



*Para ser relevante.*

[www.fdc.org.br](http://www.fdc.org.br)



Programa de Pós-graduação em Gestão de Negócios

## PROJETO APLICATIVO 2021

Prof. Paulo César Pegas Ferreira, DSc.

A solid blue horizontal bar is located in the top left corner of the page.

**FUNDAÇÃO DOM CABRAL**

**SUSTENTABILIDADE NA FERROVIA BRASILEIRA:  
destinação de resíduos como uma abordagem estratégica de  
negócio**

**ANDREIA PADLAS CUNHA**

**BEATRIZ VIANA MACHADO**

**FANAEL PAULO CLAUDIO**

**GUSTAVO LUIZ TEIXEIRA SILVA**

**MARCOS PAULO DO COUTO COSTA**

**PAULA DANIELA DE JESUS SANTOS**

**SUSTENTABILIDADE NA FERROVIA BRASILEIRA:  
destinação de resíduos como uma abordagem estratégica de  
negócio**

ANDREIA PADLAS CUNHA  
BEATRIZ VIANA MACHADO  
FANAEL PAULO CLAUDIO  
GUSTAVO LUIZ TEIXEIRA SILVA  
MARCOS PAULO DO COUTO COSTA  
PAULA DANIELA DE JESUS SANTOS

**Projeto apresentado à Fundação Dom Cabral como requisito parcial para a conclusão do Programa de Pós-graduação em Gestão de Negócios.**

**Professor Orientador:** Paulo César Pegas Ferreira, DSc.



## DEDICATÓRIA

**Dedicamos este Projeto**

Às nossas Famílias, por tudo que representam em nossas vidas.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos nossos Mestres, por se dedicarem ao nosso crescimento durante essa jornada.

Aos nossos Colegas de Turma, pela boa convivência e por compartilharem dessa vitória.

Ao nosso Orientador Paulo Pegas, pelo suporte e paciência na condução do trabalho.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste Projeto.



## EPÍGRAFE

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

*Marthin Luther King*

## RESUMO

Apesar de ainda distante da relevância de países com dimensões continentais, a ferrovia brasileira possui hoje quase 30.000 quilômetros de via em operação, além de mais de 60 pedidos de construção de novas ferrovias e trechos em avaliação pelo governo federal. Uma operação de tamanha grandeza e intensiva em equipamentos e manutenção pesados é responsável por uma grande geração de resíduos como dormentes, brita de lastro, trilhos e peças metálicas, que possuem alto valor agregado. Por outro lado, é cada vez mais latente a necessidade das organizações em desenvolver suas estratégias sob a ótica da sustentabilidade, buscando atender seus interesses de negócio, trazendo valor também ao meio ambiente e à sociedade. Nesse sentido, o presente projeto aplicativo possui o objetivo de propor ações que contribuam para a melhor destinação dos resíduos da operação ferroviária brasileira no âmbito da sustentabilidade. Para o alcance dos objetivos propostos, optou-se pela realização de uma abordagem qualitativa de pesquisa, de caráter exploratório a partir do estudo de caso de três ferrovias brasileiras. Como resultado, foi possível observar que a destinação de resíduos é um tema muito discutido dentro das ferrovias e setores similares como o rodoviário, porém com grandes oportunidades de exploração. Especialmente nesse trabalho, optou-se pelo desenvolvimento de proposta de aplicação de um método de segregação e destinação de sucatas nobres em oficinas, com baixo investimento e alto retorno com a venda especializada, propondo implantação piloto na oficina da VLI em Divinópolis-MG. O objetivo da proposta é aplicar um processo que traga melhor retorno financeiro, mas que também permita uma destinação mais sustentável dos resíduos por meio do reuso e reciclagem, além da geração de empregos próprios ou terceirizados.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Ferrovia. Resíduos.

## ABSTRACT

Although still far from the relevance of countries with continental dimensions, the Brazilian railroad currently has almost 30,000 kilometres of track in operation, in addition to more than 60 requests for the construction of new railroads and sections under evaluation by the federal government. An operation of such magnitude and intensive in heavy equipment and maintenance is responsible for a large generation of waste such as sleepers, ballast gravel, rails, and metal parts, which have high added value. On the other hand, there is an increasingly latent need for organizations to develop their strategies from the perspective of sustainability, seeking to meet their business interests, also bringing value to the environment and society. In this sense, this application project has the objective of proposing actions that contribute to the best destination of waste from the Brazilian railway operation in the context of sustainability. To reach the proposed objectives, it was decided to carry out a qualitative research approach, of an exploratory nature, based on the case study of three Brazilian railroads. As a result, it was possible to observe that the disposal of waste is a topic much discussed within the railways and similar sectors such as the road, but with great opportunities for exploration. Especially in this work, it was decided to develop a proposal for the application of a method of segregation and destination of noble scraps in workshops, with low investment and high return with specialized sales, proposing a pilot implementation in the VLI workshop in Divinópolis - MG. The purpose of the proposal is to apply a process that brings better financial returns, but also allows for a more sustainable disposal of waste through reuse and recycling, in addition to generating own or outsourced jobs.

**Keywords:** Sustainability. Railway. Residue.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Participação do modo ferroviário na matriz de transporte de cargas de grandes países ....	33
<b>Figura 2</b> - Geração de resíduos minero-metalúrgicos na VALE .....	38
<b>Figura 3</b> - Geração de resíduos não-minerais na VALE .....	39
<b>Figura 4</b> - Global - Disposição e Destinação na VALE .....	40
<b>Figura 5</b> - Disposição e destinação dos resíduos industriais na VALE .....	40
<b>Figura 6</b> - Disposição e destinação de resíduos na MRS .....	45
<b>Figura 7</b> - Mapa de gestão ambiental da VLI.....	49
<b>Figura 8</b> - Capacitação de multiplicadores em Nova Cintra .....	52
<b>Figura 9</b> - Dormentes com mistura plástica e painéis fotovoltaicos incorporados.....	57
<b>Figura 10</b> - Classificação dos tipos de materiais.....	61
<b>Figura 11</b> - Matriz de identificação de sucatas nobres em peças e equipamentos da ferrovia.....	62
<b>Figura 12</b> - Ilustração do processo de segregação de sucatas praticado pela VLI .....	65
<b>Figura 13</b> - Ilustração do processo de armazenagem de sucatas praticado pela VLI .....	65
<b>Figura 14</b> - Ilustração do processo proposto de armazenagem de sucatas.....	66
<b>Figura 15</b> - Ilustração do modelo de caçamba proposto, já utilizado pela VLI .....	66

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Relação de ferrovias brasileiras e suas respectivas áreas de atuação e dimensões.....	32
<b>Tabela 2</b> - Densidade de malha ferroviária: comparativo entre países .....	34
<b>Tabela 3</b> - Composição do custo da mão-de-obra .....	75
<b>Tabela 4</b> - Análise de viabilidade considerando segregação de sucatas.....	76
<b>Tabela 5</b> - Cronograma de implantação do projeto piloto.....	78

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AFRO	<i>Aircraft Fleet Recycling Association</i>
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
Art.	Artigo
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
CMD	Central de gerenciamento de materiais descartados
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COOPVILA	Cooperativa de Trabalho, Coleta e Recuperação de Resíduos da Vila Maranhão
EPI	Equipamento de proteção individual
EUA	Estados Unidos da América
FCA	Ferrovias Centro Atlântica
FNS	Ferrovias Norte-Sul
ICOMOS	Conselho Internacional de Monumentos e Sítios
NBR	Norma Técnica Brasileira
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONG	Organização não-governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PCB	Destinação de bifenilas policloradas
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SUASA	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária



TICCIH	Comissão Internacional para a Conservação do Patrimônio Industria
TIPLAM	Terminal Integrador Portuário Luís Antônio Mesquita
TKU	Tonelada por quilômetro útil
TPSL	Terminal Portuário de São Luís

## SUMÁRIO

1. RESUMO EXECUTIVO .....	15
1.1. Problema de Pesquisa .....	15
1.2. Justificativa da Pesquisa .....	15
1.3. Objetivos .....	17
1.3.1. <i>Objetivo geral</i> .....	17
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	17
1.4. Estrutura da pesquisa .....	17
2. BASES CONCEITUAIS.....	19
2.1. O conceito de sustentabilidade.....	19
2.2. Gestão de resíduos.....	20
2.2.1. <i>Caracterização dos resíduos</i> .....	20
2.2.2. <i>Aspectos ambientais da gestão de resíduos</i> .....	28
2.2.3. <i>Aspectos financeiros da gestão de resíduos</i> .....	29
3. METODOLOGIA DE PESQUISA .....	31
4. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE INFORMAÇÃO.....	32
4.1. Estrutura do setor ferroviário brasileiro .....	32
4.2. A relevância dos resíduos no setor ferroviário brasileiro .....	34
4.3. Estudo de caso da empresa VALE.....	35
4.3.1. <i>Gerenciamento e tecnologia ambiental na Vale</i> .....	36
4.3.2. <i>Geração de resíduos industriais na VALE</i> .....	39
4.3.3. <i>Cases implementados na VALE</i> .....	41
4.4. Estudo de caso da empresa MRS LOGÍSTICA S.A. ....	43
4.4.1. <i>Gestão de resíduos na MRS</i> .....	44
4.4.2. <i>Cases implementados na MRS</i> .....	47
4.5. Estudo de caso da empresa VLI LOGÍSTICA.....	48
4.5.1. <i>Controles ambientais na VLI</i> .....	48
4.5.2. <i>Gestão de resíduos industriais na VLI</i> .....	49
4.5.3. <i>Cases implementados na VLI</i> .....	51
4.6. <i>BENCHMARKING</i> .....	53
4.6.1. <i>Cases implementados na indústria automobilística</i> .....	53
5. DESENVOLVIMENTO.....	60

5.1.	Solução proposta: coleta seletiva de materiais nobres sucateados em oficinas da VLI .....	60
5.1.1.	<i>Conhecendo a sucata nobre na ferrovia</i> .....	60
5.1.2.	<i>O modelo de segregação de sucatas nobres proposto</i> .....	62
5.2.	Análise de viabilidade.....	68
5.2.1.	<i>Viabilidade técnica</i> .....	69
5.2.2.	<i>Viabilidade operacional</i> .....	71
5.2.3.	<i>Viabilidade estratégica</i> .....	73
5.2.4.	<i>Viabilidade financeira</i> .....	74
5.3.	Cronograma de implementação.....	77
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	79

## **1. RESUMO EXECUTIVO**

O presente projeto aplicativo tem o intuito de discutir, por meio de um estudo de caso e revisão de literatura, o atual processo de destinação de resíduos das ferrovias brasileiras, buscando propor ações que destaquem o negócio de resíduos como uma estratégia de sustentabilidade dessas organizações.

### **1.1. Problema de Pesquisa**

Quais ações poderiam contribuir para a melhor destinação dos resíduos da operação ferroviária brasileira no âmbito da sustentabilidade?

### **1.2. Justificativa da Pesquisa**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é uma lei que estabelece instrumentos e diretrizes para os setores públicos e as empresas tratarem os resíduos gerados. A PNRS é regulamentada pela Lei 12.305 sancionada em 02 de agosto de 2010. Esta lei é um importante instrumento que traz benefícios para as empresas e para o país, instruindo o caminho da qualidade de vida, da preservação ambiental e da sustentabilidade. Além disto, a PNRS, em seu artigo 3º, fala sobre a destinação final ambientalmente correta, descrevendo que:

a destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) busca ordenar o gerenciamento dos resíduos, identificando o tipo e a quantidade dos resíduos gerados e indicando as práticas ambientalmente corretas para o manejo, acondicionamento, transporte, transbordo, tratamento, reciclagem, destinação e disposição final. A elaboração do PGRS é obrigatória para diversos segmentos de empresas, dentre os quais destacam-se os serviços de transporte – empresas de transporte para atendimento a portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários, ferroviários, dentre outros.

O Brasil possui hoje quase 30.000 quilômetros de ferrovia em operação (ANTT, 2021), representando um significativo gerador de resíduos. Neste sentido, destaca-se ainda que a gestão de resíduos na operação ferroviária se caracteriza como uma modalidade de gerenciamento bastante específica, onde materiais descartados, tais como dormentes, lastro, trilhos e peças metálicas da ferrovia possuem alto valor agregado e permitem usos alternativos antes da destinação final.

Assim, entende-se que a relevância do tema em estudo se dá em função do extenso objeto de análise (resíduos da operação ferroviária), bem como pela amplitude de atuações na destinação desses resíduos específicos das empresas do segmento ferroviário. Entende-se ainda que há uma oportunidade de exploração de melhores práticas de cada operador ferroviário no processo de gestão de resíduos, bem como do tratamento das dificuldades comuns de destinação de resíduos armazenados e que geram custos para a correta destinação.

Implantar melhores práticas rentáveis de gestão de resíduos, alavancar a prática de possíveis oportunidades não exploradas pelo setor ferroviário e maximizar a influência positiva desta prática para o negócio e para a sociedade (geração de trabalho, cidadania e renda) são fatores preponderantes na determinação da relevância do presente projeto aplicativo.

Por fim, pontuados os conceitos acima, o tema passa a ser obrigatório já que além da sustentabilidade carregar inúmeros benefícios proporcionados pela preservação ambiental, cada vez mais empresas são confrontadas com temas sociais e ambientais que impactam diretamente no resultado econômico da organização. Porém, a prática vai além destes impactos, uma vez que há uma relevância para toda a sociedade na abordagem do tema, sustentabilidade econômica é apenas um dos três pilares para alcançarmos o desenvolvimento sustentável, juntamente ao pilar social e ambiental que devem coexistir e interagir plenamente.



### 1.3. Objetivos

De maneira a responder à pergunta de pesquisa, o presente trabalho será organizado com base nos objetivos abaixo.

#### 1.3.1. *Objetivo geral*

Propor ações que contribuam para a melhor destinação dos resíduos da operação ferroviária brasileira no âmbito da sustentabilidade.

#### 1.3.2. *Objetivos específicos*

- fazer uma revisão bibliográfica com o tema resíduos e sua destinação em ferrovias;
- estudar alternativas de destinação de resíduos como negócio, a partir da realização de *benchmarking* com instituições especializadas;
- descrever o cenário atual de destinação de resíduos nas ferrovias brasileiras, destacando as empresas que compõem o estudo de caso;
- avaliar a aplicabilidade das alternativas estudadas.

### 1.4. Estrutura da pesquisa

O presente trabalho terá em seu capítulo inicial, uma apresentação sucinta do tema estudado, assim como descreverá a pergunta de pesquisa que deu vida ao estudo, as justificativas e relevância do tema e os objetivos geral e específicos que suportarão todo o trabalho.

