P para os perigosos. É possível observar a grande variedade dos resíduos DIB em relação a outras classificações, os não inertes e não perigosos compõem 75% dos tipos de materiais no estudo e são mais diversificados no complexo isolante.

Isso se deve principalmente pela abrangência de materiais que englobam a classificação dos não perigosos e não inertes na legislação francesa, sendo levados a estações de transbordo para que sejam destinados à tratamentos específicos, ou levados à aterros industriais, pois são muito difíceis à serem decompostos e tratados (AFT.IFTIM, 2002).

Além disso, o canteiro é caracterizado como de reabilitação, a retirada do isolante expõe as várias camadas de materiais que são diretamente levados aos

containers e transformados em resíduos. Já na fase de reposição, o material não sofre perdas significativas e os resíduos são principalmente os de embalagem de materiais.

Outro dado importante mostrado é que a geração dos resíduos inertes deve-se principalmente pelas obras de demolição, o que converge com os dados do guia de prevenção e gestão de resíduos da cidade de Lyon na França, em que se afirma que 94% dos resíduos inertes são provenientes de obras de demolição e desconstrução.

Para uma análise mais detalhada foi confeccionada a Quadro 2 referente a quantificação dos resíduos.

Quadro 2 – Quantificação dos resíduos em toneladas e litros de acordo com o material

Material	Identificação e quantificação dos prédios										Total	U
	S10	S9	S8	S7	S6	S5	D7	D5	H2	H3		
Revestimento	4,0	2,3	2,3	2,3	6,1	2,2	8,4	4,5	4,4	4,4	41,1	T
Malha de reforço de revestimento	4,0	2,3	2,3	2,3	6,1	2,2	8,4	4,5	4,4	4,4	41,1	T
Poliestireno (80 mm)	6,5	3,7	3,7	3,7	9,7	3,6	13,5	7,2	7,1	7,1	65,72	T
Placas de ardal	12,1	7,0	7,0	7,0	18,2	6,7	25,2	13,4	13,3	13,3	123,2	T
Alumínio	5,2	2,9	2,9	2,9	7,5	2,4	9,3	4,8	4,1	4,1	46,1	T
Ferro	8	4,3	4,3	4,3	9	3,01	11,5	5,9	5,07	5,07	60,9	T
Blocos de concreto	28,1	11,2	11,2	11,2	44,9	15,0	44,9	22,5	*	*	189,1	T
Plástico	0,05	0,03	0,03	0,03	0,1	0,02	0,1	0,05	0,05	0,05	0,47	T
Papelão	1,9	1,1	1,1	1,1	2,6	1,0	3,6	1,9	1,9	1,9	18,0	T
Madeira tipo B	4,5	2,6	2,6	2,6	6,4	2,3	8,7	4,6	4,5	4,5	43	T
Cartucho de silicone	13,0	6,2	6,2	6,2	15,5	5,6	26,0	14,0	13,3	13,3	119	L
Pinturas/ solventes / óleos	14,0	8,2	8,2	8,2	16,7	6,4	51,4	21,6	18,0	18,0	171	L

*Não existiram operações de demolição.

Fonte: Autoria própria (2020).

No quadro, tem-se os materiais e as quantidades em toneladas (T) para os resíduos inertes (I), e litros (L) para os resíduos perigosos (P) de acordo com cada edificação. As unidades, em litros (L) e tonelada (T), foram escolhidas de acordo com os valores de custo das prestadoras de serviço e o acondicionamento utilizado, mencionados em tópicos seguintes. Os asteriscos nos prédios H2 e H3 para os

materiais de concreto significam que não existiram operações de demolição nestes edifícios.

A partir da Quadro 2 é possível observar que, os resíduos não perigosos e não inertes (DIB) foram gerados em maiores quantidades que outras classificações, representando 70% da quantidade total de resíduos. Portanto, os DIB não são apenas variados como também representam uma parcela majoritária dos resíduos de canteiros de reabilitação.

Além disso, observa-se que o complexo isolante retirado é responsável por uma parte significativa dos RSCC. Se somados os valores de revestimento, malha de reforço, poliestireno e placas de ardal, teremos um total igual a 271,12 T. Este valor representa 43% dos resíduos produzidos em toda a obra, se excluirmos os perigosos por terem valores quase insignificantes, é quase metade do total de resíduos produzidos.

A diferença entre as duas fases se torna clara quando se compara com os valores produzidos na fase de reposição do isolante, em que a origem dos resíduos se concentra principalmente na embalagem de materiais como papelão, plástico e as madeiras de paletes. Estes materiais representam apenas 10% dos resíduos totais produzidos na obra.

Para os resíduos perigosos provenientes das pinturas e solventes que são utilizados em acabamentos e finalizações, não são em grandes quantidades, totalizando apenas 290 L de tubos e latas que foram estocados durante toda a duração das obras em um container de armazenamento de materiais e apenas na fase de finalização foram retirados. É possível perceber que a pesquisa em questão está de acordo com os estudos de balanço e produção de resíduos para o setor da construção em 2016, que indica que os resíduos perigosos (P) são em quantidades menores em um canteiro se comparados com os resíduos inertes (I) e os não perigosos e não inertes (DIB) (FRANÇA, 2019).

Por fim, com base nas informações anteriores as ações de reaproveitamento e reutilização de materiais puderam ser postas em prática dentro do canteiro de maneira mais consciente, reduzindo assim os custos de transporte e tratamento e evitando que estes fossem estocados em aterros. No entanto, antes de pensar em reaproveitar, o tópico a seguir demonstra que a preocupação principal é a não geração e o controle destes resíduos na fonte.

5.1.2 Controle de resíduos na fonte

A redução da quantidade de resíduos é primordial para limitar os impactos ao meio ambiente, assim como reduzir os custos ligados ao seu tratamento. No Plano de Qualidade e Meio Ambiente foi descrita a etapa de controle de resíduos na fonte, como forma de assegurar o cliente e de estar conforme à lei de transição energética para o crescimento verde para a redução da produção de resíduos.

Na obra estudada, as duas grandes fases são a retirada total do isolante e a reintegração de um novo, na primeira fase, as quantidades de isolante retirados (poliestireno) foram calculadas e não puderam ser controladas as quantidades de resíduos gerados. No entanto, na utilização de um novo isolante, o cliente exigiu uma marca específica, denominada de A, necessitando de alguns cuidados técnicos. Por recomendações do fabricante o isolante de marca A foi cortado em formato de L nos ângulos das janelas.

Os cortes em L no nível das janelas foram para assegurar que não houvesse rachaduras no revestimento. No entanto, o isolante A foi inviável pela quantidade de resíduos gerados, resultando em custos desnecessários e o desperdício de materiais. Desta forma, optou-se por um isolante de marca B, que assegurou a continuidade, sem sulcos, o que permitiu otimizar o isolante e utilizar placas inteiras, dispondo-as em uma configuração diferente, sem a necessidade de grandes cortes e sem gastos com o tratamento dos resíduos provenientes da perda de material.

A partir disso, calculou-se que com a troca do isolante A pelo B, pelo menos 340 m³ de material foram poupados, caso contrário seriam diretamente depositados nos containers como resíduos. Os valores salvos de material devido a mudança, foram de R\$ 34.000,00 na cotação de R\$ 4,307/€ em 2018, sem contar os custos de tratamento e transporte dos resíduos, que seriam aproximadamente de R\$ 10.200,00 para o valor total de resíduos.

5.1.3 Reaproveitamento e reutilização de materiais no canteiro

Apesar dos esforços para conter e reduzir a geração de resíduos, na reabilitação predial essa é uma realidade quase inevitável devido a troca de materiais. Portanto, antes da geração dos resíduos, uma análise foi realizada a fim de entender onde poderiam ser usados os materiais em questão.

Dessa forma, uma solução empregada foi a utilização de paletes de madeira provindos da embalagem de materiais para a proteção mecânica das árvores e locais sensíveis. Dentro da área do canteiro, algumas árvores estavam dispostas nas zonas de passagem de máquinas e nas zonas de estocagem de materiais e de resíduos, locais em que poderiam sofrer algum tipo de deterioração, a solução foi envolvê-las com os paletes para protegê-las de possíveis choques mecânicos.

Segundo TOZZI (2006), nem todos os materiais são passíveis de reutilização, mas a madeira se destaca pelo seu grande potencial de reaproveitamento e versatilidade dentro do canteiro, podendo mesmo ser reutilizada na própria construção se apresentar boa qualidade.

A dificuldade do reaproveitamento de outros resíduos no canteiro foi principalmente pelo caráter específico e industrial que compõe estes materiais. O complexo de isolante envolve muitos materiais que não possuem finalidade dentro do canteiro e que podem ser melhor aproveitados se levados ao tratamento e reciclagem. Como foi o caso dos resíduos de plásticos, que foram levados para os centros de triagem e então para a reciclagem, lá a fibra do plástico pôde ser utilizada para compor materiais isolantes. Para tal, foi preciso entender a importância da triagem e segregação dos materiais na fonte.

5.1.4 Triagem, segregação e acondicionamento

Segundo o Código do Meio Ambiente Francês (Art. L.541-2), todo produtor de resíduos deve se encarregar da sua eliminação em condições apropriadas que evite efeitos que venham a prejudicar a saúde humana e do meio ambiente. O termo eliminação se refere às operações de coleta, transporte, armazenamento, triagem e tratamento necessários à recuperação dos materiais reutilizáveis, da energia, ou mesmo o depósito destes resíduos em meio natural dentro das condições apropriadas (FRANÇA, 2010).

A partir do exposto, constata-se que a triagem, segregação e acondicionamento são fases importantes na eliminação dos resíduos e que se bem planejados podem evitar problemas causados por vetores e a dispersão dos resíduos nas vias públicas (INTOSAI, 2004).

Dessa forma, o planejamento desta etapa iniciou-se na triagem e segregação realizadas diretamente em sua origem, logo após sua geração. Na fase de retirada

do isolante, o complexo de isolante foi separado em revestimento, malha de reforço, poliestireno e placas de ardal (Quadro 1). Assim foram feitas nas etapas posteriores, seguindo a decomposição de materiais da Quadro 1, os resíduos de embalagens de materiais classificados como DIB (não perigosos e não inertes) foram utilizados na etapa de assentamento de um novo isolante.

No ambiente de trabalho foram organizadas pilhas de materiais, próximas aos locais de geração, respeitando as devidas classificações de resíduos, só então eram transportadas aos seus respectivos acondicionamentos temporários. Estas pilhas ficavam dentro das chamadas “zonas de resíduos”, geralmente determinadas por pinturas em spray no solo.

Essa prática permitiu a organização do canteiro evitando que materiais, ferramentas e resíduos fossem confundidos e espalhados pela obra o que poderia gerar perda de materiais e mesmo acidentes do trabalho. Para tal, um trabalho de treinamento e sensibilização ambiental, detalhado mais adiante, foi realizado com os colaboradores, que contribuíram de forma ativa na gestão dos resíduos.

De acordo com Maes (2004) o acondicionamento dos resíduos deve cumprir com alguns requisitos para que seja eficaz, como ser à prova d'água, que não permita a entrada de vetores, laváveis, fáceis de manipular, transportar e compatíveis com o veículo de coleta utilizado.

Desta forma, descreveu-se no *Plano de Qualidade e Meio Ambiente* as exigências necessárias que foram discutidas com as empresas de coleta. Além das descritas acima, também foi exigida a utilização de containers ou caçambas estacionárias com volumes variáveis entre 8, 20 e 30 m³ que foram rotativas de acordo com o avanço das obras. Elas foram utilizadas para os resíduos de poliestireno, DIB e inertes de acordo com o seu volume de geração. A Figura 5 abaixo é possível identificar o container de 30m³ utilizado no canteiro.

Figura 5 – Contêiner de 30m³

Fonte: Autoria própria (2018)

Por suas propriedades particulares, os resíduos perigosos devem ser submetidos a alguns cuidados no seu armazenamento, como por exemplo, devem estar protegidos em locais impermeáveis e das ações de intempéries, seus recipientes devem estar preparados para a captação de eventuais vazamentos (AUGRIS *et al*, 2002). De acordo com o código do trabalho, art. L.231-6 e R.231-51, os resíduos devem ser devidamente etiquetados conforme às regras internacionais e sua mistura com outras substâncias e/ou objetos é proibida, bem como sua embalagem deve obedecer a lista definida na legislação. O dispositivo de armazenamento que se encaixou nas condições foi um saco plástico para agrupar os resíduos e um recipiente de retenção como na Figura 06.

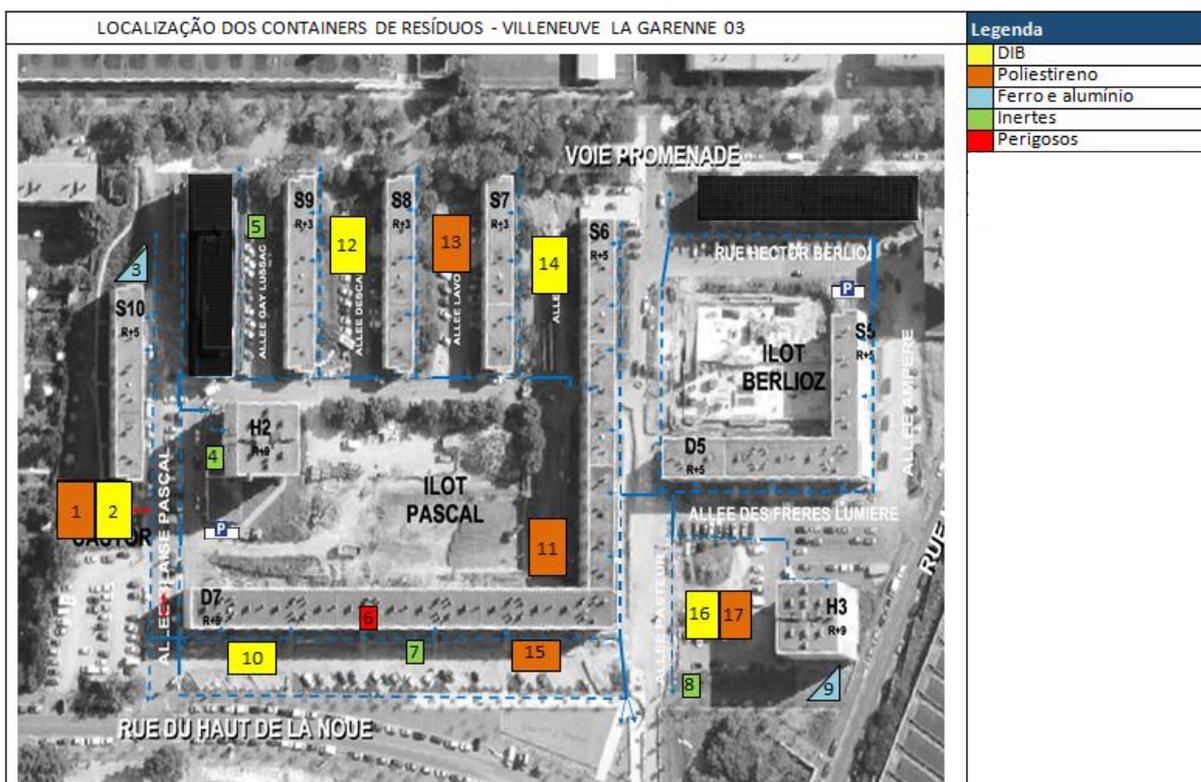
Figura 6 – Recipiente para retenção de líquidos



Fonte: Bac de retention.fr (2020).

A partir dos dados de classificação e quantificação dos resíduos foi confeccionado um plano de localização dos containers dentro do canteiro como é possível verificar na Figura 7.

Figura 7 - Localização dos contêineres de resíduos



Fonte: Arquivo GTM Bâtiment – Plano de Qualidade e Meio Ambiente (2018).

A numeração dos containers foi essencial para estabelecer o planejamento das coletas, organizando assim as rotações necessárias. O plano foi enviado para as empresas de coleta e facilitou no transporte e organização dos resíduos. Neste, foram distribuídas 17 áreas em que ficariam os containers de tamanhos variados e que seriam trocados semanalmente de acordo com o avanço das obras. As

caçambas de poliestireno e DIB são as mais numerosas por terem os maiores valores de resíduos gerados. Os resíduos perigosos, por não serem em grandes quantidades, foram depositados dentro da área interna do prédio D7, garantindo a segurança necessária.