Na sequência, o segundo capítulo abordará as bases conceituais e teóricas que suportarão o desenvolvimento do estudo, destacando os temas de sustentabilidade, ferrovia e destinação de resíduos por meio de pesquisa a referências bibliográficas, artigos e materiais complementares.

Já o terceiro capítulo terá como objetivo a apresentação dos procedimentos metodológicos aplicados durante a realização da pesquisa.

O quarto capítulo abordará por meio da transcrição de informações obtidas junto a artigos acadêmicos, órgãos governamentais, concessionárias ferroviárias brasileiras e organizações especializadas nos temas aqui estudados, a representação do contexto atual do

setor no que tange à sua relevância e às oportunidades observadas para o desenvolvimento do projeto aplicativo. Ainda no presente capítulo deverão(á) ser apresentada(s) a(s) empresa(s) que irão(á) compor o estudo de caso e uma visão inicial do benchmarking a ser realizado com organização especializada em destinação de resíduos do mercado automobilístico nacional.

Na sequência do estudo será realizado, no quinto capítulo, o desenvolvimento propriamente dito do objetivo desse projeto aplicativo, passando pela análise de oportunidades e ameaças que envolvem a implantação das soluções propostas, a viabilidade destas, bem como uma proposta de cronograma de implantação das ações e uma breve avaliação dos riscos envolvidos no atingimento dos objetivos esperados com o trabalho.

Por fim, na última seção do estudo, serão apresentadas as considerações finais indicadas a partir das conclusões obtidas pelo estudo de forma a orientar a construção do processo de implantação da proposta discutida, além de elencar possibilidades de estudos futuros acerca do tema sob outras óticas.

## 2. BASES CONCEITUAIS

Posteriormente à delimitação do problema, justificativas, objetivos e estrutura da pesquisa, o presente capítulo tem como objetivo explicitar os principais conceitos teóricos que suportaram todo o desenvolvimento do trabalho.

### 2.1. O conceito de sustentabilidade

Segundo o relatório *“The Brundtland Report: World Commission on Environment and Development”* (ONU, 1987), o termo sustentabilidade pode ser definido como a capacidade de continuidade no longo prazo. Desta forma, este torna-se um assunto decisivo para que haja uma reavaliação das práticas adotadas hoje em todos os segmentos onde não ocorreram desdobramentos considerando o desenvolvimento sustentável - atender as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de futuras gerações atenderem as suas próprias necessidades (ONU, 1987).

De maneira complementar, SLAPER e HALL (2011) trazem, em seu artigo intitulado *“The triple bottom line: what is it and how does it work”*, reflexões acerca da sustentabilidade corporativa e destacam a visão de ELKINGTON (1994) como sendo a forma de gestão que visa a construção de um modelo de negócios com visão de longo prazo, considerando aspectos sociais e ambientais dentro da função principal das organizações de agregar valor à própria organização e à sociedade.

No mesmo contexto, ZAGO, JABBOUR e BRUHN (2018, p.533) reforçam, de maneira ainda mais objetiva, que “de um lado, comunidades, governo, ONGs, seguradoras e investidores cobram [das organizações] processos limpos, e de outro, consumidores mais conscientes selecionam produtos e/ou processos que geram menor impacto negativo à sociedade”. Ou seja, as organizações têm sido cada vez mais exigidas quanto ao comportamento sustentável, seja pela sociedade, clientes e/ou financiadores.

Assim, é fundamental que haja, por parte das organizações, uma busca por iniciativas que reforcem suas práticas sustentáveis de maneira a contribuir para a manutenção de uma sociedade mais sustentável. ZAMCOPÉ, ENSSLIN e ENSSLIN (2012, p.305-306) vem reforçar esse conceito na perspectiva de que “[...] como um importante ator social, a indústria deve desempenhar um papel proeminente na criação de um futuro sustentável”, afirmando ainda

que o principal papel da sustentabilidade corporativa seria o atendimento das necessidades de seus *stakeholders* atuais, sem que haja um comprometimento de sua capacidade de atendê-los e a outros *stakeholders* no futuro (ZAMCOPE, ENSSLIN E ENSSLIN, 2012).

Segundo CAPAGIO (2020), esse cenário tem sido discutido em âmbito global, destacadamente a partir da assinatura e publicação da resolução da Assembleia Geral das Nações Unidas que trata dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, assinado em 2015 e destaca que

Alguns objetivos têm relação direta com o transporte ferroviário, como: construir infraestruturas resilientes; proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres; gerir de forma sustentável as florestas; combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade (CAPAGIO. 2020, p.226).

Assim, entende-se que qualquer iniciativa que seja discutida e implantada no âmbito do desenvolvimento sustentável deve ser tratada como um ponto de contribuição na busca por uma sustentabilidade maior da sociedade e da organizações.

A partir da revisão do conceito de sustentabilidade e do entendimento de sua importância para a sobrevivência das organizações e da própria sociedade, o item seguinte irá apresentar a gestão de resíduos, um dos elementos que compõem a esfera da sustentabilidade e de relevante importância em setores intensivos na geração de resíduos.

## **2.2. Gestão de resíduos**

### *2.2.1. Caracterização dos resíduos*

A partir da conceituação da base da estrutura do estudo – sustentabilidade – partir-se-á para o entendimento do foco do tema a ser abordado, qual seja a gestão de resíduos nas ferrovias. Segundo o SEBRAE (2020, p.1), “resíduos são as partes que sobram de processos derivados das atividades humanas e animal e de processos produtivos como a matéria orgânica, o lixo doméstico, os efluentes industriais e os gases liberados em processos industriais ou por motores”.

Encontrado nos estados sólido, líquido e gasoso, cada resíduo possui características específicas que exigem tratamentos diferenciados, sendo importante ainda o entendimento

da diferenciação dos conceitos de resíduo, lixo e rejeito, amplamente e equivocadamente utilizados como sinônimos. Essa diferenciação conceitual pode mudar a forma com a organização age em relação às sobras dos processos e atividades.

A gestão e a correta segregação do lixo, resíduo e rejeito podem proporcionar economia e eficiência para as empresas, visto que, na maioria dos casos, a destinação é vista como um fator apenas gerador de custos. No mercado, observa-se que há fornecedores e compradores dos mais diversos tipos de materiais, incluindo subprodutos de processos produtivos com significativo valor agregado.

Neste contexto, conforme descreve ASSAD (2016, p.22), “T tecnicamente, o que chamamos de lixo é constituído por materiais que podem ser reaproveitados (os resíduos) e por materiais que não podem ser aproveitados (os rejeitos)”.

No mesmo sentido, a PNRS do Brasil classifica como resíduos, aqueles materiais, substâncias, objetos ou bens que já foram descartados, mas que pelas características físicas (materiais) e/ou de conservação, podem sofrer alguma transformação como possibilidade de reuso, por meio da reciclagem, do reaproveitamento ou de processamento industrial. Importante destacar que no lixo, observa-se uma grande parcela constituída de resíduos e uma pequena parte considerada rejeito. (BRASIL, 2010).

Já a ABNT (2004, p.63) define o lixo como sendo:

os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis. Normalmente, apresentam-se sob estado sólido, semissólido ou semilíquido (com conteúdo líquido insuficiente para que este possa fluir livremente), desde que não seja passível de tratamento.

Por fim, tem-se como rejeito, um tipo específico de resíduo que já passou por uma avaliação completa de alternativas de reaproveitamento ou reciclagem sem sucesso, ou seja, sem uma solução viável de reaproveitamento, sendo destinado a aterros sanitários ou para incineração.

De posse da definição do conceito de resíduos, faz-se necessário aprofundar um pouco mais nos tipos de resíduos e sua aplicação nas operações ferroviárias, objeto do presente projeto aplicativo. Inicialmente serão definidos de maneira geral os resíduos líquidos e

gasosos, dando maior ênfase, na sequência, aos resíduos sólidos, que possuem maior representatividade na ferrovia.

- a. Resíduos líquidos: materiais não aproveitados que se encontram no estado líquido, geralmente, provenientes de atividades industriais ou domésticas e muitas vezes contêm elementos tóxicos que acabam sendo lançados no meio ambiente. O seu descarte incorreto pode causar danos ao solo, plantas, água e animais. Um dos principais tipos de resíduos líquidos é o proveniente da lixiviação dos materiais encontrados nos lixões e aterros sanitários, conhecido como chorume. A água, proveniente do próprio lixo ou da chuva, entra em contato com os diversos materiais do lixo e inicia-se um processo de reações químicas em cadeia. O gerenciamento correto é muito importante, pois os resíduos líquidos serão devolvidos à natureza e, para que não causem danos ambientais ou à saúde humana, devem ser devidamente tratados a fim de se remover ao máximo suas impurezas. A água resultante deste tratamento é imprópria para consumo, mas pode ser reutilizada na limpeza de ruas ou para regar plantas e jardins. O processo de gerenciamento é caro e demorado, mas traz bons resultados quando consideradas as consequências do seu lançamento nos rios.
- b. Resíduos gasosos: resíduos comuns na natureza, são fruto da eliminação de materiais e elementos químicos naturalmente realizado por plantas, animais e toda e qualquer espécie de matéria sobre a terra. No entanto, quando originários de indústrias, o tratamento é mais complexo, pelo volume e diferentes fontes. Assim, de maneira a minimizar, é fundamental que as empresas busquem alternativas de tratamento e controle buscando reduzir e, quando possível, eliminar o efeito de poluição.
- c. Resíduos sólidos: materiais não aproveitados que se encontram no estado sólido. Os resíduos são complexos e diversos e, existem atualmente a lei 12.305 e a norma ABNT NBR 10.004:2004, que delimitam a Política de Resíduos Sólidos (PNRS). Conforme expresso na lei nº 12.305, Art. 3º, resíduo sólido é

[...] material, substância, objeto ou bem descartado, resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2020).

No mesmo sentido, segundo a norma da ABNT, NBR 10.004:2004, resíduos sólidos são aqueles que:

resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções, técnica e economicamente, inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004, p.1).

Assim, buscando a melhor compreensão do processo de geração de resíduos sólidos, será apresentada a seguir, sua classificação, segundo a norma da ABNT, NBR 10.004:2004 e a Lei 12.305/10.

I. Quanto à origem:

- resíduos domiciliares: originados de atividades domésticas em residências urbanas;
- resíduos de limpeza urbana: originados da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- resíduos sólidos urbanos: resíduos domiciliares e de limpeza urbana;
- resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades. Não incluem nessa categoria os resíduos de limpeza urbana, os de serviço de saneamento básico, os de saúde, construção civil e de transporte;
- resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, exceto os sólidos urbanos;
- resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

- resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- resíduos de serviços de transportes: originados em portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

## II. Quanto à periculosidade:

a. Classe I: resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b. Classe II: resíduos não perigosos.

Resíduo classe II A – não inerte: Os resíduos classe II A não inertes são os que não se apresentam como inflamáveis, corrosivos, tóxicos, patogênicos, e nem possuem tendência a sofrer uma reação química. Os materiais desta classe podem apresentar propriedades biodegradáveis, comburentes ou solúveis em água. A Lei 12.305/10 determina que todas as empresas têm responsabilidade pelos seus resíduos até a destinação ou disposição final.

O resíduo classe II B – inerte: É composto por um tipo de material onde não ocorreu transformações físicas, químicas ou biológicas, mantendo-se inalterados por um longo período. Alguns exemplos de resíduos inertes são os entulhos de demolição, pedras, areia e sucata de ferro. Esses materiais possuem a característica de não se decompor e sofrer qualquer alteração em sua composição com o passar do tempo.

Dando sequência no entendimento do processo de geração e destinação de resíduos, verifica-se que a Lei 12.305/10 também determina quais tipo de empresas deverão elaborar



um Plano de Gerenciamento de Resíduos e como deve ser realizada a destinação desses materiais.

Neste sentido, a ferrovia se enquadra no grupo de exigência da Lei 12.305/10 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos: “Art. 13. Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação: I - quanto à origem: j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;” (BRASIL, 2010)

Assim, podem ser considerados resíduos ferroviários, sem a eles se limitar: dormentes existentes ao longo da malha ferroviária, embalagens, sucata metálica (trilhos, chapas, etc.), lâmpadas, óleos lubrificantes, estopa contaminada com óleos, resíduo de limpeza, material de higiene, resto de alimentos, dentre outros.

A base do conceito de sustentabilidade do mundo moderno é transformar resíduos e dejetos em coprodutos – produzindo mais com menos e com menor impacto ambiental. Isso significa produzir de forma mais eficiente, com a utilização racional das matérias-primas, água e energia (SEBRAE, 2021).

Segundo os princípios de Dublin (ICOMOS, 2011):

Em todo o mundo, diversos sítios, estruturas, complexos, cidades e assentamentos, áreas, paisagens e rotas testemunham as atividades humanas de extração e produção industrial. Em muitos lugares, esse patrimônio ainda está em operação e a industrialização ainda é um processo ativo com um sentido de continuidade histórica, enquanto, em outros lugares, oferece evidências arqueológicas de atividades e tecnologias passadas. Ao patrimônio material associado a tecnologias e processos industriais, engenharia, arquitetura e planejamento urbano, soma-se um patrimônio imaterial incorporado às habilidades técnicas, memórias e na vida social dos trabalhadores e de suas comunidades.

De maneira complementar, o documento descreve que

Reconhecendo a natureza particular do patrimônio industrial e as questões e ameaças que o afetam, como resultado de sua relação com contextos legais, culturais, ambientais e econômicos contemporâneos, o ICOMOS (Conselho Internacional de Monumentos e Sítios) e o TICCIH (Comissão Internacional para a Conservação do Patrimônio Industrial) desejam ampliar sua cooperação ao adotarem e promoverem a disseminação do uso dos seguintes Princípios para auxiliar na documentação, proteção, conservação

e valorização do patrimônio industrial como parte do patrimônio das sociedades humanas de todo o mundo. (ICOMOS, 2011).

Patrimônio industrial pode ser compreendido como sítios, estruturas, complexos, áreas e paisagens assim como maquinaria, objetos ou documentos relacionados que fornecem evidências dos processos de produção industrial passados ou em desenvolvimento, da extração de matéria-prima, de sua transformação em bens de consumo das infraestruturas de transporte e de energia relacionadas. O patrimônio industrial reflete a profunda conexão entre o ambiente cultural e natural, uma vez que os processos industriais – sejam antigos ou modernos – dependem de fontes naturais de matéria-prima, energia e redes de transporte para produzir e distribuir produtos para outros mercados. Esse patrimônio contempla tanto os bens materiais – imóveis e móveis – quanto as dimensões intangíveis, tais como o conhecimento técnico, a organização do trabalho e dos trabalhadores e o complexo legado social e cultural que moldou a vida de comunidades e provocou grandes mudanças organizacionais em sociedades inteiras e no mundo em geral.

Os sítios de patrimônio industrial são muito diversificados em termos de função, projeto e evolução. Muitos são representativos de processos e tecnologias, assim como de condições regionais ou históricas, enquanto outros constituem grandes realizações de alcance global. Outros são complexos industriais com operações distribuídas em diferentes lugares ou são sistemas cujos componentes são interdependentes frequentemente de tecnologias e períodos históricos diferentes. O significado e o valor do patrimônio industrial são intrínsecos aos próprios sítios e estruturas, seu material construtivo, componentes, maquinaria e disposição, expressos na paisagem industrial, em documentos textuais e nos registros intangíveis contidos nas memórias, nas artes e nos costumes.

Em suma, os princípios de Dublin são um conjunto de itens que juntos estabelecem o mapeamento, documentação, restauração e conservação do patrimônio industrial como parte da riqueza e cultura daquela região. Pode-se destacar em um dos princípios, a referência às grandes estruturas ferroviárias e seus maquinários, como exposto nos princípios 6 e 9 abaixo:

6. Políticas apropriadas e medidas legais e administrativas precisam ser adotadas e adequadamente implementadas para proteger e assegurar a conservação de sítios e estruturas de patrimônio industrial, incluindo sua maquinaria e documentos. Essas medidas devem contemplar a estreita relação entre patrimônio industrial, produção industrial e economia, especialmente no que se refere a regras para empresas e investimentos, transações comerciais ou propriedade intelectual, tais como patentes e normas aplicáveis a operações industriais ativas.

9. Medidas de proteção devem ser aplicadas a edifícios e seu conteúdo visto que a totalidade do conjunto e sua integridade funcional são especialmente importantes para o significado das estruturas e dos sítios de patrimônio industrial. Seu valor patrimonial pode ser gravemente ameaçado ou reduzido se a maquinaria ou outros componentes importantes forem removidos ou se elementos subsidiários que formam parte do todo forem destruídos. Meios legais e administrativos devem ser desenvolvidos para possibilitar que as autoridades respondam rapidamente ao fechamento de sítios e complexos de patrimônio industrial em operação de modo a evitar a remoção ou destruição de elementos significativos, tais como maquinaria, objetos industriais e documentos relacionados. (ICOMOS, 2011).

Baseado nestes princípios a União exige das ferrovias em suas concessões a conservação destes sítios e maquinários para que eles mantenham o seu valor histórico e cultural. As ferrovias estudadas, possuem estruturas como oficinas, estações ferroviárias e escritórios ao longo de toda a sua extensão que ativas ou não, necessitam ser preservadas. Sobre o maquinário estão inclusos locomotivas e vagões que uma vez listados como ativos da concessão, não podem ser dados baixa ou mesmo destinados como sucata, precisando ser recuperados e conservados.

Ressalta-se ainda que, na construção das ações propostas por este projeto aplicativo, a necessidade de atenção aos princípios 10 e 11 de Dublin listados abaixo que tratam da modificação das instalações ou maquinários para outros fins.

10. O uso original ou sua readequação é o modo mais frequente e geralmente mais sustentável de assegurar a conservação de estruturas e sítios de patrimônio industrial. Os novos usos devem respeitar os materiais significativos, componentes e padrões de circulação e atividade. É necessário um conhecimento especializado para assegurar que o significado patrimonial seja considerado e respeitado na gestão do uso sustentável de estruturas e sítios de patrimônio industrial. As normas de construção, exigências de segurança, normas ambientais ou industriais e outras

regulamentações devem ser adequadamente implementadas nas intervenções físicas, levando em consideração as dimensões patrimoniais.

11. Sempre que possível, as intervenções físicas devem ser reversíveis, respeitar o valor temporal e marcas ou traços significativos. As alterações devem ser documentadas. A reversão a um estado anterior conhecido é aceitável em circunstâncias excepcionais com fins educativos, devendo ser baseada em documentação e pesquisa exaustiva. A desmontagem e realocação apenas são aceitáveis em casos extraordinários, em que necessidades econômicas ou sociais imprescindíveis e objetivamente comprovadas exigem a destruição do sítio. (ICOMOS, 2011).

As empresas ferroviárias estudadas possuem hoje o tema de gestão de resíduos como questão crítica para sua sustentabilidade e todas possuem este tema na sua matriz de materialidade. As ferrovias possuem dentro de seu organograma, estruturas gerenciais com profissionais qualificados para realizar a identificação dos resíduos gerados, sua separação, armazenamento, destinação correta para cada tipo de categoria de resíduo e desenvolvimento de fornecedores para materiais críticos e sem campo de reciclagem e/ou destinação segura ao meio ambiente.

### 2.2.2. Aspectos ambientais da gestão de resíduos

Um estudo realizado pela VG Resíduos (2020a) afirma que

O aumento significativo de resíduos, nos seus diferentes estados (sólidos, líquidos e gasosos) e os indesejáveis efeitos no meio ambiente têm elevado o custo de tratamento desses elementos. Os impactos da má gestão dos resíduos sólidos causam poluição atmosférica, poluição hídrica, poluição do solo e poluição visual, e, além disso, dependendo do tipo de resíduos, podem causar doenças para população, ocasionando o dano a saúde das pessoas. Outro impacto significativo é o risco de sofrer penalidades pela gestão inadequada.

O mesmo estudo demonstra de forma mais detalhada os efeitos destes resíduos no meio ambiente com foco na sustentabilidade. Estes efeitos são: a poluição atmosférica está relacionada à contaminação por gases, partículas sólidas, líquidos em suspensão, material biológico ou energia, “ingredientes” que provocam danos diretos no ecossistema de uma região.

A poluição do ar, ainda, é uma das grandes responsáveis pelo aquecimento global, um dos maiores problemas ambientais a serem combatidos atualmente.

A poluição hídrica, por sua vez, é caracterizada pela introdução de qualquer resíduo ou energia que altere as propriedades físico-químicas de um determinado corpo de água. Os principais causadores desse tipo de poluição são os efluentes industriais (produtos químicos, metais pesados), agrícolas (fertilizantes outros tipos de agrotóxico), o esgoto doméstico e o chorume oriundo da decomposição de resíduos. O contato ou ingestão de uma água contaminada pode provar sérios danos à saúde tanto humana como da fauna próxima a esses corpos d'água. Sem contar que o odor torna o ambiente bem desagradável e a proliferação de micro-organismo na água reduz ou até impede qualquer ser a sobreviver nesse ambiente.

A poluição do solo consiste em qualquer mudança na natureza ou na composição da terra decorrente do seu contato com produtos químicos e resíduos sólidos ou líquidos. Esse tipo de poluição é perigoso porque pode tornar a solo inútil e infértil, além de gerar riscos à saúde dos humanos, dos animais e das plantas. O prejuízo ambiental mais perceptível causado por uma má gestão de resíduos é a poluição visual. Muitas pessoas costumam relacionar esse tipo de impacto ao excesso de elementos ligados à comunicação visual, em ambientes urbanos, como cartazes, anúncios e placas de rua, entre outros.

O abandono de resíduos sólidos — orgânicos ou não — expostos em locais inapropriados também são considerados poluição visual e são responsáveis pela degradação das cidades.

### 2.2.3. Aspectos financeiros da gestão de resíduos

Abordando tema gestão de resíduos sobre os aspectos financeiros, estes itens deixam de ser vistos apenas na ótica ambiental e se torna um pilar de relevância para as organizações, já que podem ter gastos financeiros para destinar adequadamente estes resíduos e mesmo gerir possíveis multas ou sanções decorrentes da má gestão. Além do impacto de imagem e reputação da organização.

A VG Resíduos (2020b) relata em seus estudos que,

A empresa que não realizar a gestão adequada dos resíduos gerados em seus processos pode sofrer várias sanções ambientais. A legislação brasileira

determina penalidades para quem descumprir a lei. A Lei 9.605, do ano de 1998, no seu artigo 68 diz: Deixar, aquele que tiver o dever legal ou contratual de fazê-lo, de cumprir obrigação de relevante interesse ambiental: Em vista das leis e normas vigentes relativas aos resíduos sólidos, conclui-se que todos os responsáveis pelos planos de gerenciamento de resíduos sólidos que não cumprirem suas obrigações conforme as leis citadas pagarão multa e poderão pegar de 1 a 3 anos de prisão.

A Lei nº 12.305/2010 estabelece a PNRS, que dá ênfase às responsabilidades das empresas pela correta gestão dos resíduos. A lei os auxilia na implantação das diretrizes de gestão integrada, na qual, os elementos presentes possibilitam estratégias e procedimentos que busquem uma gestão responsável (BRASIL, 2010).

### 3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Com intuito de viabilizar o desenvolvimento da pesquisa faz-se necessário, inicialmente, a definição da metodologia mais adequada frente aos objetivos propostos e a pergunta do estudo, considerando, como destaca Gil (2002, p.17), pesquisa como sendo “o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”.

Conforme nos apresenta Castro (2006), a metodologia da pesquisa é responsável por definir o caminho necessário à observação dos fatos de forma sistemática, analisando as relações existentes entre tais fatos, de maneira a responder à pergunta de pesquisa.

Adotando a classificação expressa por Castro (2006) e Gil (2002), a presente pesquisa pode ser classificada como exploratória, que possui a finalidade de desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. Destaca-se por se tratar de um tema ainda pouco conhecido e de estudos limitados.

Quanto à estratégia, em função das características do problema, pergunta e objetivos da pesquisa, optou-se por utilizar a abordagem de pesquisa qualitativa que foca no entendimento dos fatos e fenômenos e não somente no registro e descrição.

No que tange ao método de pesquisa, o presente trabalho pode ser caracterizado como um estudo de caso, por buscar entender com maior profundidade e detalhamento o fato.

Espera-se utilizar, como instrumentos de coleta de dados, segundo critério de Castro (2006), o Levantamento documental – buscando informações em documentos das empresas, organizações envolvidas, registros estatísticos, jornais, revistas etc. De maneira complementar, deve ser utilizado também o levantamento bibliográfico como maneira de dar o embasamento técnico fundamental para o desenvolvimento da pesquisa.

## 4. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE INFORMAÇÃO

Com intuito de contextualizar o desenvolvimento da presente pesquisa, torna-se fundamental, inicialmente, a apresentação e entendimento do setor em que as organizações estudadas estão inseridas.

Nesse sentido, os próximos tópicos irão tratar da descrição e contextualização do setor ferroviário de transporte de cargas no Brasil, bem como de uma visão geral dos processos de destinação de resíduos no setor.

### 4.1. Estrutura do setor ferroviário brasileiro

Atualmente, o sistema ferroviário brasileiro de transporte de cargas é formado por 13 ferrovias constituídas e em operação, conforme Tabela 1 a seguir, que juntas correspondem a uma extensão de aproximadamente 29,9 mil quilômetros de vias e transportam quase 500 milhões de toneladas úteis ao ano, com destaque para os produtos agrícolas e minério de ferro (ANTT, 2021).

**Tabela 1** - Relação de ferrovias brasileiras e suas respectivas áreas de atuação e dimensões

Ferrovia	Área de Atuação	Extensão (km)
Estrada de Ferro Paraná Oeste S.A.	PR	248,1
Ferrovia Centro-Atlântica S.A.	MG, SE, GO, ES, DF, RJ, BA e SP	7.856,8
Ferrovia Norte-Sul Tramo Norte	MA e TO	744,5
Ferrovia Tereza Cristina S.A.	SC	161,6
Ferrovia Transnordestina S.A.	MA, PI, CE, RN, PB, PE e AL	4.295,1
MRS Logística S.A.	MG, RJ e SP	1.821,3
Ferrovia Norte-Sul Tramo Central	TO e GO	855,8
Rumo Malha Norte S.A.	MT e MS	735,3
Rumo Malha Oeste S.A.	SP e MS	1.973,1
Rumo Malha Paulista S.A.	SP e MG	2.119,2
Rumo Malha Sul S.A.	RS, SC, PR e SP	7.223,4
VALE – Estrada de Ferro Carajás	PA e MA	996,7
VALE – Estrada de Ferro Vitória a Minas	ES e MG	894,2

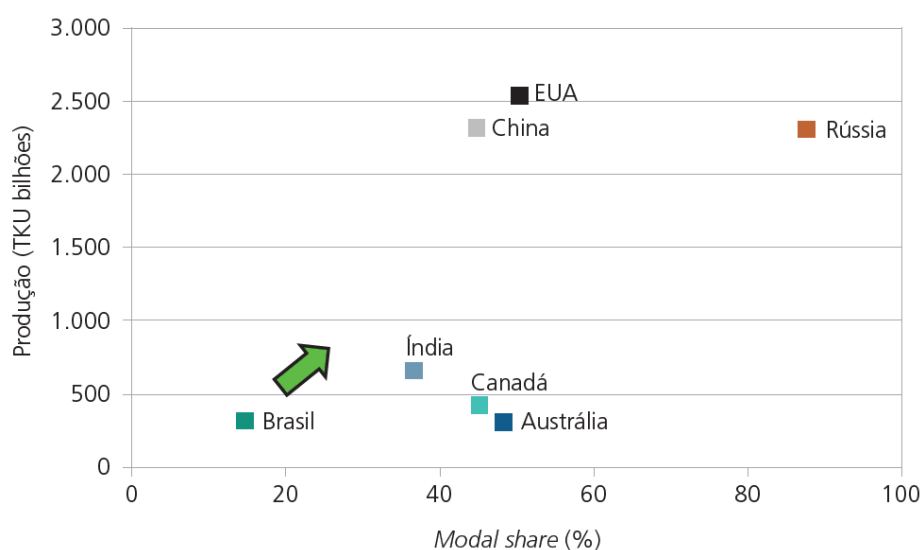
Fonte: Elaborada pelos autores com base em ANTT (2021).

Tais ferrovias são responsáveis ainda pela geração direta de aproximadamente 38 mil empregos, entre pessoal próprio e terceiros, operando um parque de ativos que envolve mais de 3 mil locomotivas e 98 mil vagões (CNT, 2020).



Todavia, apesar da relevância da estrutura ferroviária brasileira na economia, percebe-se que ainda há um significativo espaço de crescimento da participação ferroviária na matriz brasileira de transportes de cargas, especialmente quando comparada a países com dimensão territorial semelhante à brasileira, conforme apresenta a Figura 1 a seguir:

**Figura 1** - Participação do modo ferroviário na matriz de transporte de cargas de grandes países



Fonte: BNDES (2017).