5.1.5 Transporte e destinação final

Previu-se no planejamento que o transporte interno dos resíduos seria realizado por meio de carrinho de mão e ao manusear resíduos perigosos, a utilização de óculos de proteção e luvas se faz necessária. Para os resíduos inertes, que consistiam em blocos de concreto, foi previsto um serviço especializado para a retirada dos blocos por meio de polias e em seguida depósito destes nas caçambas.

O transporte externo dos resíduos foi realizado pelo serviço especializado das prestadoras que além de transporte fornecem a triagem e o tratamento adequado. Nesta etapa foi descrito no Plano de Qualidade e Meio Ambiente o que legislação impõe às prestadoras de serviço de coleta, como por exemplo, a declaração ou autorização da prefeitura local para o transporte nas vias do município e o acompanhamento do resíduo, desde a coleta, transporte até o destino final. O documento chamado de BSD (ANEXO A), para resíduos industriais não inertes, BSDI para os inertes, ou BSDD para resíduos perigosos, deve ser feito a cada coleta (AUGRIS *et al.*, 2002).

O preenchimento da ficha de controle (ANEXO A) foi feito em cada coleta contendo os dados do gerador, tipo de resíduo, quantidade, assim como os dados do transportador e local de destinação final. Uma via das fichas era assinada e guardada no canteiro de obras como garantia da destinação correta dos resíduos.

Para os resíduos perigosos, o Código do Meio Ambiente na França diz que por causa de suas características particulares algumas medidas de precaução devem ser adotadas na coleta e transporte, por exemplo a formação do motorista caso um acidente aconteça e a utilização de veículos especiais para o transporte (FRANÇA, 2010).

Na destinação final, o objetivo seria que soluções de reciclagem, reutilização e tratamento fossem priorizadas no lugar da utilização de aterros. No entanto, segundo o grupo INTOSAI (2004), a estocagem de resíduos em aterros ainda é a

solução mais utilizada quando se trata de resíduos que ainda não possuem tecnologias de tratamento.

5.2 Planejamento dos custos de transporte e tratamento dos resíduos

A etapa com maior custo no sistema de gestão de resíduos é a coleta e transporte, é necessário realizar um estudo detalhado e cuidadoso dos custos antes de escolher a prestadora que mais se adequa no cenário em análise (INTOSAI, 2004).

O presente tópico discorre sobre os custos das etapas de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos RSCC, fator essencial para a escolha adequada das prestadoras de serviço. Além dos custos, é importante lembrar que para a escolha das prestadoras foi levado em conta também que estas deveriam ser licenciadas e seguir recomendações previstas em lei, como por exemplo, o centro de tratamento e destino final deveriam ser legalmente inscritos no plano regional de resíduos industriais e deveriam estar localizados nas proximidades do canteiro (AUGRIS *et al.*, 2002).

Dessa forma, tomando por base um estudo de custo feito entre sete diferentes prestadoras, foi possível escolher três que mais se adaptaram a situação do canteiro. O primeiro fator a ser levado em consideração, foi o tipo de resíduo a ser tratado, se inertes, industriais ou perigosos, a partir da classificação de resíduos (Quadro 2) foi possível saber que tipo de coleta poderia ser empregada, ou seja, o tipo de caminhão necessário para o transporte e as dimensões dos containers. Tal abordagem foi necessária, pois por ser um canteiro de reabilitação, o espaço era limitado, com vias bem definidas, diferente das construções novas em que geralmente existem grandes áreas livres a serem construídas.

Dessa forma, de acordo com as empresas terceirizadas, três tipos de transporte poderiam ser utilizados. Para os resíduos inertes, o caminhão utilizado foi do tipo poliguindaste, que são caçambas de 8 m³ como na Figura 8.

Figura 8 – Caminhão poliguindaste

Fonte: Arquivo interno GTM Bâtiment (2018).

Questionou-se o motivo do baixo volume da caçamba oferecido pelas prestadoras e de acordo com as mesmas, devido à alta densidade dos materiais inertes, caçambas muito volumosas podem ultrapassar os valores máximos de carga permitidos nas vias urbanas. Na legislação francesa (Art. 32 do Decreto de 15 de março de 1968 do Código de Vias) para um caminhão semirreboque com um eixo traseiro, que é o caso das poliguindastes, o peso máximo deve ser de 21 toneladas.

Apesar dos gastos com transporte aumentarem devido ao maior número de coletas que os caminhões fizeram para a gestão dos inertes, as caçambas de 8 m³ foram bem aceitas pela praticidade no espaço reduzido do canteiro compensando no ganho de tempo com manobras e diminuindo o risco de acidentes.

Por outro lado, os resíduos não perigosos e não inertes (DIB), foram utilizados contêineres de 30 m³ por causa da grande quantidade de resíduos gerados. Sabe-se que o custo do transporte é faturado em cada coleta, portanto o benefício se justifica quando utilizado os maiores valores de volume de acondicionamento diminuindo assim o número de trajetos e o custo com transporte. Estes contêineres foram transportados em caminhões do tipo basculante com carga máxima de 32 toneladas como o representado na Figura 9 (Art. 32 do Decreto de 15 de março de 1968 do Código de Vias).

Figura 95 – Caminhão do tipo basculante



Fonte: Site Planeta Caminhão (2020).

No intuito de garantir a segurança no transporte dos resíduos perigosos, foram utilizadas caixas de paletes em polietileno de 660 L, como na Figura 10.

Figura 10 – Caixa de palete em polietileno



Fonte: CENPAC (2020).

O transporte de resíduos perigosos não teve custo, pelo fato de a estação de tratamento estar muito próxima ao canteiro, assim foi realizado um acordo com a empresa de tratamento. A caixa de palete não foi adquirida com o orçamento do canteiro, esteve inclusa no preço do tratamento dos resíduos perigosos, pois foi realizado um acordo entre GTM Bâtiment e a empresa prestadora de serviços. Respondendo assim, o quarto questionamento da reunião de planejamento, “como podemos reduzir os custos da gestão”.

Além disso, o acordo realizado entre a prestadora e o canteiro, estabeleceu que os materiais de alumínio, ferro e poliestireno fossem reaproveitados diretamente

em outros canteiros devido à alta qualidade dos resíduos retirados, ou seja, realizou-se a revenda destes materiais para diminuir os custos com o tratamento e transporte daqueles que não poderiam ser reaproveitados diretamente.

Dessa forma, foram verificados os custos do transporte de resíduos, após a escolha da prestadora na Quadro 03.

Quadro 3 - Custo do transporte dos resíduos

NOMENCLATURA DOS CONTAINERS	MATERIAL	QUANTIDADE DE COLETAS	CUSTO DE TRANSPORTE (R\$/Coleta)	TOTAL DO CUSTO DE TRANSPORTE (R\$)
DIB (30 m³)	Revestimento	7	340,25	2.381,75
	Malha de reforço de revestimento	7		2.381,75
	Placas de ardal	21		7.145,25
	Plástico	10		3.402,50
	Papelão			
	Madeira tipo B			
Poliestireno (30 m³)	Poliestireno (80 mm)	55	521,15	28.663,25
Inertes (8 m³)	Blocos de concreto	19	258,42	4.909,98
Alumínio e ferro (T)	Alumínio	4	0	0
	Ferro	7		
Perigosos (660 L)	Cartucho de silicone	1	0	0
	Pinturas/solventes / óleos			
Total		131	1.119,82	48.884,48

Fonte: Autoria própria (2020).

No Quadro 03, temos na primeira coluna, a identificação dos acondicionamentos dos resíduos de acordo com suas classificações, apesar do poliestireno, alumínio e ferro serem considerados materiais não inertes e não perigosos (DIB) estes não possuíam o mesmo acondicionamento dos materiais DIB e foram utilizados contêineres segregados. Os materiais presentes na segunda coluna foram classificados e calculados as suas quantidades de coleta a partir dos seus valores de acondicionamento, pois os valores do custo do transporte foram obtidos a partir do número de coletas, o que depende diretamente da capacidade do acondicionamento utilizado.

As quantidades de passagem dos resíduos de plástico, papelão e madeira tipo B foram as mesmas, pois estes resíduos em geral se misturavam nos containers

por serem da mesma classificação, a DIB, estes foram levados à mesma estação de triagem de onde partem para suas respectivas estações de tratamento.

Segundo Brischoux (2001), as novas prioridades no tratamento de resíduos resultaram a uma importante modificação do padrão da logística, que antes era limitada a uma lógica linear, em que caçambas e contêineres eram levados diretamente aos seus destinos, sem triagem ou tratamento prévio. Conseqüentemente, os transportes eram curtos e seus custos baixos pelo fato dos resíduos serem levados a um mesmo local, geralmente aterros. No entanto, atualmente, a logística e seus custos tiveram que se adaptar à gestão destes resíduos, estes são coletados e podem seguir em inúmeras direções, como centros de triagem, incineração, centros de reciclagem, entre outras até sua destinação final.

Estas reorientações em termos de tratamento se traduzem em impactos significativos nos custos do transporte. Como é possível observar no Quadro 3, o preço por tonelada de poliestireno foi o mais caro se comparados com os outros resíduos, chegando a ser 53% maior que os DIB e duas vezes mais caro que os resíduos inertes.

Isso se deve à distância da estação de reciclagem de poliestireno se encontrava a 22 km do canteiro, enquanto as dos demais resíduos situavam-se entre 3 e 10 km. A estação foi escolhida, pois a sua revenda demonstrou ser uma solução mais interessante em termos de gestão de resíduos e cumpria com os objetivos de reaproveitamento, reciclagem ou reutilização dos materiais estabelecidos no Plano de Qualidade e Meio Ambiente.

Além disso, os poliestirenos representaram quase 60% do custo total de transporte de resíduos, valor que foi justificado, além da distância da estação, também pelo volume dos resíduos que faz com que precise de mais trajetos para a completa gestão.

Por fim, foi possível observar que não foram cobrados valores de transporte para os resíduos de alumínio e ferro, pois foi possível realizar um acordo com a prestadora de resíduos e a GTM Bâtiment. Estes resíduos foram revendidos a preços inferiores do mercado e sua estação de reciclagem situava-se a 3 km do canteiro. Da mesma maneira, os resíduos perigosos também não tiveram valor de transporte, pois além de terem sido feitas apenas uma coleta, o custo de tratamento foi cobrado por 660L de resíduo, sendo mais de duas vezes o que o canteiro gerou e o mínimo que a estação poderia cobrar.

Fica claro a partir do exposto, que o sistema logístico possui uma relação direta com o tratamento, o conjunto desses elementos forma uma rede que permite a reintrodução dos resíduos na cadeia de produção e sua chegada ao destino final adequado, por isso a complexidade do estudo destes dois fatores.

Em seguida, continuando nossa análise, a Quadro 04 foi elaborada para relatar os custos dos tratamentos adotados.

Quadro 4 – Custo do tratamento dos resíduos

NOMENCLATURA DOS CONTAINERS	MATERIAL	CUSTO DE TRATAMENTO (R\$/T)	CUSTO TOTAL DO TRATAMENTO (R\$)
DIB (30m³)	Revestimento	361,78	14.869,16
	Malha de reforço de revestimento		14.869,16
	Placas de ardal		44.571,29
	Plástico		170
	Papelão		6.512,04
	Madeira tipo B		15.556,54
Inertes (8m³)	Blocos de concreto	58,14	10.994,274
Perigosos (660L)	Cartucho de silicone	465,15	465,15
	Pinturas/ solventes / óleos		
Total		885	108.007,61

Fonte: Autoria própria (2020).

Verificou-se que os resíduos DIB representaram 90% do custo total de tratamento, apesar de não ser o valor mais caro de R\$/T, a quantidade em toneladas foi mais significativa que as outras classificações. A variedade de materiais faz com que esta classificação precise de uma etapa de triagem, o que torna o seu valor por tonelada alto em relação aos inertes.

Também foi possível perceber que os valores em R\$/T dos resíduos perigosos foram os mais caros devido a alta especificidade do seu tratamento, além da triagem. Segundo o protocolo europeu de tratamento, todo resíduo de embalagem deve ser reciclado o máximo possível. As latas de pinturas e cartuchos de materiais devem ser esvaziadas e limpas, na estação de tratamento, assim podem ser classificadas como resíduos não perigosos e então recicladas.

Os resíduos líquidos e perigosos provenientes da limpeza das embalagens devem ser tratados em estações especializadas (COMISSÃO EUROPÉIA, 2016).

Para a reabilitação dos edifícios, apesar do custo alto em R\$/T de tratamento, o seu valor total foi o mais baixo se comparado com outras classificações, devido a pequena quantidade gerada.

É possível observar no Quadro 4, que foram descritos apenas três classificações de resíduos, os valores de tratamento dos materiais de poliestireno, alumínio e ferro, são de revenda e representam um saldo positivo no valor final. Dessa forma, a Quadro 5 foi confeccionada com os valores de revenda dos materiais.

Quadro 5 – Revenda de materiais

NOMENCLATURA DOS CONTAINERS	MATERIAL	VALOR DE REVENDA (R\$/T)	VALOR TOTAL DA REVENDA (R\$)
Poliestireno (30m³)	Poliestireno (80 mm)	818,3	53.778,676
Alumínio e ferro (T)	Alumínio	301,49	13.898,689
	Ferro	129,21	7.868,889
Total		1.249	75.546,25

Fonte: Autoria própria (2020)

É possível observar que os maiores valores de revenda são do poliestireno, que representaram 71% do total. Dessa forma, foi possível recuperar R\$ 75.546,00 e diminuir os gastos com outros tratamentos, resultando em um total de R\$ 32.461,35 com gastos totais de tratamento de resíduos ao invés de R\$ 108.007,61 que seria o valor não abatido da revenda.

Existe uma ampla gama de opções para gestão e tratamento de resíduos, a revenda pode ser referida como uma opção pré-tratamento, pois assim como o reaproveitamento de materiais é uma medida a ser analisada antes do envio de materiais ao tratamento, essa lógica faz parte da hierarquia de resíduos, em que se respeita uma ordem de prioridade para o tratamento destes. É importante respeitar esta hierarquia que permite economizar recursos e reduzir os custos (COMISSÃO EUROPÉIA, 2016).

Por fim, foi possível perceber que o tratamento de resíduos foi realizado caso a caso, dependendo das condições legislativas e levando em consideração os aspectos econômicos, técnicos e ambientais. Se compararmos os custos de transporte (Quadro 03) e tratamento (Quadro 04 e Quadro 05) de resíduos,

observamos que apesar dos esforços para reduzir os valores de transporte escolhendo estações mais próximas ao canteiro e realizando acordos com as prestadoras, ainda sim estes superaram em até R\$ 16.423,13 os valores de tratamento com a revenda de materiais, tendo um total de R\$ 81.345,00 para estas duas fases da gestão.

5.3 Plano de manutenção e educação ambiental

O plano de manutenção teve como objetivo aumentar a qualidade ambiental, com a realização de atividades simples, de caráter cotidiano, realizadas nas fases seguintes à preparação do canteiro. Diferente do Plano de Qualidade e Meio Ambiente que foi um estudo técnico, legislativo que estabeleceu os objetivos da gestão. Este tópico é uma resposta das etapas anteriores e tem como interesse demonstrar as ações realizadas no cotidiano do canteiro e responder o questionamento “Como manter a organização e o sistema de gestão dos resíduos durante os 12 meses de obra?”.

5.3.1 Atividades de manutenção

As atividades de manutenção da gestão consistiram principalmente em focar em três esferas: a física, em que se controlou o desempenho visual do ambiente; a intelectual, que esteve relacionada ao direcionamento das ações e a tomada de decisão; e a social, em que se promoveu a mudança de valores e criou a interação entre pessoas e ambiente. As três esferas funcionaram em conjunto na manutenção do canteiro.

Na física, o objetivo foi tornar o ambiente menos poluído visualmente promovendo a limpeza diária da área do canteiro trinta minutos antes do fim do dia de trabalho, evitando assim, que resíduos permanecessem fora da zona dos contêineres e caçambas, como é possível observar na Figura 11.

Figura 11 – Zona de resíduos ao final do dia

Fonte: Autoria própria (2018).

Manter uma rotina padronizada de manutenção da limpeza permitiu a organização do canteiro simplificando ao máximo o seu espaço e deixando as zonas com fácil acesso. Segundo Campos *et al.* (2006) esta prática permite não só a liberação do espaço físico, mas a diminuição dos custos de manutenção, melhor análise dos recursos e sua reutilização. Outros métodos que promoveram a organização visual foram a etiquetagem dos materiais, definição das zonas e a classificação diária dos resíduos, isso facilitou o arranjo funcional do local de trabalho e otimizou as áreas de estocagem.