Como observado na Figura 1 acima, países como Índia, Canadá e Austrália possuem volume de transporte semelhantes ao Brasil, com dimensão territorial da ordem brasileira, mas com uma matriz de transporte de carga muito mais favorável ao transporte ferroviário. Este cenário tem feito com que o governo brasileiro esteja investindo grandes esforços na defesa de projetos que favoreçam o crescimento da malha ferroviária brasileira, dando uma relevância ainda maior na economia do país.

Segundo Santos *et al* (2018, p. 40),

A retomada da expansão da rede ferroviária no Brasil é fundamental para acelerar a retomada do crescimento econômico. Visto que o transporte ferroviário de cargas, ainda cumpre um papel primordial para logística mundial, estando presente nas principais economias do mundo.

Ainda nesse mesmo contexto, pode-se observar uma discrepância da realidade brasileira frente aos demais países de grande extensão territorial, como apresenta a Tabela 2 a seguir, onde o Brasil apresenta uma relação de km de ferrovia/área geográfica do país mais de 7 vezes menor que a relação encontrada nos Estados Unidos:

**Tabela 2** - Densidade de malha ferroviária: comparativo entre países

Países	Área geográfica [milhões km <sup>2</sup> ]	Malha ferroviária [mil km]	Malha ferroviária/Área [km/1.000 km <sup>2</sup> ]
EUA	9,83	224,79	22,9
Índia	3,29	68,53	20,8
China	9,60	191,27	19,9
África do Sul	1,22	20,99	17,2
Argentina	2,78	36,92	13,3
México	1,96	15,39	7,8
Canadá	9,98	77,93	7,8
Rússia	17,10	87,16	5,1
Austrália	7,74	36,97	4,8
Brasil	8,52	28,54	3,1

Fonte: Elaboração própria adaptada de Santos *et al* (2018).

Tal cenário tem como principal justificativa a falta de investimentos para o desenvolvimento desse modo de transporte, que ficou estabilizado por quase 100 anos e retomou a partir dos processos de concessão ocorridos no final da década de 1990.

Assim, tomando como base o fechamento dos processos de renovação das concessões ferroviárias brasileiras atuais, bem como a implantação do novo marco ferroviário brasileiro, há uma expectativa de expansão muito relevante da malha ferroviária brasileira nos próximos anos, ampliando a participação da ferrovia na matriz de transporte de cargas brasileira.

#### **4.2. A relevância dos resíduos no setor ferroviário brasileiro**

Primeiramente, é importante destacar que não há hoje controle centralizado por parte da ANTT sobre o processo de gestão de resíduos das ferrovias brasileiras, nem mesmo outro órgão relacionado. Segundo CAPAGIO (2020), o regime de concessão ao qual as ferrovias brasileiras atuais estão submetidas é insuficiente no que tange às questões de exigências ambientais, justificado pelo fato de os processos de concessão terem sido desenvolvidos antes

mesmo da criação do próprio órgão regulador – a ANTT. Esse descasamento entre assinatura dos contratos de concessão e implantação da agência reguladora traz uma série de dificuldades na implantação de maiores exigências, em função das discussões sobre equilíbrio financeiro dos contratos.

Assim, qualquer informação relacionada aos resíduos gerados pelas ferrovias acaba sendo obtida diretamente junto às concessionárias ferroviárias e fontes secundárias. Com a função de ampliar o conhecimento do tema para as ferrovias, foram feitas pesquisas sobre destinação de resíduos industriais diversos, dados existentes sobre o tema nas empresas estudadas neste projeto aplicativo: VALE, MRS e VLI. Foi pesquisado nos relatórios anuais de sustentabilidade destas organizações, os quantitativos de resíduos gerados, seus tipos e métodos já elaborados para destinação, que serão apresentados nos tópicos seguintes.

#### **4.3. Estudo de caso da empresa VALE**

A empresa nasceu em 1º de junho de 1942 como a estatal Companhia Vale do Rio Doce, a Vale é hoje uma empresa privada que figura entre as maiores mineradoras globais. Suas operações extrapolam fronteiras, presentes em cerca de 30 países, compartilhando a missão de transformar recursos naturais em prosperidade e desenvolvimento sustentável.

Além da mineração, atua em logística – com ferrovias, portos, terminais e infraestrutura de última geração – em energia e em siderurgia.

A Vale existe para melhorar a vida e transformar o futuro, juntos, é o que está definido no seu propósito. Acredita que a mineração é essencial para o desenvolvimento do mundo e busca servir à sociedade, gerando prosperidade para todos e cuidando do planeta.

Quanto aos valores da Empresa:

Agir com integridade: Constrói relações de confiança e promove uma comunicação aberta e transparente, agindo com respeito e integridade. Fazer acontecer: engajados, responsáveis e tem disciplina para gerar resultados e superar desafios. Atua na busca da excelência, sendo sustentáveis e confiáveis. A vida em primeiro lugar: acredita que a vida é mais importante do que resultados e bens materiais e incorporamos essa visão nas decisões de negócio. Respeitar nosso planeta e as comunidades: Se compromete com o desenvolvimento econômico, social e ambiental nas decisões de negócio. Valorizar quem faz a nossa empresa: Confia nas pessoas e juntos atua na construção de um ambiente de trabalho admirado por

todos. Buscando o aprendizado contínuo e crescimento pessoal. (VALE, 2021a)

Em relação aos compromissos:

**Pessoas:** As decisões de negócios, priorizam a segurança das pessoas e do meio ambiente, agindo com respeito, cuidado e integridade. Construção de um legado social, econômico e ambiental positivo onde tem operações. **Segurança:** Transformar a Vale em uma das empresas de mineração mais seguras e confiáveis do mundo. **Reparação:** Reparar integralmente Brumadinho, assumindo o protagonismo de trazer de volta a dignidade às famílias e às comunidades atingidas. (VALE, 2021a)

São Compromissos assumidos pela VALE 2030:

Ser um operador sustentável, catalisador de desenvolvimento local e agente global de sustentabilidade. Nossos objetivos globais de sustentabilidade estão alinhados com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 das Nações Unidas.

A Vale reafirma seu compromisso com os Princípios do Pacto Global da ONU. A Vale está comprometida com o Pacto Global da ONU. Foi membro do Pacto Global da ONU desde 2007 e parte do grupo LEAD entre 2011 e 2018. Devido à tragédia do rompimento da barragem de Brumadinho, em respeito à instituição e seus associados, a Vale solicitou a sua retirada em maio de 2019. Desde então, se comprometeu com a reparação integral dos impactos causados e focou na intensificação da sua governança, compromissos de sustentabilidade, excelência operacional (riscos operacionais e gestão de ativos), saúde & segurança entre outros.

A empresa tem trabalhado diligentemente para implementar os 10 Princípios do Pacto Global da ONU e engajado com o secretariado do Pacto Global anualmente. O Pacto Global da ONU e seus princípios são extremamente relevantes para a Vale. Fazer parte da rede do Pacto Global da ONU oferece apoio do secretariado e pares, ajudando as empresas a melhor enfrentar os desafios de Sustentabilidade e Direitos Humanos, enquanto os Princípios fornecem mecanismos fundamentais de orientação e conformidade. (VALE, 2019)

#### 4.3.1. *Gerenciamento e tecnologia ambiental na Vale*

Os resíduos gerados no processo produtivo podem ser divididos em resíduos minero-metalúrgicos e resíduos industriais. Os resíduos minero-metalúrgicos englobam os resíduos de estéreis e rejeitos da mineração e as escórias geradas nos processos metalúrgicos de níquel e manganês. Já o gerenciamento dos resíduos industriais engloba a segregação, coleta,

valorização e destinação dos resíduos de borrachas, plásticos, óleos usados, resíduos contaminados, madeiras, sucatas metálicas e resíduos de alimentação, entre outros.

Essa divisão é muito importante devido principalmente à escala de geração, às regulamentações específicas e às diferentes formas de gerenciamento e destinação dos resíduos minero-metalúrgicos, que estão diretamente ligados às reservas minerais e às tecnologias adotadas nos processos de lavra, de beneficiamento dos minérios e de metalurgia, cuja gestão e aproveitamento são importantes desafios do setor de mineração.

#### Resíduos minero-metalúrgicos

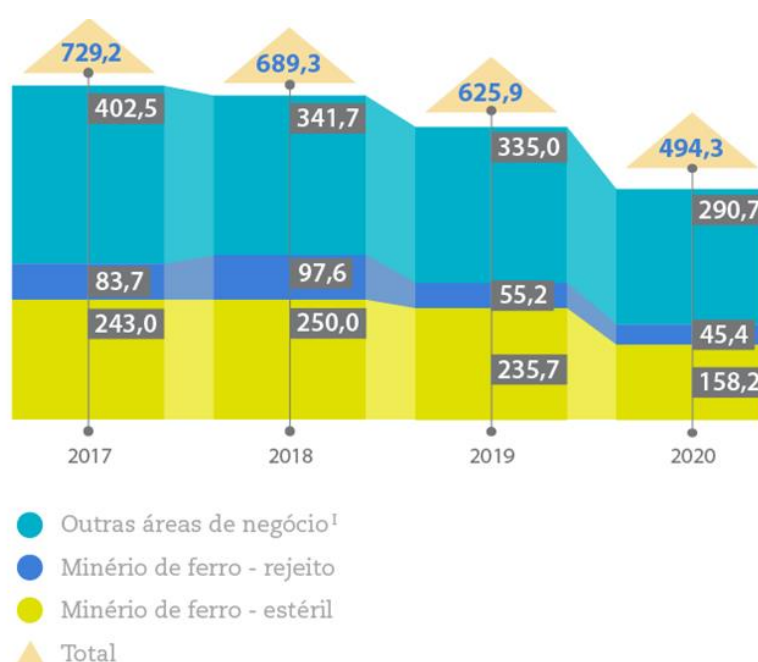
A Vale publicou no final de 2020 sua Política de Gestão de resíduos minero-metalúrgicos, marco que consolida os esforços já realizados pela empresa e aponta a direção dos investimentos para incentivar uma economia circular inovadora, que maximiza o aproveitamento dos materiais e fomenta novas cadeias de valor. Objetivando contribuir com a redução e reaproveitamento dos resíduos, bem como reduzir os riscos ambientais e sociais de destinação, a política da Vale foca em três principais eixos de atuação:

1. Priorizar, na fase de pesquisa, concepção, implementação, operação, descomissionamento e pós-fechamento dos projetos, as melhores práticas disponíveis para:
  - Otimização da extração e processamento mineral e aproveitamento interno dos resíduos;
  - Redução de riscos de solubilização de metais para as drenagens na disposição de estéreis, rejeitos e escórias em pilhas.
2. Investir em projetos de P&D e em implantação de tecnologias de otimização do processamento de minério e aproveitamento de estéril, rejeitos e escórias em novas cadeias produtivas;
3. Priorizar o processamento a seco.

Quando não há alternativa viável de aproveitamento, os rejeitos são dispostos em barragens, seguindo todos os procedimentos de governança e segurança estabelecidos na

Política de segurança de barragens e estruturas geotécnicas de mineração da Vale. A Vale pretende migrar para o modelo de processamento a seco (umidade natural) na produção de Minério de Ferro e, alcançar 70% (setenta por cento) de processamento a seco até 2024, onde as condições geológicas e técnicas permitirem. A Figura 2 abaixo apresenta a geração de resíduos minero-metalúrgicos da VALE anualmente.

**Figura 2 - Geração de resíduos minero-metalúrgicos na VALE**



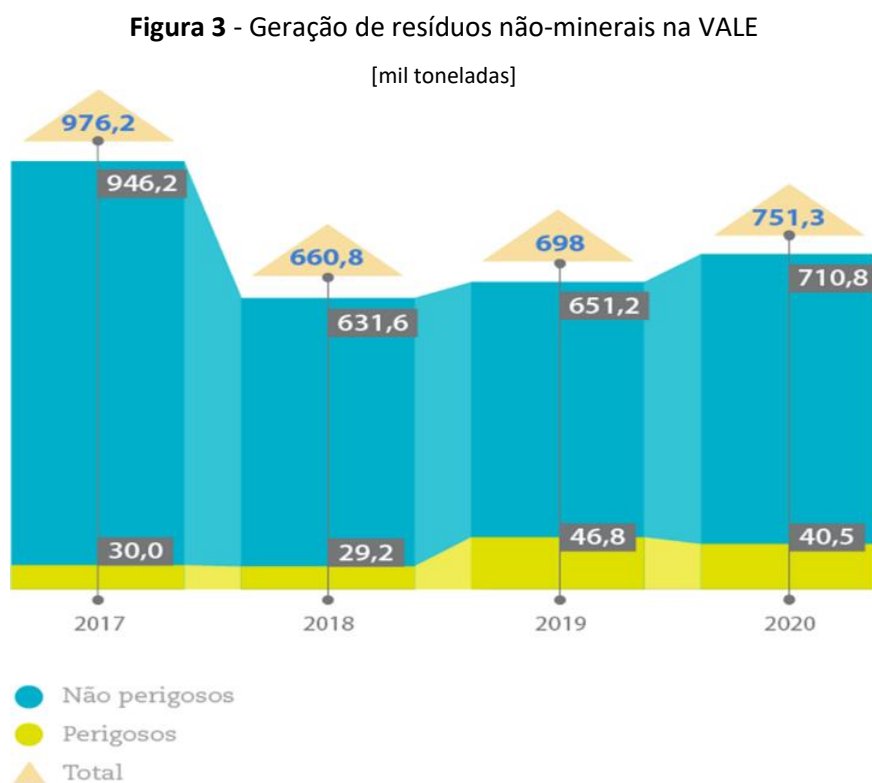
Fonte: Vale (2021b)

Cada unidade operacional desdobra o seu programa de gerenciamento de resíduos adaptado à sua realidade e cultura locais, buscando metas específicas para o atendimento de suas prioridades e de acordo com o Plano Vale de Gerenciamento de Resíduos. As metas dos programas estão focadas, principalmente, em dois indicadores:

- Redução de geração e aumento da destinação ambientalmente adequada, como a compostagem, reuso, rerrefino e reciclagem;
- Valorização do aproveitamento de resíduos com o objetivo de reduzir o descarte em aterros, em atendimento ao ODS 12 – Consumo e produção responsáveis.

### 4.3.2. Geração de resíduos industriais na VALE

Dando sequência à avaliação das práticas de geração de resíduos conduzidas pela Vale, pode-se observar, de acordo com a Figura 3 a seguir que, somente em 2020, foram geradas cerca de 751,3 mil toneladas de resíduos não minerais na Vale.

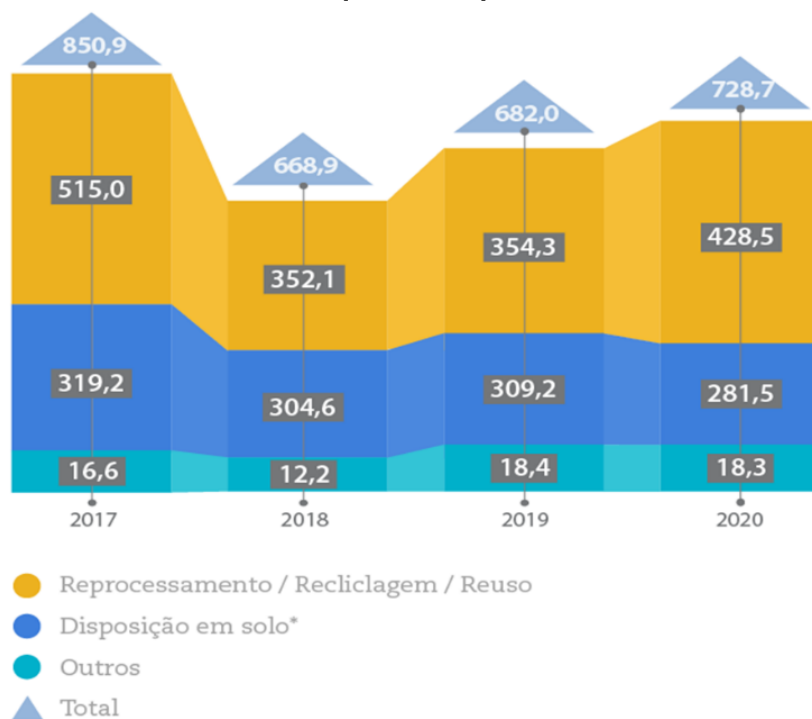


Fonte: Vale (2021b)

Do total de resíduos industriais gerados pela Vale, cerca de 59% teve uma destinação sustentável, ou seja, foram direcionados para processos de reprocessamento, reciclagem e/ou reuso, conforme apresentado nas Figuras 4 e 5 abaixo.

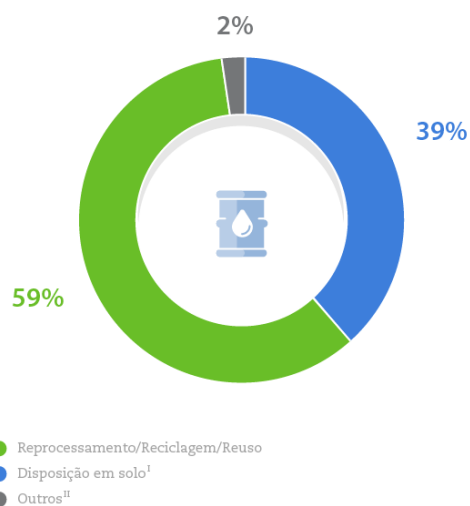
**Figura 4 - Global - Disposição e Destinação na VALE**

[mil toneladas]



Fonte: Vale (2021b)

**Figura 5 - Disposição e destinação dos resíduos industriais na VALE**



I. Aterro sanitário externo, aterro sanitário interno, disposição em pilha de estéril subsolo  
 II. Co-processamento, incineração e tratamento biológico.

Fonte: Vale (2021b)



Em suma, é importante destacar a preocupação da empresa estudada em desenvolver alternativas de destinação sustentável para os resíduos industriais gerados, especialmente pela dimensão – mais de 750 mil toneladas em um ano – mas que apresenta ainda significativa oportunidade de trabalho, visto que mais de 40% dos resíduos são destinados ao solo ou com outras destinações sem reaproveitamento.

#### 4.3.3. *Cases implementados na VALE*

- Aproveitamento de madeiras de embalagens (Mina de Carajás) - Na mina de Carajás, localizada na cidade de Parauapebas (PA), região amazônica, em parceria com uma empresa local, a Vale desenvolveu um projeto de Aproveitamento de resíduo de madeiras de embalagens em caldeiras de geração de energia, para reduzir a disposição final para aterros. Em 2019, foram destinados para reaproveitamento cerca de 1.270 toneladas de resíduos de madeira e 505 toneladas em 2020, com uma redução devido às restrições de logística e da pandemia do Covid-19.
- Regeneração de óleos usados (Mina de Carajás) - Foi implantado uma Central de gerenciamento de materiais descartados (CMD) em Carajás uma unidade de regeneração de óleos de refrigeração usados. O processo consiste em uma análise prévia dos óleos na fonte geradora e posterior coleta, filtragem, regeneração e devolução dos óleos para utilização pelas oficinas de manutenção. Já foram regenerados cerca de 970.000 litros em 2019 e 940.000 litros em 2020, demonstrando o grande sucesso do projeto, uma vez que representou uma redução significativa da compra de óleos novos pelas áreas de manutenção da unidade operacional.
- Destinação de bifenilas policloradas (PCBs) - Foi desenvolvido ações para agilizar a destinação ambientalmente adequada de resíduos com PCBs, em todas as suas unidades operacionais. Os PCBs são considerados contaminantes ambientais, com impacto à saúde e aos ecossistemas. Com base nos compromissos internacionais e os valores de segurança e meio ambiente da empresa, foi estabelecido um processo de identificação das fontes potenciais de óleos contaminados com PCBs nas unidades operacionais da Vale. Foram consolidadas as demandas e estabelecido um processo de destinação final gradual, compatibilizando os ciclos de manutenção dos

equipamentos elétricos e a busca da antecipação das metas de destinação de PCBs. Essas ações também objetivam antecipar o fim do uso de PCBs, meta da Convenção de Estocolmo, prevista para até 2025, além de garantir sua disposição final ambientalmente adequada até 2028. Até 2020, foram destinadas mais de 200 toneladas de resíduos contaminados com PCBs e foram regenerados mais de 12.000 litros de óleos de transformadores, que passaram a ser classificados como óleos sem contaminação.

- Reciclagem de pneus fora de estrada - É destinado para empresas de reciclagem as sucatas de pneus fora de estrada geradas em suas operações no Pará e em Minas Gerais, no Brasil. A reciclagem desses pneus tem um grande desafio devido ao seu tamanho - podem ter mais de 4 metros de diâmetro – e pela resistência da malha de aço interna, o que dificulta muito seu manuseio e corte para reciclagem. Cerca de 9 mil toneladas de pneus são recicladas por ano. A sucata metálica é utilizada como material para a produção de vergalhões usados na construção civil. Os pneus são utilizados para produzir placas de revestimento ou transformados em chips de borracha, que podem ser utilizados pela indústria automobilística e cimenteiras.
- Aproveitamento de madeiras de embalagens (Desenvolvimento cooperativa em São Luis/MA) - No Terminal portuário de Ponta da Madeira a Vale desenvolveu um projeto de apoio à implantação e desenvolvimento da Cooperativa de Trabalho, Coleta e Recuperação de Resíduos da Vila Maranhão (CoopVila). O projeto social é desenvolvido com moradores da Vila Maranhão, vizinhos a suas operações da Vale, em São Luís (MA). Em 2019, 1.504 toneladas de resíduos de madeira foram destinados e, em 2020, foram 1.140 toneladas. O projeto é um grande exemplo da atuação conjugada do desenvolvimento de uma cooperativa local e o aproveitamento de resíduo de madeiras de embalagens para confecção de peças e móveis de madeira, reduzindo a disposição final para aterros e gerando renda para a comunidade local.
- Fomento à economia circular - Inaugurado em novembro de 2020, a Fábrica de Blocos do Pico, primeira planta piloto de produtos para a construção civil cuja matéria-prima principal é o rejeito da atividade de mineração. Instalada na Mina do Pico, no município de Itabirito (MG), a fábrica promoverá a economia circular na operação de

beneficiamento do minério de ferro. Após o período de testes, a expectativa é que, a cada ano, cerca de 30 mil toneladas de rejeito deixem de ser dispostas em barragens ou pilhas para serem transformadas em 3,8 milhões de produtos pré-moldados de larga aplicação na indústria da construção civil, como pisos intertravados, blocos de concreto estruturais, blocos de vedação, dentre outros.

A Vale conduz estudos de aplicação do rejeito desde 2014. A empresa investirá cerca de R\$ 25 milhões em pesquisa e desenvolvimento tecnológico (P&D) nos primeiros dois anos da Fábrica de Blocos do Pico, que contará com a cooperação técnica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). Dez pesquisadores da instituição atuarão na pesquisa nesse período, entre professores, técnicos de laboratório e alunos de pós-graduação, graduação e curso técnico. A Vale estuda replicar a fábrica de blocos em outras unidades de Minas Gerais, após o período de P&D na Mina do Pico. A empresa também mantém parceria com mais de 30 organizações, entre universidades, centros de pesquisas e empresas nacionais e estrangeiras, para o desenvolvimento de soluções para o reaproveitamento do resíduo da mineração em diferentes setores da indústria.

#### **4.4. Estudo de caso da empresa MRS LOGÍSTICA S.A.**

A MRS é uma operadora logística que administra uma malha ferroviária com 1.643 km cortando os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, região que concentra cerca da metade do PIB brasileiro. Hoje, segundo a companhia, é uma das maiores ferrovias de carga do mundo, com produção quase quatro vezes superior àquela registrada nos anos 1990. Quase 20% de tudo o que o Brasil exporta e um terço de toda a carga transportada por trens no país passam pelos trilhos da MRS (MRS, 2021).

A produção é diversificada, sendo as principais cargas transportadas: contêineres, siderúrgicos, cimento, bauxita, agrícolas, coque, carvão e minério de ferro.

A companhia foi criada em 1996, quando o governo transferiu à iniciativa privada a gestão do sistema ferroviário nacional. A malha conecta regiões produtoras de *commodities* minerais e agrícolas e alguns dos principais parques industriais do país aos

maiores portos da região Sudeste, o que confere à operação uma importância econômica diferenciada.

Além do transporte de cargas como minérios, produtos siderúrgicos acabados, cimento, bauxita, produtos agrícolas e *containers*, entre outros, a MRS oferece soluções logísticas mais amplas, incluindo o planejamento e o desenvolvimento de soluções multimodais (que se valem de mais de um meio de transporte), além de serviços ferroviários customizados. A companhia tem hoje indicadores comparáveis aos das mais eficientes e seguras ferrovias norte-americanas e europeias, em quesitos como eficiência energética, *transit time*, disponibilidade e confiabilidade de ativos, segurança e produtividade, e se destaca pelo uso intensivo de tecnologia e de uma cultura de inovação. (MRS, 2021)

São valores da MRS:

- Atitudes responsáveis.
- Atendimento impecável das necessidades de nossos clientes, com eficiência de classe mundial.
- Alto desempenho de nossas equipes, motivadas e comprometidas.

Em relação aos compromissos:

Oferecer transporte de carga com foco na ferrovia, priorizando fluxos que gerem escala e relações de longo prazo, a preços competitivos e com previsibilidade, para agregar valor crescente ao negócio (MRS, 2021).

#### 4.4.1. Gestão de resíduos na MRS

A MRS Logística S.A. realiza a demonstração de sua gestão de resíduos disponibilizando em seu relatório anual de sustentabilidade e todos os dados estão visíveis no site oficial da empresa. MRS Logística afirma que “Em 2020, 100% dos resíduos gerados nas unidades da MRS foram gerenciados corretamente e não houve incidência de multa, autuação ou afins, o que mostra a maturidade do processo, que é totalmente controlado por indicadores no Sistema de Gestão Ambiental (MRS, 2020).”

Assim como a VALE, a MRS Logística informa a quantidade de resíduos tratados e destinados de suas operações. É citado em seu site que

Todos os resíduos gerados passam por uma minuciosa análise para averiguação da possibilidade de reaproveitamento, seja próprio ou por terceiros. Em 2020, a MRS gerou cerca de 2.397 toneladas de resíduos em suas atividades de manutenção, o que representa cerca de 2% de redução em comparação a 2019 – em um período que volume de transporte aumentou 8,8%. Destes, 19,3% foram encaminhados para reciclagem/reaproveitamento por terceiros, 41,8% foram destinados ao coprocessamento/tratamento e 38,9% foram destinados para aterros sanitários. Destaque para as 461 toneladas de resíduos destinados para reaproveitamento/reciclagem, o que representa um crescimento de 19,5% em relação a 2019. (MRS, 2020)

Nesse sentido, nota-se que há um esforço estratégico da organização na busca pela destinação sustentável dos resíduos, seja pelo reaproveitamento, reciclagem e logística reversa, conforme demonstrado pela Figura 6 a seguir:

**Figura 6 - Disposição e destinação de resíduos na MRS**



Fonte: MRS (2020)

Segundo a MRS Logística (2020):

Anualmente, a MRS investe na manutenção e ampliação de estruturas físicas para armazenar corretamente os resíduos gerados, com destaque para as centrais/abrigos de resíduos. Para os próximos anos, a MRS prevê a continuidade de gerenciamento correto de 100% dos resíduos gerados, com ampliação do volume de resíduos reciclados ou reaproveitados, garantindo conformidade aos processos da companhia.

O que demonstra o quanto a cada ano estas ferrovias necessitam investir ainda mais na gestão de seus resíduos. No relatório de sustentabilidade da MRS ainda se destaca que a MRS investe anualmente na contratação e manutenção de empresas especializadas para o gerenciamento correto de resíduos em todas as suas unidades. As atividades destes fornecedores contemplam:

- Disponibilização de mão de obra para atuar nas frentes de serviço, treinando e conscientizando colaboradores da MRS a não gerar e/ou diminuir a geração de resíduos, a aumentar oportunidades de reaproveitamento primário, assim como a segregar e acondicionar corretamente o que é gerado; inspeções periódicas nas áreas com foco em acompanhar e controlar todo o processo gerador e avaliar oportunidades de gerenciamento;
- Atuação constante no mercado para vislumbrar oportunidades de reaproveitamento e reciclagem cada vez mais constante das tipologias de resíduos gerados;
- Aluguel de coletores que propiciarão correto acondicionamento dos resíduos gerados, em acordo com a legislação;
- Armazenamento dos resíduos gerados em cerca de 35 centrais e abrigos de resíduos;
- Oferta de frota de mais de 15 caminhões para diferentes coletas ao longo de mais de 45 municípios, por diversas vezes realizadas simultaneamente;
- Oferta de soluções de destinações para a MRS que contemplem desde aterros sanitários até unidades receptoras licenciadas para reaproveitamento e reciclagem dos resíduos. Importante ressaltar que 100% dos resíduos de papel,

papelão e plástico segregados foram reciclados em 2020, muitos por meio de associações de catadores e recicladores, fomentando estas atividades nos estados de MG, RJ e SP.”