Na esfera intelectual as atividades consistiram em tornar o ambiente de trabalho mais útil espacialmente, utilizando os recursos disponíveis, trabalhando apenas com o essencial e evitando a compra de materiais sem planejamento. Além disso, no direcionamento das ações, definiram-se os responsáveis pela continuidade do processo, ou seja, foram delegadas funções aos trabalhadores, como indicar, de maneira voluntária, um funcionário responsável por todo o fluxo de materiais nos contêineres de resíduos permitindo que este interagisse de maneira ativa com o meio e participasse da tomada de decisão de classificação dos resíduos.

Nesta fase concretizou-se a planificação semanal de rotação dos contêineres com o objetivo de manter o registro e controle de todos os resíduos saídos do canteiro, bem como planejar as coletas quando necessárias, como os exemplos de preenchimento presentes na Quadro 6.

Quadro 6 - Exemplo de preenchimento da tabela de controle de rotação de containers

DATA	EMPRESA COLETORA	IDENTIFICAÇÃO	COMANDA	NÚMERO DO ACONDICIONAMENTO
DD/MM/AAAA	Vermelha	DIB	Retirada de container	1
DD/MM/AAAA	Azul	Inertes	Troca de container	2
DD/MM/AAAA	Vermelha	Poliestireno	Depósito de container	3
DD/MM/AAAA	Cinza	Metais	Depósito de container	4
DD/MM/AAAA	Azul	Perigosos	Depósito de container	11

Fonte: Autoria própria (2018).

Os dados foram preenchidos pela ordem de data do pedido de coleta, empresa prestadora do serviço, identificação dos containers de resíduos, o tipo de comanda, que pode ser de retirada, troca ou depósito de contêiner e o número do acondicionamento para a localização dos contêineres dentro do canteiro. Dessa forma foi possível otimizar a utilização dos serviços de coleta.

Na terceira esfera, a social, estabeleceu-se o acesso à informação, tendo como base a mudança de cultura e comportamento dos trabalhadores desenvolvendo seu comprometimento com as questões ambientais dentro do canteiro por meio de reuniões, treinamentos, utilização de quadros informativos espalhados pelo canteiro e monitoramento das zonas. Esta etapa foi muito importante para o desenvolvimento das relações humanas e o senso de responsabilidade ambiental dentro do canteiro e será discutida mais detalhadamente no tópico seguinte.

5.3.2 Atividades de educação ambiental

As atividades de conscientização e educação ambiental contaram com o apoio da plataforma online *REVALO*, uma ferramenta de gestão de resíduos utilizada pelo grupo VINCI, em que foi possível baixar o material suporte para as atividades de educação ambiental, como jogos, fichas pedagógicas e vídeos (ANEXO C). O material possui recomendações de uso e as apresentações foram

realizadas de maneira didática em *Power Point* com imagens do próprio canteiro e adaptando o material para a realidade da obra. Além disso, foi possível montar um cronograma para a realização das etapas de gestão suprindo as necessidades do canteiro (ANEXO B).

A partir da reunião de lançamento do projeto, realizada de acordo com o cronograma de gestão de resíduos (ANEXO B), os trabalhadores puderam entender como funcionaria a dinâmica de gestão pelos 11 meses seguintes. Pôde-se envolvê-los na questão perguntando sobre problemas ambientais identificados em outros canteiros no qual estes haviam trabalhado, analisando como estes enxergavam os resíduos sólidos nos canteiros e buscando ouvir as soluções que propunham.

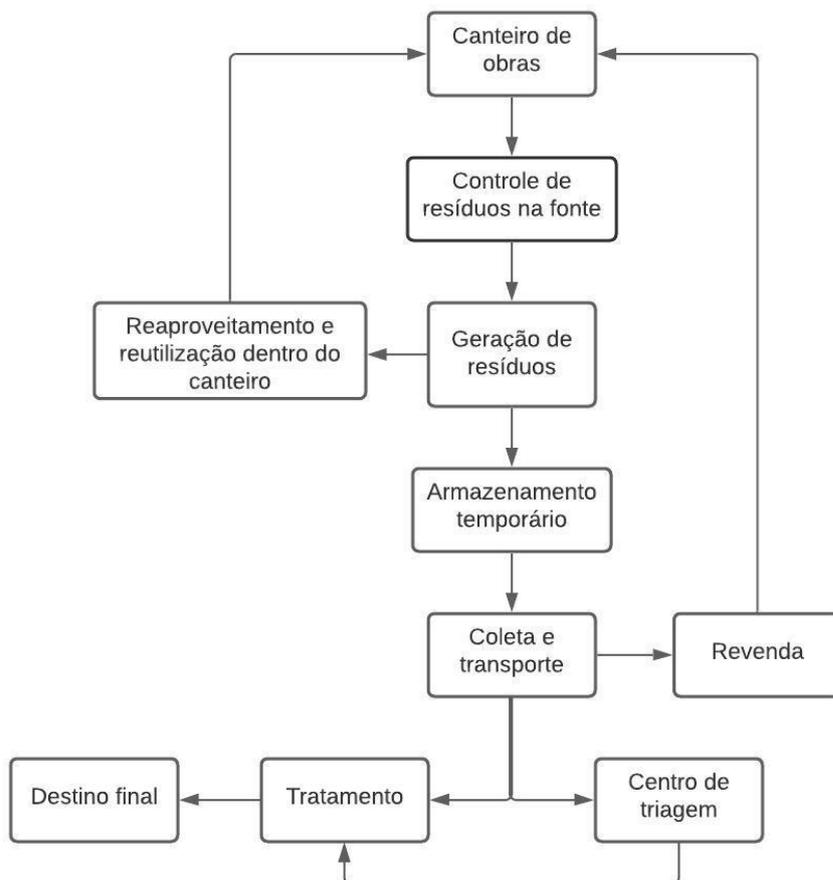
O treinamento permitiu que os colaboradores tivessem uma visão geral e inicial de como funcionaria a gestão de resíduos no local durante os meses seguinte, no entanto, os mesmo conceitos tiveram que ser revisados várias vezes nas reuniões de “15 minutos meio ambiente”, principalmente a respeito da classificação dos resíduos nos containers e o aspecto geral da obra. Inicialmente houve certa resistência em colocar em prática os conceitos vistos em escritório, com o tempo, foi observado que o conhecimento foi sendo assimilado.

Segundo Campos *et al.* (2006), esta etapa de educação ambiental, além de melhorar a qualidade do projeto, molda a estrutura organizacional do ambiente, aumenta a produtividade dos trabalhadores, elimina os desperdícios, o retrabalho e conseqüentemente diminui os custos da gestão. Na França, estimou-se que o custo de tratamento dos resíduos no ano de 1999 foi de 2,54 bilhões de euros, este número se reduz para 1,31 bilhões de euros após a implementação de projetos de educação ambiental e cadeias de triagem de resíduos (FFB, 2016).

Portanto, as atividades de educação ambiental foram essenciais, pois foi desenvolvido um senso de autodisciplina e compromisso das equipes no desempenho das atividades. Além da manutenção da qualidade ambiental do canteiro e redução do desperdício o que resultou em um alto padrão na gestão dos resíduos.

O planejamento estratégico situacional foi de extrema importância para definir os objetivos da gestão dos RSCC no canteiro de obras. As ações realizadas foram descritas no Plano de Qualidade e Meio Ambiente e a partir dos resultados expostos até aqui, foi possível traçar a trajetória dos resíduos no canteiro de obras de reabilitação de acordo com o fluxograma na Figura 12.

Figura 12 – Fluxograma de trajetória dos resíduos sólidos no canteiro de obras de reabilitação



Fonte: Autoria própria (2020).

Podemos observar que o fluxo de resíduos no canteiro é dinâmico e exige muito planejamento técnico para entender qual a trajetória e os custos que envolvem sua gestão caso a caso.

6 CONCLUSÕES

O exame da literatura demonstra a preocupação crescente com as questões ambientais no mundo, principalmente no que diz respeito os resíduos sólidos. Dentro do contexto atual, vemos a urgência no qual se encontra a nossa sociedade em pensar em novos modos de produção, consumo e a forma como pensamos no que é rejeito. Na França, esta mudança se manifesta em uma reorientação na legislação e políticas de gestão de resíduos.

Conforme apresentado ao longo da pesquisa, foi possível reforçar a importância que as políticas públicas tiveram para fomentar estratégias mais eficientes no sistema de gestão de resíduos em canteiros de obra, um assunto relativamente pouco explorado na França, em vista da dificuldade em encontrar artigos e trabalhos científicos com estudos de casos no qual pudessem ser comparados com esta pesquisa. Isso se deve principalmente pelo caráter específico que o canteiro de obras apresenta, ou seja, por ser de reabilitação, em sua maior parte, de fachadas e sendo dez edifícios. Estas são características que tornam difíceis as comparações de custos dos resíduos.

No entanto, o objetivo de aplicar o planejamento estratégico situacional para atingir um nível satisfatório de gestão dos resíduos foi alcançado por meio de alguns questionamentos que foram respondidos e traduzidos nos resultados. Dessa forma, pode-se afirmar que realizando as escolhas certas no planejamento e mantendo a organização no canteiro é possível evitar custos desnecessários na sua gestão, como demonstrado na etapa de controle de resíduos na fonte, em que a escolha do isolante influenciou em uma economia de até R\$ 44.200,00.

Dentre os resultados demonstrados, podemos também destacar que a etapa de manutenção do processo foi bastante complexa, pois desenvolver a cultura de geração mínima de resíduos e trabalhar a educação ambiental com os colaboradores exigiu muitos esforços semanalmente. No entanto, os resultados positivos foram evidenciados a partir do mês de agosto segundo o cronograma de gestão (ANEXO B), o benefício desta etapa ficou claro no aspecto visual da obra.

As informações e dados apresentados neste trabalho contribuem de forma significativa para o campo de estudo, pois por meio de dados concretos, outras pesquisas podem ser desenvolvidas com base no pensamento sistêmico do Planejamento Estratégico Situacional. Apesar da especificidade da obra, os valores

de custo de transporte e tratamento dos resíduos podem embasar outras pesquisas em uma análise econômica da gestão dos resíduos de reabilitação predial.

Além disso, é importante ressaltar que a geração dos resíduos da reabilitação predial é em sua maioria não inerte e não perigoso, ou seja, resíduos industriais (DIB), que representaram 70% do total da massa de resíduos. Consequentemente, a reabilitação predial gera custos elevados na gestão, pois o tratamento destes estão entre os mais caros se comparados com os valores dos inertes, por exemplo.

Os conteúdos aqui apresentados demonstram que muitas outras pesquisas ainda podem ser realizadas no âmbito da gestão de resíduos da reabilitação predial, sendo um tema pouco explorado, no entanto, sua importância se deve ao fato de que este tipo de obra pode trazer enormes benefícios no que tange a conservação do patrimônio e não geração de resíduos, além de que os estudos do ciclo de vida dos materiais destas obras podem contribuir significativamente para o meio acadêmico.

REFERÊNCIAS

BCB – Banco Central do Brasil. **Cotação Euro**. Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/>. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

ACFCI (Assemblée des Chambres Françaises de Commerce et d'Industrie). **Classification des déchets**. Data : 17 de novembro de 2011. Direction Environnement et Développement, CS 50071 – 75858 PARIS Cedex 17. Disponível em: https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/nomenclature_dechets.pdf. Acesso em: 04 de abril de 2020.

ADEME – Agência da Transição Ecológica. **Gestion et valorisation des déchets de chantier de construction**. Edição: 04/2012. Disponível em : <https://normandie.ademe.fr/sites/default/files/guide-gestion-dechets.pdf>. Acesso em: 08 de abril de 2020.

ADEME – Agência da Transição Ecológica. HAEUSLER, Laurence; TALPIN, Juliette; HESTIN Mathieu. **Déchets : chiffres-clés, l'essentiel 2018**. Angers, France - março, 2019.

ADEME – Agência da Transição Ecológica. Service Mobilisation et Valorisation des Déchets Direction Economie Circulaire et Déchets. **Fiche Technique: Déchets du Bâtiment**. 2014 Décembre. Disponível em: https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique-dechets-du-batiment-vf.pdf?fbclid=IwAR0IoU6_ylurXzaM-hi5cwSzn5vTxQeFHDml-TArjLMYVrZ0oQP2Y2-nfmE. Acesso em: 08 de abril de 2020.

AFT.IFTIM. Le traitement des déchets de chantier. **Info15 en ligne**, nº 02.06, 3p. 2002.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. (2017). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil - 2017**. São Paulo: ABRELPE. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2017>. Acesso em: 21 de dezembro de 2019

ALVES, Sergiane Bisinoto. O impacto do planejamento estratégico na elaboração e implementação do plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde na atenção básica. **Tese de Pós-graduação em enfermagem da UFG (Universidade Federal de Goiás)**. Goiânia, 2015.

AMORCE / ADEME - Agência da Transição Ecológica. **Les enjeux de la reprise des déchets du bâtiment**. Ed.: AMORCE, Pôle Déchets. Maio de 2018.

AUGRIS, Michel *et al.* **Gestion des déchets**: Guide pour les établissements publics d'enseignement supérieur ou de recherche. Ministère de l'éducation nationale, ISERM, CNRS, INRA. 2002. Disponível em: <http://www.dgdr.cnrs.fr/sst/cnps/guides/doc/dechets/guidedechets.pdf>. Acesso em: 15 de novembro de 2020.

Bac de retention.fr. **Bac de rétention à poser en pehd.** Disponível em: <http://bacderetention.fr/mini-bac-de-retention/18-bac-de-retention-a-poser-en-pehd.html>. Acesso em: 27 de novembro de 2020

BRISCHOUX, Geoffroy. **Le transport des déchets:** Méthode d'évaluation du potentiel combinable, application a ucas Franc-Comtois. V^o reencontre de Théo Quant. Fevereiro, 2001. Disponível em: <http://thema.univ-fcomte.fr/theoq/pdf/2001/TQ2001%20ARTICLE%2031.pdf>. Acesso em: 23 de outubro de 2020.

BLUMENSCHIN, Raquel Naves. **A sustentabilidade na cadeia produtiva da indústria da construção.** 248 f. Tese de doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, 2004.

CANHOLI, Aluísio P. **Drenagem urbana e controle de enchentes.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CAMPOS, Renato. QUEIROZ, Luiz Carlos. SILVESTRE, Bruno dos Santos. FERREIRA, Ailton da Silva. **A Ferramenta 5S e suas Implicações na Gestão da Qualidade Total.** São Paulo, abril 2006.

CENPAC. **Caixa de palete em polietileno.** Disponível em: <https://www.cenpac.fr/films-palettes/palette-carton-plastique/caisse-palette-plastique-pliante/p34170>. Acesso em: 30 de novembro de 2020.

CHAUVET-PEYRARD, Axelle; MONTEREMAL, Marion. **Le recyclage des déchets produits par l'activité de BTP en 2014.** DATALAB. Commissariat général au développement durable. Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire. Service de la donnée et des études statistiques (SDES). Disponível em: http://www.epsilon.insee.fr/jspui/bitstream/1/84514/1/SDES_data_44_2018.pdf. Acesso em: 08 de abril de 2020.

CHAVES, Ana Margarida Vaz Alves. Patologia e reabilitação de revestimentos de fachadas. Escola de Engenharia - Universidade do Minho. **Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil Área de Especialização Materiais, Reabilitação e Sustentabilidade da Construção.** Julho de 2009.

COLOMBO, Silvana. Aspectos conceituais do princípio do poluidor-pagador. **REMEA: Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient.** ISSN 1517-1256, Volume 13, julho a dezembro de 2004.

COMISSÃO EUROPEIA. **Diretiva 2001/118/CE: Decisão da Comissão, de 16 de janeiro de 2001, que altera a Decisão 2000/532/CE no que diz respeito à lista de resíduos.** Jornal Oficial das Comunidades Europeias L327, Luxemburgo, 16 de janeiro de 2001.

Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/429c2c5d-9be3-11e4-872e-01aa75ed71a1/language-pt>. Acesso em: 04 de abril de 2020.

COMISSÃO EUROPEIA. Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. **Designing buildings in the context of the circular economy**. 25 de fev. de 2020. Disponível em: https://ec.europa.eu/growth/content/designing-buildings-context-circular-economy_en. Acesso em: 04 de abril de 2020.

COMISSÃO EUROPEIA. **Protocole européen de traitement des déchets de construction et de démolition**. ECORYS. Setembro, 2016. Disponível em: <https://ec.europa.eu>. Acesso em: 04 de abril de 2020.