#### 4.4.2. *Cases implementados na MRS*

- a. venda de sucata nobre – segundo a colaboradora da MRS Logística responsável pelo processo de receitas alternativas, foi feito um mapeamento e levantamento de quantidades de todos os locais e fontes que poderiam gerar, na MRS, sucatas que continham alumínio, bronze, cobre, chumbo e ouro. Identificou-se que havia um volume relevante, que anteriormente estavam sendo vendidos misturados com sucata de ferro e aço por um preço baixo. Foi feito um trabalho de inteligência de mercado, de índices relacionados ao produto, preço de mercado praticado, contaminação das peças e definidos tetos e negociados preços a serem praticados com os clientes da MRS Logística. Foi estabelecido contato com todas as áreas geradoras, estruturados locais para destinação e segregação destas sucatas e além da reutilização do produto como matéria prima para outras empresas, destinação correta, melhor gerenciamento, a reestruturação gerou um faturamento adicional de, aproximadamente, R\$ 1,2MM/ano.
- b. Venda de roda sucateada para empresas que fazem disco de arado: ainda segundo a colaboradora da MRS Logística, anteriormente a empresa destinava rodas que não tinham mais utilidade para venda de sucata de ferro e aço. Após um estudo de mercado, foi verificado que seria possível agregar valor na venda e destinação, ofertando a sucata para empresas que pudessem utilizar as rodas, sem levá-las para alto forno. Atualmente, as rodas são vendidas para empresas que fabricam disco de arado. Elas passam por um processo de reindustrialização, mas com poucas intervenções por terem formato muito semelhante aos discos de arado, com redução de custo no processo produtivo do cliente, maior valor agregado na venda da sucata da MRS e menor nível de emissão de poluentes.

#### 4.5. Estudo de caso da empresa VLI LOGÍSTICA

A VLI nasceu de um trabalho de reorganização estrutural da VALE, separando seus ativos por participação de modais. A VLI surgiu para organizar em forma de *holding*, os ativos da Vale voltados para a carga geral. Com isto a VALE vendeu parte de suas participações para outros acionistas, deixando a composição acionária da VLI da seguinte forma: Vale, Mitsui, FI-FGTS, BNDES Participações e Brookfield. Hoje a VLI é uma empresa que oferece soluções logísticas que integram portos, ferrovias e terminais. Na sua composição a companhia opera as ferrovias Norte Sul (FNS) e Centro-Atlântica (FCA), além de terminais integradores, que unem o carregamento e o descarregamento de produtos ao transporte ferroviário, e a operação em terminais portuários, como Santos (SP), São Luís (MA), Barra dos Coqueiros (SE), São Gonçalo do Amarante (CE) e Vitória (ES).

Quanto aos valores da Empresa:

Pessoas diferenciadas em relação à segurança. Buscar resultados de forma persistente e consistente. Pessoas integradas e valorizadas multiplicam resultados. Empreender, criar e melhorar com paixão. Respeito às pessoas sempre. Nossas ações fazem diferença para o cliente. Pessoas inconformadas, com atitude certa para resolver. Fazer mais com menos, com simplicidade. (VLI, 2021a)

Em relação aos compromissos:

Segurança para as operações: Ampliar condições de saúde e segurança do nosso time, alcançando taxa de acidentes com afastamento 0,5 e taxa de Frequência de Acidentes com/sem Afastamento inferior a 2,0. Valor para as relações: Sensibilizar 100% de clientes e fornecedores críticos em temas de Ética e políticas de inclusão da VLI e Alcançar 30% de mulheres em cargos de alta liderança, a partir de gerência, até 2025. Legado para o planeta: Contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, reduzindo em 15% a emissão de gases de efeito estufa por tonelada transportada e reduzir em 20% o consumo de água nova nas operações. (VLI, 2021a)

##### 4.5.1. Controles ambientais na VLI

A VLI possui controles ambientais que possibilitam uma gestão que contempla ações preventivas em relação a possíveis riscos e impactos nas atividades, garantindo o atendimento



dos requisitos legais das operações. O sistema de gestão ambiental possui orientações, responsabilidades, ferramentas e indicadores, como:

Gestão de Resíduos, Gestão de Recursos Hídricos, Gestão de Áreas Contaminadas, Gestão de Áreas Degradadas, Gestão de Produtos Químicos, Gestão de Fauna e Flora, Gestão de Emissões Atmosféricas e Qualidade do ar, Gestão de Ruídos e Vibrações, Gestão de Riscos Ambientais e Gestão dos requisitos Legais de meio ambiente. (VLI, 2021b)

**Figura 7** - Mapa de gestão ambiental da VLI



Fonte: VLI (2021b)

Conforme apresentado na Figura anterior, observa-se a busca da organização estudada no desenvolvimento de uma política ampla de gestão ambiental que circunda o tratamento dado aos resíduos sólidos, utilização de produtos químicos, preocupação com questões ambientais, dentre outros.

#### 4.5.2. Gestão de resíduos industriais na VLI

A empresa aborda o tema gestão de resíduos de como fundamental para a gestão de seu licenciamento ambiental para operar (item 9 da matriz de materialidade). Junto a outros itens também importantes como qualidade do ar, manejo ambiental, ruídos e vibrações, riscos e impactos ambientais.

Nos documentos disponibilizados pela VLI, como dados do seu relatório de sustentabilidade de 2020 e dados internos de receitas alternativas, vê-se que assim como a VALE e MRS a VLI possui estruturas organizacionais com profissionais capacitados para tratar com dedicação exclusiva o tema de gestão de resíduos, tendo este fator como um pilar forte da sustentabilidade da organização.

No relatório de sustentabilidade a VLI (2021b) informa que

Na frente de gestão de resíduos, a Companhia tratou ou reciclou 74,82% do que gerou durante o ano. A empresa segue as destinações previstas pela resolução 313 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama). Além de atender às condicionantes exigidas por lei, esta gestão garante que as operações impactem o mínimo possível os locais de atuação da empresa. A VLI gerou 92.969,92 toneladas de resíduos (que inclui efluentes) em 2020: 89.649,32 toneladas de resíduos perigosos e 3.320,60 toneladas de resíduos não perigosos. (VLI, 2021b)

No tocante à destinação o mesmo relatório informa que:

A VLI destinou 53.908,26 toneladas métricas de resíduos ao descarte em 2020: 50.611,88 de não perigosos e 3.296,39 de perigosos. Em relação à disposição – Não perigosos: 26,92 para incineração sem recuperação de energia, e 8.258,43 para aterro (total de 8.285,36). Perigosos: 114,54 para incineração sem recuperação de energia, e 129,57 para aterro (total de 244,11). A diferença entre o resultado total de resíduos gerados e os resíduos destinados ocorre porque os resíduos ficam armazenados (de um ano para o outro) na VLI para depois ocorrer a destinação. (VLI, 2020b)

Em entrevista com a supervisora de meio ambiente e sustentabilidade da VLI, ela relata que a maioria das quantidades de resíduos da VLI não saem em forma de receita e que a VLI tem um alto custo para a adequada destinação.

Já para fins de receitas alternativas a VLI conseguiu destinar 12.557 (toneladas), realizando a venda destes itens a fim de receber o retorno financeiro além de evitar custos para adequada destinação. Alguns itens com boa comercialização serão apresentados a seguir, itens estes que também aparecem nos relatórios da MRS Logística.

- Óleo lubrificante usado e vendido para refino: VLI 829 mil litros;
- Dormentes em geral para reaproveitamento de terceiros: VLI 17.800 unidades;

- Trilhos em geral para diversas finalidades: VLI 9 mil toneladas;
- Sucatas em geral: pela VLI são considerados itens diversos como rodeiros de vagão e de locomotiva, sapatas de freio, baterias, borrachas, bronze, cobre, eletrodomésticos, madeira, plásticos etc.;
- Ativos em geral: sucatas de locomotivas, Itens obsoletos, vagões, motores, máquinas de via e imóveis. Itens ainda pouco aproveitados devido regulação de preservação cultural de acordo com os princípios de Dublin, já abordado anteriormente.

#### 4.5.3. *Cases implementados na VLI*

- Programa Atitude Ambiental - promovido pela VLI em diversas cidades onde opera, é sinônimo de legado. Programa iniciado em 2012 nas cidades onde a VLI opera, já foram capacitadas mais de 45 mil pessoas em mais de 32 localidades nos estados do Maranhão, Tocantins, Ceará, Goiás, Sergipe, Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo. O objetivo é conscientizar as pessoas para a importância da preservação ambiental e desenvolver ações sustentáveis nos municípios em que a VLI está presente. A iniciativa é desenvolvida em parceria com escolas, cooperativas de reciclagem, prefeituras, secretarias municipais, lideranças comunitárias, associações, agências, conselhos, organizações não-governamentais (ONGs), famílias, e comunidades em geral das áreas de influência da VLI. Empregados próprios e contratados da VLI também participam das atividades.

O Programa foi vencedor do Prêmio Eco Ancham Brasil em 2019 e desde então vem investindo em projetos de valor compartilhado como: Rede Asta, a plataforma Comida Invisível e a Start-up Waste Bank.

**Figura 8** - Capacitação de multiplicadores em Nova Cintra



Fonte: VLI (2021b)

- Certificação ISO 14001 - Essa é uma certificação que tem como objetivo principal especificar os requisitos para a implementação de um sistema de gestão ambiental possibilitando que a organização desenvolva práticas sustentáveis em seus negócios, produtos e serviços. O Terminal Integrador Portuário Luís Antônio Mesquita – TIPLAM (SP) foi certificado pela primeira vez em 03/01/2017 na ISO 9001:2015 Sistemas de Gestão da Qualidade e ISO 14001:2015 Sistemas de Gestão Ambiental. Com o escopo de “Prestação de Serviço de Desembarque, Armazenamento e Expedição de Granéis Sólidos e Líquidos (sistema de Importação) e Prestação de Serviços de Embarque, Armazenamento e Descarga Ferroviária de Granéis Sólidos (grãos e açúcar) – (sistema de Exportação)”.

Em 20/05/2021 o Terminal Portuário de São Luís – TPSL (MA) foi recomendado à certificação na ISO 14001 considerando o escopo “processo de descarga, armazenagem e embarque”. Este certificado é um selo reconhecido internacionalmente. Além disso, possibilita um atendimento mais completo das normas e diretrizes resultando em uma gestão ambiental mais eficiente e sustentável para o negócio.

#### 4.6. BENCHMARKING

Com intuito de buscar boas práticas que possam ser utilizadas ou mesmo adaptadas às empresas ferroviárias aqui estudadas, será abordada uma visão geral de iniciativas aplicadas em outros setores como o automobilístico e aviação.

No ramo automobilístico foi verificado que as siderúrgicas utilizam o ferro e o aço da sucata automobilística na transformação de novas chapas de aço. Como o ferro e o aço já são processados, as siderúrgicas ganham uma vantagem no processo de transformação de lâminas de aço que demoram apenas um dia para serem feitas. Estas lâminas são utilizadas em diversos setores industriais, incluindo na fabricação de novos carros. Este mesmo material tem a possibilidade de ser reciclado infinitas vezes, sem causar grandes perdas ou prejudicar a qualidade (GOMES e MEDINA, 2001).

Quanto a utilização da sucata de ferro e aço pelas siderúrgicas:

No Brasil a reciclagem do ferro e do aço é bem difundida. A Gerdau por exemplo, que utiliza a sucata como principal insumo em suas atividades no nível de 75%. A CSN também se utiliza da sucata de automóveis na sua linha de produção, porque um automóvel contém aproximadamente 450 kg de chapas de aço. Belgo Mineira, consome, hoje, cerca de 120 mil toneladas por mês de sucata, metade proveniente de geladeiras e eletrodomésticos e a outra proveniente da indústria automobilística, mecânica e naval. (GOMES e MEDINA, 2001, p. 88)

##### 4.6.1. Cases implementados na indústria automobilística

###### a. Seguradora Alfa:

PINTO e AMORIM (2014) fazem um estudo detalhado acerca da gestão dos resíduos sólidos automotivos e usam como base a Seguradora Alfa, obtendo uma série de informações relevantes, que serão descritas resumidamente como forma de *benchmarking*.

- A Seguradora Alfa firmou uma parceria com a Cooperativa Vira Lata em 2007 para implantar um programa de coleta seletiva de sucatas em suas oficinas. Com o da compreensão da Seguradora sobre a importância da coleta seletiva e da reciclagem, em 2010 foi implantado o programa de reciclagem da sucata automotiva. Um dos objetivos centrais do programa, é a necessidade do desenvolvimento de um sistema de gestão ambiental pela Seguradora e a garantia que as peças substituídas dos veículos nos centros automotivos não

entrem no canal reverso de reuso, ou seja, não entrem indevidamente no mercado de autopeças de segunda mão. O objetivo é impedir a expansão do comércio de peças de segunda mão devido à problemática que o setor apresenta no Brasil. A seguradora também buscou outros objetivos com esta parceria como:

- Adequar e padronizar a infraestrutura de armazenamento e descarte para torná-la ambientalmente adequada aos resíduos;
- Doar a sucata ferrosa para cooperativas de reciclagem de materiais, gerando renda e inclusão social e conferindo caráter socioambiental ao programa e à atuação dos Centros Automotivos. A sucata automotiva é destinada à reciclagem, evitando seu acondicionamento ou envio para aterros sanitários e lixões, ou mesmo sejam descartadas no meio ambiente.
- Eliminar o risco de poluição ambiental proveniente dos resíduos perigosos gerados nos Centros Automotivos, ou seja, garantir que os resíduos perigosos sejam reciclados e/ou destinados para coprocessamento, minimizando os impactos ambientais;
- Tratar todos os resíduos Classe I – Perigosos. (Definição de Classe I já abordado no capítulo 2). No caso da sucata automotiva é possível identificar resíduos tóxicos como metais pesados e pigmentos de tintas automotivas, entre outros.

A Cooperativa Vira Lata possui caminhões próprios, que garante maior independência na coleta e possui uma parceria firmada com a Siderúrgica Gerdau, garantindo a correta destinação da sucata automotiva. Em 2010, 198 toneladas de sucata automotiva foram destinadas à reciclagem com esta parceria e em 2011, houve um aumento para 298 toneladas. Como lições aprendidas um dos fatores que gera dificuldades no gerenciamento do Programa de Gestão de Resíduos Automotivos é o despreparo dos Coordenadores da Cooperativa que, muitas vezes, têm pouca ou nenhuma experiência no mundo dos negócios e não têm qualificação suficiente para a função. A parceria minimiza estes problemas oferecendo capacitação aos coordenadores em sustentabilidade e destinação de resíduos. Os cursos de

capacitação são oferecidos pela seguradora em parceria com outras instituições. Para desenvolvimento e implantação do Programa de Gestão de Resíduos Automotivos, assim como os demais projetos ambientais, a Seguradora Alfa conta com uma equipe multidisciplinar composta por especialistas de diversas áreas do conhecimento.

b. Passagem em nível Polimérica: empresa Wise

Em relação à inovação e sustentabilidade, destaca-se a tecnologia desenvolvida pela empresa Wise, em relação à passagem de nível polimérica, ressaltando que os dormentes plásticos produzidos pela empresa apresentam durabilidade satisfatória acima de vinte anos, além de apresentar resultados positivos frente a questão da preservação ambiental por não utilizarem árvores, o que remete a sua política de sustentabilidade, frente a nova proposta empresarial do século XXI. A empresa Wise tem como principal cliente as ferrovias, desenvolvendo produtos que atendam às suas necessidades e promovam benefícios em relação a durabilidade, bem como a finalidade da sustentabilidade (REVISTA FERROVIÁRIA, 2020).

De acordo com a empresa Wise, em reportagem publicada na Revista Ferroviária (2020), foram mais de 250 mil unidades fornecidas para diversas ferrovias, desde 2007, ano de sua fundação, produzindo dormentes poliméricos de Aparelhos de Mudança de Via para o seguimento metroviário nos últimos anos, inerte, impermeável, 100% reciclado, reciclável e com vida útil superior a 20 anos. A empresa apresenta credibilidade de mercado e vem se desenvolvendo de forma a atender as necessidades de seus clientes, com responsabilidade e com princípios sustentáveis, primando pela preservação ambiental, e utilizando tecnologias de ponta que favorecem o uso de seus produtos com satisfação dos clientes.

c. Produção de Areia Sustentável: Vale

Outro caso de sucesso referente ao uso de tecnologia integrado aos princípios da sustentabilidade e preservação ambiental configura-se nos investimentos realizados pela Vale mineração em relação aos seus rejeitos, passando a produzir a areia sustentável que vem permitindo o seu uso pelo setor da construção civil.

Os investimentos realizados pela empresa promoveram a redução das pilhas e barragens de rejeitos, sendo este projeto desenvolvido em uma de suas unidades, na Mina de Brucutu, no Estado de Minas Gerais.

A areia sustentável é formada por ferro e sílica, que são resultados do processo de beneficiamento do minério de ferro, passando por etapas que possibilita a sua utilização para a aplicação em cimentos, argamassa, concretos, pré-fabricados e artefatos, sendo já comercializada para outros Estados (VALE, 2021c).

d. Reciclagem de 100% dos plásticos dos lanchinhos de bordo: Aviação Azul.

A empresa de aviação Azul anunciou que irá reciclar 100% do lixo plástico das embalagens dos lanches distribuídos nos serviços de bordo gerado no ano de 2020, um montante de 103 toneladas. O projeto consiste em uma união com a eureciclo, iniciativa global de compensação ambiental de embalagens plásticas. Onde a Azul distribuirá as embalagens para cooperativas de reciclagens ao longo de todos os estados de operação da companhia. Estes resíduos serão distribuídos de acordo com a concentração de voos (ou seja, onde são gerados). Com isto serão distribuídos entre 26 estados e mais da metade dos resíduos serão reciclados em São Paulo, Pernambuco e Minas Gerais que concentram maior quantidade de voos. A solução é vista pela empresa como uma forma de auxiliar a indústria de reciclagem nacional, remunerando profissionais do setor e reforçar o compromisso da Azul com a sustentabilidade. segundo Danielly Mello Freire, gerente de sustentabilidade da Azul.

Obter o selo eureciclo ao realizar a compensação ambiental é um movimento de consciência e de cuidado com nosso planeta e reforça a posição da Azul em promover ações que preservem o ambiente em que vivemos. Além de aumentarmos a taxa de reciclagem no país em prol do meio ambiente, diminuimos o impacto do pós consumo e geramos incentivos para desenvolver a cadeia de reciclagem.

Outra boa prática da Azul é o lançamento da Faculdade de Sustentabilidade, unida a universidade corporativa da companhia, irá ofertar cursos gratuitos aos tripulantes aplicados pela Organização das Nações Unidas (ONU).



e. Reciclagem de Pneus na construção de Malha Ferroviária: Greenrail

Uma nova forma de dar destinação reciclando Pneus e plásticos estão ganhando espaço na Itália. Trata-se de um novo conceito de reciclagem aplicado pela Greenrail, localizada em Milão, a empresa utiliza estes resíduos para produzir trilhos e dormentes para ferrovias de forma sustentável. Esta ação proporciona reduzir a poluição e o impacto ambiental causados por destinação inapropriada destes materiais, um dos poluidores mais comuns no mundo. Segundo a União Internacional pela Conservação da Natureza, em 2017 era estimado que os pneus são responsáveis por cerca de 30% da poluição por plástico nos oceanos. Com este projeto a Greenrail reaproveita até 35 toneladas de pneus para cada quilômetro de malha ferroviária construída. Outros ganhos estimados são nos custos de manutenção que a empresa reduzirá em 50% devido estes produtos serem mais duráveis. Um exemplo é o trilho que foi aumentado a vida útil para 50 anos, um acréscimo de 10 anos comparados com os trilhos tradicionais por exemplo.

O projeto consiste em cobrir com uma mistura de plástico e borracha de pneus velhos que foram reciclados os trilhos tradicionais. Além de reaproveitar pneus e plástico urbano em sua estrutura, os dormentes podem incorporar painéis fotovoltaicos para geração de energia elétrica, conforme demonstrado na Figura a seguir. Este processo é favorecido pela exposição constante de grande parte da malha ferroviária, normalmente localizada ao ar livre. Os dormentes com esta tecnologia têm a capacidade de produzir 35 MWh/km por ano (Greenrail, 2020).

**Figura 9** - Dormentes com mistura plástica e painéis fotovoltaicos incorporados



Foto: Greenrail (2020)

#### f. Reciclagem de Óleo Lubrificante Ferroviário Usado

Outro estudo avaliado como benchmarking nesse projeto de pesquisa foi a proposta discutida por Decoté et al (2021), que vai tratar da reciclagem de óleo lubrificante.

Entrando em um estudo com características científicas sobre reciclagem, foi verificado um novo modelo de reciclagem de óleo Lubrificante ferroviário utilizando a extração por solventes verdes assistido por ultrassom direto. Neste estudo é possível afirmar que o uso do ultrassom é viável e promissor para auxiliar no processo de reciclagem deste resíduo.

O objetivo deste estudo foi investigar a reciclagem do óleo lubrificante por extração com solventes orgânicos (verdes). Foram experimentados 25 solventes orgânicos, posterior foram selecionados os melhores solventes extratores polares. Eles são o Isobutanol, 1-butanol e metil etil cetona.

No procedimento a mistura solvente/óleo foi submetida a dois processos de extração: uso de ultrassom indireto (banho) e agitação mecânica, como controle. A qualidade do óleo recuperado após o procedimento de extração, foi avaliada pela densidade, viscosidade cinemática a 40 °C até 100 °C e Índice de Viscosidade, trazendo resultados satisfatórios para os solventes isobutanol, 1- butanol e metil etil cetona. Se tornando um procedimento totalmente viável e promissor o mercado de reciclagem verde para óleo lubrificante usado (DECOTÉ *et al*, 2021).

#### g. Reciclagem de Aviões: Um mercado ainda a ser explorado

Um setor ainda pouco explorado é a reciclagem de aviões em fim de vida útil. A aeronave é formada por vários componentes e materiais totalmente recicláveis. Vidro, compostos de fibra de carbono, alumínio, fios, têxteis, dispositivos eletrônicos, espuma, titânio e ligas de aço, são alguns dos principais. Isto torna a reciclagem de aviões um modelo de negócios atraente. Um dificultador é a necessidade de lidar com grandes volumes de materiais, o que demanda investimentos maiores. Por outro, a quantidade de resíduo é alta e pode ser reaproveitada quase que totalmente. Os resíduos mais valiosos são os motores e as peças, devido a sua capacidade de reuso ou recondicionamento. Se o avião tiver todos os registros de manutenção com os detalhes dos históricos dessas peças, o alto valor delas proporcionam a lucratividade das operações de reciclagem (FRAGMAQ, 2020).

A estatística desta indústria realizada pela AFRO - *Aircraft Fleet Recycling Association*, estima que nos próximos 20 anos, 12 mil aviões, que valem cerca de US\$ 1,3 trilhão, chegarão ao fim de suas vidas. Estima-se que 90% de uma aeronave pode ser reciclada, o que era menos de 50% há apenas alguns anos (FRAGMAQ, 2020).

Posteriormente à apresentação das empresas aqui estudadas e dos *benchmarks* analisados, no que tange à melhor destinação de resíduos em setores ferroviários e não ferroviários, o próximo tópico irá tratar da avaliação propriamente dita da solução proposta de implantação para as empresas pesquisadas.

## 5. DESENVOLVIMENTO

De posse das informações obtidas junto às concessionárias pesquisadas – Vale, VLI e MRS – e junto aos estudos de *benchmarking*, foi definido um tema com referência à gestão de resíduos para detalhamento de viabilidade de implantação, a partir das expectativas de retorno e complexidade de implantação.

Dessa forma, neste capítulo, serão apresentados a solução escolhida, as análises de viabilidade técnica, operacional, estratégica e financeira, além de uma proposta de cronograma de implantação.

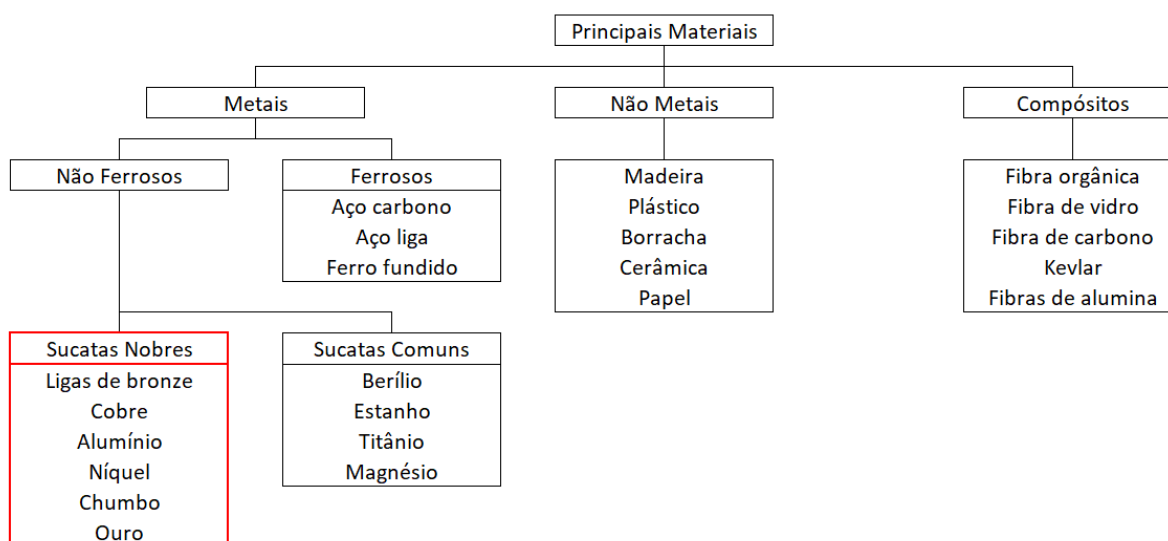
### 5.1. Solução proposta: coleta seletiva de materiais nobres sucateados em oficinas da VLI

De acordo com o *benchmarking* realizado com a empresa MRS, pode ser verificado que uma das empresas pesquisadas, a VLI, ainda não possui um processo de segregação de sucatas nobres. Neste processo, como já abordado no *benchmarking* da MRS, é realizado um mapeamento e levantamento de quantidades dos locais e fontes da empresa que poderiam gerar sucatas que contenham materiais nobres como alumínio, bronze, cobre, chumbo e ouro, que no processo atual estão sendo vendidos misturados com sucata de ferro e aço, por um valor inferior ao comercializado destes produtos segregados. Através do conhecimento sobre as composições dos materiais que compõem estes componentes/peças, existe a possibilidade de destinar e precificar de maneira mais assertiva esta sucata. Este conhecimento traz a possibilidade de venda destes materiais no mercado com os valores superiores à venda como ferro e aço ou outros tipos de sucata, além da melhor destinação dos resíduos por tipo de material.

#### 5.1.1. Conhecendo a sucata nobre na ferrovia

Para melhor entendimento, abaixo serão apresentadas as discriminações dos principais materiais classificados como sucata nobre.

**Figura 10** - Classificação dos tipos de materiais



Fonte: Elaborado pelos autores

Como pode-se observar na Figura anterior, neste projeto aplicativo, considera-se como sucata nobre, somente parte daqueles materiais metálicos não ferrosos. Ou seja, sob a ótica de preço de venda, esses são os materiais que possuem maior relevância em função da oportunidade de maior retorno com sua venda. Todavia, entende-se aqui, que outros materiais poderiam ser classificados como sucatas nobres, mas sob outros aspectos que não os considerados nesse projeto.

A partir da discriminação das especificidades de cada material e de sua classificação em relação às sucatas nobres, torna-se fundamental, então, a identificação de peças e equipamentos utilizados nas ferrovias de forma a iniciar a construção de uma matriz de peças/equipamentos *versus* o tipo de sucata.

A avaliação das peças/equipamentos consumidos pelas ferrovias permitiu a elaboração da figura abaixo destacando cada material e sua relação com as peças/equipamentos.

**Figura 11** - Matriz de identificação de sucatas nobres em peças e equipamentos da ferrovia



TIPO DE PEÇAS	FERROSOS		NÃO FERROSOS					
	AÇO	FERRO FUNDIDO	ALUMÍNIO	COBRE	BRONZE	METAIS PESADOS	LATÃO	OURO
Trilhos	Rodas e eixos	Cabos e fios	Cabos Telefônicos			Chumbo, Níquel, Zinco e Mercúrio	Laminados	
Itens de Vagão e Locomotivas	Itens de fixação de VP	Acabamentos	Enrolamento Elétrico	Mancal de Bronze		Baterias de Locomotivas	Chapa de contato de Circuitos Elétricos	Placa Eletrônica
Estruturas de Pontes	Base de Máquinas	Peças de Vagões adaptados	Motores	Pequenos Componentes de Locomotiva		Veículos da Frota Interna		Placa Processadora
	Ferramentas	Esquadrias em portas e janelas	Transformadores				Terminal Elétrico	
			Cabos de Locomotiva e de Eletro					

Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se na Figura anterior, a existência de diversos materiais classificados como sucata nobre, inclusive ouro, em uso dentro da ferrovia e que podem estar sendo vendidos como sucata bruta, demonstrando uma significativa oportunidade de negócio. A inexistência de uma prática de segregação de materiais nobres pode representar um significativa perda de oportunidade de receita com a venda de materiais mais caros, além de representar uma destinação inadequada desses resíduos.