COSTA, Rui J. G.; BRAGANÇA, Luis; MATEUS Ricardo; BEZERRA, Joao Carlos. **Reabilitação sustentável de edifícios antigos – Contribuição para os edifícios de balanço energético nulo (nZEB) e otimização do nível de sustentabilidade**. Número 49, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/269333666_Reabilitacao_sustentavel_de_edificios_antigos_Contribuicao_para_os_edificios_de_balanco_energetico_nulo_nZEB_e_otimizacao_do_nivel_de_sustentabilidade. Acesso em: 26 de abril de 2020.

DIAS, Reinaldo. **Gestão Ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Editora ATLAS S.A., 2009.

DIRETIVA EUROPEIA 1999/31/CE do Conselho de 26 abril de 1999. **Mise en décharge des déchets**. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1999L0031:20081211:FR:PDF>. Acesso em: 04 de abril de 2020.

DE CAMPOS, Priscilla Benites e TAVARES, Célia Regina Granhen. Avaliação de métodos de quantificação e caracterização de Resíduos de Construção Civil. **VIII SAEPRO: Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção**. 21, 22 e 23 de novembro 2013. Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <http://www.saepru.ufv.br/wp-content/uploads/2013.18.pdf>. Acesso em: 04 de setembro de 2020.

FERREIRA, Emerson de Andrade Marques; FRANCO, Luiz Sérgio. **Metodologia para a elaboração do projeto do canteiro de obras de edifícios**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP - Departamento de Engenharia Construção Civil. ISSN 0103-9830. Sao Paulo, 1998.

FFB – Fédération Française du Bâtiment. **Déchets de chantier: les réponses aux questions que vous vous posez**. 33 avenida Kléber, Paris. Fevereiro, 2016. Disponível em: https://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr/res/dechets_chantier/PDF/Dechets_QR_010216_V6protege.pdf. Acesso em: 05 de abril de 2020.

FFB – Fédération Française du Bâtiment; ADEME. **Guide de conception et fonctionnement des installations de traitement des déchets du BTP**. Collection recherche développement métier. Édit. : Bâtir avec l'environnement. Paris, França. Março, 2014. Disponível em: www.recycleurs-du-btp.fr. Acesso em: 08 de agosto de 2020.

FFB – Fédération Française du Bâtiment ; ADEME. **Mieux gérer les déchets de chantier de bâtiment.** Environnement et construction durable. Édit. : SEBTP. Paris, França. Março, 2014. Disponível em: www.recycleurs-du-btp.fr. Acesso em: 08 de agosto de 2020.

FRANÇA. Artigos nº541-1-1, R541-49, R541-66, R541-45, R541-43, L.541-2 do Code de L'environnement de 19 de dezembro de 2010. **Legifrance: Le servisse public de la diffusion du droit.** Disponível em: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000023248311&cidTexte=LEGITEXT000006074220&dateTexte=20101219>. Acesso em: 02 de abril de 2020.

FRANÇA. Art. L.231-6, R.231-51. Code du travail de 24 de julho de 2004. **Legifrance: Le servisse public de la diffusion du droit.** Disponível em: <https://circulaire.legifrance.gouv.fr/codes/id/LEGIARTI000018513191/2004-07-24>. Acesso em: 22 de novembro de 2020.

FRANÇA. Art. 32, décret de 15 de março de 1968. Code de routes. **Legifrance: Le servisse public de la diffusion du droit.**

FRANÇA. Décret n° 2016-288 du 10 mars 2016 portant diverses dispositions d'adaptation et de simplification dans le domaine de la prévention et de la gestion des déchets. **Legifrance: Le servisse public de la diffusion du droit.** Disponível em: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000032187830&categorieLien=id#:~:text=D%C3%A9cret%20n%C2%B0%202016%2D288%20du%2010%20mars%202016%20portant,de%20la%20gestion%20des%20d%C3%A9chets>. Acesso em: 16 de junho de 2020.

FRANÇA. Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV). **Legifrance: Le servisse public de la diffusion du droit.** Disponível em: https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=F263178C1A96E0F9548E325D054BEBFF.tplgfr31s_3?cidTexte=JORFTEXT000031044385&dateTexte=20200410#LEGISCTA000031047865. Acesso em: 02 de abril de 2020.

FRANÇA. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. **Projet de loi relatif à la transition énergétique pour la croissance verte.** NOR: DEVX1413992L/Bleue-1. 2014. Disponível em: https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/0-_Expose_des_motifs.pdf. Acesso em: 02 de abril de 2020.

FRANÇA. Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer. **Économie circulaire: Les avancées de la loi de transition énergétique pour la croissance verte.** Plan de réduction et de valorisation des déchets 2025. Contribution à la stratégie nationale de transition vers l'économie circulaire. Dezembro 2016. Disponível em: https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/9-1-17_PLAN_DECHET_2016-2025_pour_BAT.pdf. Acesso em: 02 de abril de 2020.

FRANÇA. Ministère de l'équipement des transports et du logement. **Déchets du BTP : Plan de gestion pour Paris et la Petite couronne.** Julho, 2004. Disponível em: <http://www.driea.ile->

de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/planppcpt_cle0ab4e8.pdf. Acesso em: 02 de abril de 2020.

FRANÇA. Ministère de la Transition Écologique et Solidaire. **Plan national de gestion de déchets**, 2019. Disponível em: http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2-projet_de_plan_national_de_gestion_des_dechets.pdf. Acesso em: 5 de janeiro de 2019.

FRANÇA. Ministère de la Transition Écologique et Solidaire. **Déchets du bâtiment et des travaux publics**. 9 de mars de 2019. Disponível em: <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/dechets-du-batiment-et-des-travaux-publics> e <https://www.cohesion-territoires.gouv.fr/dechets-du-batiment#e1>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

FRANÇA. Ministère de la Transition Écologique et Solidaire. **La réglementation de la prévention des risques et de la protection de l'environnement**. Decreto do 15 de fevereiro de 2016 relatif aux installations de stockage de déchets non dangereux. Disponível em: https://aida.ineris.fr/consultation_document/37314. Acesso em: 06 de maio de 2020.

FRANÇA. Ministère de la Transition Écologique et Solidaire. **La réglementation de la prévention des risques et de la protection de l'environnement**. Circulaire du 15/02/00 relative à la planification de la gestion des déchets de chantier du bâtiment et des travaux publics (BTP). Disponível em: https://aida.ineris.fr/consultation_document/7895. Acesso em: 5 de janeiro de 2019.

FRANÇA. Ministère de la Transition Écologique et Solidaire. **Bilan 2016 de la production de déchets en France**. Publicação: dezembro de 2019. Disponível em: <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2019-12/datalab-essentiel-198-bilan-2016-production-dechets-france-decembre2019.pdf>. Acesso em: 5 de janeiro de 2019.

FRITSCH, Daniel. La gestion des déchets de bâtiment. **Aménagement et nature, n.131**, 1998. Disponível em: http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/49030/amenat_1998_131_45.pdf?sequence=1. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

GUZIANA B, SONG H, THORIN E, DOTZAUER E, Yan J. **Policy based scenarios for waste-to-energy use: Swedish perspective**, vol. 5; 2014. SpringerLink. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12649-013-9262-7>. Acesso em : 20 novembro de 2020.

IIDA, Itiro. Planejamento estratégico situacional. **Apostila do Curso de Especialização em Divulgação Científica e Tecnológica e de Agentes de Inovação**. Brasília: SEBRAE, 1993.

INDDIGO. Direction Départementale de l'Équipement. **Trivalor: Plan de gestion des déchets du bâtiment et des travaux publics**. Département de L'indre, janvier 2004. Disponível em : http://www.indre.gouv.fr/content/download/907/5768/file/Rapport_Final.pdf. Acesso em: 04 de abril de 2020.

INTOSAI – Groupe de travail sur la vérification l'environnementale. **Pour une vérification de la gestion des déchets**. Ed.: MacCompaniet. ISBN 82-90811-41-1. 2004. Disponível em: https://www.environmental-auditing.org/media/2904/fre04pu_guidewaste.pdf. Acesso em: 10 de setembro de 2020.

JALALI, Said; FIGUEIREDO, Cristina Maria da S. P. Aumentar a sustentabilidade na reabilitação: caso de uma habitação unifamiliar de custos controlados. **Dissertação apresentada à Universidade do Minho**, obtenção de Grau de Mestre em Engenharia Civil. 2009.

KORHONEN, Jouni; HONKASALO, Antero; SEPPÄLÄ, Jyri. Circular Economy: The Concept and its Limitations. **Ecological Economics**. Edição: 143. Janeiro de 2018 pag: 37-46. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/ecocon>. Acesso em: 26 de abril de 2020.

LAMÔNICA, Celso; AZAMBUJA, Maximiliano; BATTISTELLE, Rosane. Gestão de resíduos sólidos da construção civil: um estudo bibliométrico na base Scopus e Web of Science (2009 – 2019). **GC: Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**. ISSN 2318-8472, v.07, n. 51, 2019.

LANZINHA, Joao Carlos Gonçalves. Reabilitação de edifícios: metodologia de diagnóstico e intervenção. Edição: **Fundação NOVA EUROPA – UBI**, Covilha, 2013. ISBN – 978-989-654-116-3. Disponível em: <chrome-extension://oemmndcblldboiebfnladdacbfmadadm/https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/8473/1/Reabilita%20a7%20a3o%20de%20Edif%C3%A7%C3%A3o%20de%20Edif%C3%A7%C3%A3o%20DIGITAL%20AUTOR.pdf>. Acesso em: 30 de abril de 2020.

LEITE, Monica Batista. Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. **Tese de doutorado**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS, 2001. Disponível em: <chrome-extension://oemmndcblldboiebfnladdacbfmadadm/https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/21839/000292768.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 de abril de 2020.

LEVY, Salomon Mony; HELENE, Paulo R. L. **Reciclagem do entulho de construção civil, para utilização como agregado de argamassas e concretos**. Tese, 1997. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

LIMA, Rosimeire Suzuki. LIMA, Ruy Reynaldo Rosa. Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. **1 Série de Publicações Temáticas do CREA-PR**, 2015. Disponível em: http://creaweb.crea-pr.org.br/WebCrea/biblioteca_virtual/downloads/cartilhaResiduos_baixa.pdf. Acesso em: 12 de setembro de 2020.

MAES Pascale. **Gestion des déchets de chantier** : Guide méthodologique. AFNOR. Juillet, 2004.

MOLETTA, Réne. **Le Traitement des Déchets**. Editora: TEC and DOC. 11, rue Lavoisier, 75008 Paris, 2009. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=hfFgAQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 05 de abril de 2020.

MORAES, Mario Cesar Barreto. **As perdas na construção civil: gestão do desperdício estudo de caso do condomínio costa esmeralda**. Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) para obtenção do grau de mestre em engenharia. Florianópolis - SC. Dezembro de 1997. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30358183.pdf>. Acesso em: 12 de maio de 2020.

MOREAU, Sylvain; BOTTIN, Anne; LAVAIL, Jennyfer. **Entreprises du BTP : 227,5 millions de tonnes de déchets en 2014**. Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, en Charge des Relations Internationales Sur le Climat. DATALAB. Março de 2017. Disponível em: <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-10/datalab-essentiel-96-btp-mars2017-b.pdf>. Acesso em: 08 de abril de 2020

NEUMANN, Edward S. **Introdução à engenharia civil**. São Paulo – SP: Elsevier Editora LTDA, 2017.

OLIVEIRA, Edieliton G.; MENDES, Osmar. Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição: Estudo de caso da resolução 307 do CONAMA. Universidade Católica de Goiânia – Goiânia, junho, 2008. Disponível em: <https://fr.scribd.com/document/317625609/GERENCIAMENTO-DE-RESIDUOS-DA-CONSTRUCAO-CIVIL-E-DEMOLICAO-ESTUDO-DE-CASO-DA-RESOL-pdf>. Acesso em: 5 de janeiro de 2020.

PAIVA, Laurentina Martins; SERRA, Eduardo Gonçalves. A remanufatura de equipamentos eletroeletrônicos como contribuição para o desenvolvimento sustentável: uma avaliação do caso dos refrigeradores. **DeMA: Desenvolvimento e meio ambiente**. Vol 29, abril de 2014. UTFPR.

PINSKY, Jaime. **As Primeiras Civilizações**. São Paulo: Contexto, 2012.

Planeta caminhão, 2020. Disponível em: <https://planetacaminhao.com.br/galeria/>. Acessado em: 27 de novembro de 2020

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodología de la investigación**. México: McGraw-Hill, 1991. Disponível em: https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf. Acesso em: 12 de março de 2020.

SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações sua incidência e seu controle**. Porto Alegre, 1993. 127p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: chrome-

extension://oemmnndcblldboiebfnladdacbfmadadm/https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/1701/000216178.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 12 de março de 2020.

SPADOTTO, Aryane; NORA Dalini D.; TURELLA, Elisa C. L.; WERGENES, Tiago N.; BARBISAN, Ailson O. Impactos ambientais causados pela construção civil. **Unoesc e Ciência – ACSA**, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 173-180, jul./dez. 2011.

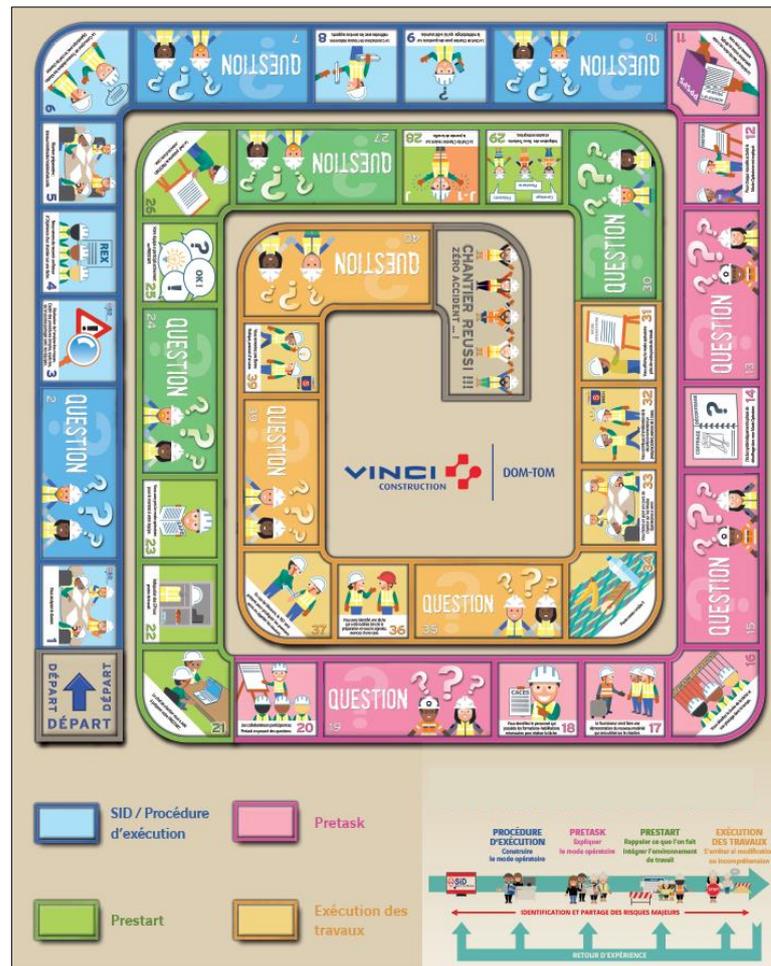
TOZZI, Rafael Fernando. Estudo da influência do gerenciamento na geração dos resíduos da construção civil (RCC) – estudo de caso de duas obras em Curitiba/PR. **Dissertação de mestrado** do curso de Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. UFPR, Curitiba 2006.

ANEXO B – Cronograma do sistema de gestão de resíduos

Atividades desenvolvidas	2019				2018							
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Reunião de planejamento estratégico situacional												
Redação do Plano de Qualidade e Meio Ambiente												
Classificação e quantificação de resíduos												
Ações de controle de resíduos na fonte												
Ações de reaproveitamento e reuso de resíduos												
Cálculo de transporte e tratamento												
Escolha das prestadoras de serviço de coleta												
Reunião de lançamento do projeto de educação ambiental												
Treinamento com os colaboradores												
Reunião "15 minutos meio ambiente"												
Limpeza do canteiro												
Definição de zonas de resíduos												
Etiquetagem de materiais												
Planejamento da rotação de containers												

Fonte : Autoria própria (2020)

ANEXO C – Jogos e fichas pedagógicas da plataforma REVALO



Fonte: Arquivo GTM Bâtiment (2020)