Assim, optou-se na pesquisa pela realização de um estudo mais aprofundado das práticas de segregação de sucatas nobres realizadas na MRS e do modelo utilizado atualmente na VLI, como forma de alavancar os retornos desta última com a melhor destinação e venda de sucatas nobres de oficinas.

O item a seguir irá detalhar a proposta de implantação, objeto do projeto aplicativo.

### 5.1.2. O modelo de segregação de sucatas nobres proposto

Durante a pesquisa observou-se que na MRS foram identificados volumes muito relevantes deste tipo de material (sucata nobre), sendo essa informação a base inicial de

interesse do grupo na replicação do modelo para a VLI. Assim, a proposta do projeto foi estruturar um processo piloto numa área geradora de sucatas nobres e com isto criar dados para verificação dos ganhos e posterior replicação a outras localidades da VLI.

A proposta consiste em desenvolver 4 etapas:

1. análise do processo atual de segregação e venda das sucatas;
2. identificar local para projeto piloto;
3. definição de modelo de armazenagem e;
4. definição de modelo de gestão da sucata nobre.

Cada etapa da proposta será mais bem detalhada a seguir.

- Etapa 1: Análise do Processo Atual de Segregação

Atualmente o processo de segregação realizado na VLI não há uma diretriz para segregação de sucatas com maior valor agregado. Apenas itens de composição já conhecida como chumbo, alumínio e bronze são realizados segregações pelas áreas de manutenção. Estes materiais são recolhidos posteriormente pela área de Receitas Alternativas para a realização da venda. Os materiais são direcionados para caçambas e quando cheias, é acionado a área Receita Alternativa para busca, pesagem e venda. Sucatas já conhecidas como nobres são separadas em tambores específicos.

Verificando este processo é possível afirmar que muitos materiais são vendidos como sucata de ferro e aço normal podendo estar perdendo oportunidades de geração de receita por falta da devida separação dos materiais nobres conforme o seu valor de mercado. Exemplo claro dos materiais eletrônicos, onde são apenas descritos como sucatas eletrônicas, sem segregação nenhuma.

A principal ação será determinar quais tipos de peças que rotineiramente são vendidas a preço de ferro e aço e que poderiam conter materiais nobres, mesmo em pequenas quantidades, possibilitando geração de valor na venda de sucata, através de uma segregação inteligente. O projeto terá

como foco o entendimento dos principais grupos em volume e valor unitários, como alumínio, bronze e cobre.

- Etapa 2: Identificar Local para Projeto Piloto

A VLI realiza grande parte da reparação dos componentes que constituem as locomotivas, vagões e sinalização eletrônica através de manutenção internamente. Para realizar estas reparações consta de uma oficina com várias células que fica localizada na cidade de Divinópolis – MG. Nesta oficina é realizado todo o tratamento das peças e componentes enviados para reparação de todas as 10 oficinas que a VLI possui ao longo de sua malha. Ao realizar a triagem destes componentes é separado os componentes que possuem recuperação interna e externa (para direcionamento a fornecedores especializados) e os que devem ser descartados.

Pelo montante de resíduos produzidos tanto pelos descartes imediatos quanto pelos restos/refugos das manutenções, esta área é a maior geradora de resíduos de sucatas da VLI. Ao abordar o responsável pela área, ele indicou que apenas em componentes de maior porte existe esta segregação, mas que ainda é muito básica e considerada uma atividade secundária.

Dessa forma, entende-se ser esta unidade – oficina de Divinópolis – MG – a fim de termos uma área piloto para implantação da solução, observamos que este seria o local ideal, já que nele são gerados todos os resíduos vistos no benchmarking realizado junto a empresa MRS.

- Etapa 3: Definição de Modelo de Armazenagem

A separação da sucata que a VLI aborda no seu processo atual utiliza de algumas caçambas e tambores para realizar a coleta, sem um critério detalhado de segregação, especialmente de materiais classificados como sucatas nobres.

A Figura a seguir apresenta de forma sucinta o modelo praticado pela VLI na oficina de Divinópolis – MG, onde os materiais são basicamente segregados entre tambores, sem tratamento específico.



**Figura 12** - Ilustração do processo de segregação de sucatas praticado pela VLI



Fonte: VLI (2021c).

De maneira complementar, são apresentados na Figura a seguir os tambores utilizados atualmente para armazenagem dos materiais sucateados, parcialmente segregados, contaminados.

**Figura 13** - Ilustração do processo de armazenagem de sucatas praticado pela VLI



Tambores com bronze, alumínio e cobre

Tambores com fio de cobre e alumínio

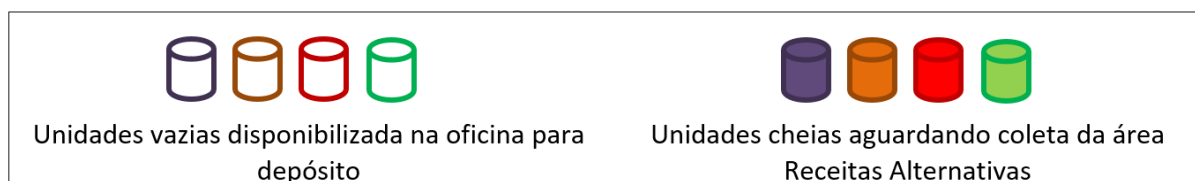
Fonte: VLI (2021c).

Surge, então, a partir da avaliação dos processos praticados na VLI, a proposta de uma nova estrutura básica de armazenamento para o processo de segregação da área piloto a ser implantado.

A estrutura proposta contém:

- **Tambores:** Serão disponibilizados para armazenagem de peças e materiais de pequeno porte compostos pelos metais nobres. Serão dispostos nas células da oficina de componentes de acordo com a sucata gerada nesta célula. Cada tambor será identificado por cores diferentes e que corresponderão ao tipo de material a ser descartado nestes. Os tambores utilizados para o piloto, serão reaproveitados dos já existentes na área, serão apenas pintados com outra coloração e identificados. Neste projeto piloto optamos por trabalhar os materiais alumínio, cobre, bronze e eletrônicos. Com isto teremos 4 tambores de cores diferentes dispostos na área. Na estratégia de disponibilização teremos 8 tambores, 4 vazios e 4 cheios em processo de coleta pela área de Receitas Alternativas da VLI.

**Figura 14** - Ilustração do processo proposto de armazenagem de sucatas



Fonte: Elaborado pelos autores.

- **Caçambas:** Serão disponibilizadas para armazenagem de materiais com alta volumetria e pouco peso, como por exemplo cabos e fios de cobre. No processo, serão utilizadas 4 caçambas já existentes na área, porém com identificação de material a ser disponibilizado.

**Figura 15** - Ilustração do modelo de caçamba proposto, já utilizado pela VLI



Fonte: VLI (2021c).

A pesagem e recolhimento dos materiais para este piloto continuarão sendo realizados da mesma maneira do processo atual, utilizando a balança localizada na própria oficina de reparação de componentes. O processo de pesagem sofrerá apenas a modificação do aumento de quantitativo de tambores a serem pesados com os produtos já segregados.

As células de reparação da área piloto irão concentrar todo o acionamento da receita alternativa no PCM responsável por cada processo de reparação, este será treinado nas melhores práticas de segregação e com isto se tornará um líder para disseminar as boas práticas da segregação. A área de Receitas Alternativas será a responsável pelo desenvolvimento e treinamento destes pontos focais na nova forma de segregação, identificando junto a eles os códigos de itens, a composição destes e a devida destinação.

- Etapa 4: Definição de modelo de gestão da sucata nobre

A definição do modelo de gestão desta sucata nobre é importante para a correta destinação dos resíduos segregados, realizando a venda com a sua máxima eficiência de acordo com as composições de cada tipo de sucata. Como os materiais sugeridos para este piloto foram o Alumínio, Cobre, Bronze e Eletrônicos, será proposto um redesenho dos códigos de vendas, conforme o quadro a seguir:

**Quadro 1** – Revisão dos códigos de vendas das sucatas

Atual (De:)	Proposta (Para:)
Sucata de cabo de cobre com alma de proteção e duplo isolamento Sucata de cabo Sucata de fio de cabo encapado Sucata de fio de cabo encapado eletro Sucata de cobre Sucata de trafo	Cobre Puro Cobre contaminado Fio de cobre
Sucata de alumínio desencapado Sucata de alumínio encapado Sucata de alumínio com alma de aço Sucata de alumínio duro	Alumínio
Sucata de bronze Sucata de mancal de bronze	Bronze
Eletrônicos	Eletrônicos

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesta etapa, propõe-se um estudo de mercado para melhorar as cotações de cada material nobre, buscando com inteligência de mercado, parcerias com empresas na região de Divinópolis – MG e arredores, isto potencializa a estratégia permitindo maior ganho logístico na operação, ganhos tributários (vendas para outros estados), que podem ser revertidos em margem.

Por fim, esta proposta tem como objetivo maior o aumento na geração de receitas. Os meios para aumento de receita são: Melhora na segregação e armazenagem e coleta. Também traz outros ganhos indiretos como limpeza e manutenção do ambiente de trabalho, redução de extravios, perdas, celeridade na operação de coleta, segurança operacional para as equipes de coletas de sucatas e para os clientes.

## 5.2. Análise de viabilidade

Na sequência do projeto aplicativo, posteriormente ao entendimento do cenário atual e das oportunidades observadas da implantação do processo de segregação de sucatas nobres em unidades geradoras da VLI, serão apresentadas a seguir, as análises de viabilidade técnica, operacional, estratégica e financeira. O intuito desse tópico é avaliar criteriosamente a viabilidade de implantação do projeto dentro do contexto da VLI.

### 5.2.1. Viabilidade técnica

Diversos autores que tratam do tema sustentabilidade ressaltam que, mais que entender um significado consistente da expressão, o objetivo das organizações deve ser buscar as conexões possíveis desse tema com suas atividades diárias e estratégicas, de maneira a agregar maior valor ao seu negócio e aos seus diversos *stakeholders*. Dessa forma, a proposta do presente projeto aplicativo é a replicação de uma solução simples, mas com relevância para a organização, utilizando-se de boas práticas existentes para rever um processo interno de destinação de resíduos.

Como observado no projeto, a ferrovia brasileira detém oportunidades relevantes no que se refere à destinação de resíduos. Por meio da realização do *benchmarking*, foi possível verificar uma considerável diferença nas tratativas dos resíduos, inclusive entre as próprias ferrovias pesquisadas.

A concepção de sustentabilidade está atrelada à qualidade do que se sustenta, se mantém ou conserva. Assim, o intuito aqui é desenvolver uma aplicação capaz de resultar em uma medida prática, acessível e viável que atenda uma ou mais das três principais dimensões da sustentabilidade, quais sejam: econômica, social e ambiental.

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), a produção anual de lixo no mundo saltará de cerca de 1.3 bilhão, atualmente, para cerca de 2.2 bilhões de toneladas até 2025. Observar as melhores formas de segregação e destinação desses resíduos surge então como uma oportunidade relevante de adicionar valor a um processo secundário. Nesse contexto que a aplicação proposta pelo projeto está incluída, buscando a partir da aplicação da coleta seletiva de sucatas nobres, alavancar as principais dimensões da sustentabilidade, como descrito abaixo:

- Ambiental: contribui para a redução da extração de matéria-prima a partir do reaproveitamento dos materiais nobres como matéria-prima para um novo produto; melhora a disposição de espaço para acondicionamento de resíduos e lixo; contribui para redução do consumo de energia elétrica com, por exemplo, o reaproveitamento do alumínio presente nas sucatas e que ainda possui uma cadeia de produção baseada na extração de recurso mineral não

renovável (bauxita), além de demandar alto consumo de energia elétrica em seu processo produtivo;

- Social: de maneira complementar às questões ambientais, a proposta de implantação pode ainda gerar empregos e renda em virtude da necessidade de contratação, pela ferrovia ou empresa terceirizada, de profissionais para execução do serviço de segregação dos materiais. A amplitude da geração de novos postos de trabalho está diretamente relacionada ao sucesso do empreendimento, visto que os postos de coleta como oficinas, por exemplo, são diversos e distribuídos ao longo de toda a malha ferroviária. Como alternativa, ainda, pode-se avaliar o incentivo à criação e ou contratação de cooperativas já existentes para realização do serviço, incentivando o empreendedorismo e favorecendo os ganhos sociais;
- Econômica: a implantação da coleta seletiva de sucatas nobres tem baixo investimento inicial e significativo retorno previsto. A melhor segregação dos materiais permite a correta precificação nas vendas das sucatas por cada tipo de material, gerando maior receita com a venda das sucatas já existentes frente ao modelo praticado atualmente. As expectativas econômicas de retorno com a aplicação do modelo proposto serão apresentadas nos próximos itens.

Entende-se que, dada a simplicidade de adoção da iniciativa proposta, sem necessidade de significativos investimentos e por ser a proposição, uma revisão de processos de segregação e destinação de resíduos sólidos gerados pela ferrovia, não foi identificado qualquer fator que inviabilizasse tecnicamente o modelo sugerido. Não há necessidade de implantação de novas tecnologias, construção civil, licenciamento ambiental ou qualquer outra etapa de maior complexidade na implantação de um piloto da proposta.

Por fim, conforme preconiza a PNRS, todos os atores que fazem parte do ciclo de vida do produto são responsáveis pelo mesmo, ou seja, possuem responsabilidade inclusive sobre os resíduos gerados, sendo a coleta seletiva uma importante contribuição no processo, aqui implantada de maneira simples e eficaz.

### 5.2.2. Viabilidade operacional

Posteriormente à avaliação da viabilidade técnica, o presente item tem como objetivo analisar a viabilidade operacional de execução da proposta. Por se tratar de uma implantação pouco complexa, não foi observada qualquer limitação ou restrição operacional que inviabilizasse a implantação do processo proposto.

Todavia, como forma de apresentar uma alternativa ao processo de implantação, foi desenvolvido um modelo de contratação do serviço de segregação de materiais nobres, para caso a opção adotada seja a de terceirização do serviço. Segue, dessa forma, o modelo de contratação do serviço:

Integra o escopo do contrato a disponibilização de equipe e equipamentos para a prestação de serviços de triagem, segregação e inventário de resíduos sólidos diversos. Os serviços serão prestados na oficina de Locomotiva VLI em Divinópolis – MG.

A CONTRATADA deverá considerar a necessidade de manter disponível, *full time*, durante o período de vigência do contrato, os recursos humanos e materiais seguintes.

Equipe fixa, composta por:

- 1 (um) auxiliar de serviços gerais;
- 1 (um) veículo do tipo caminhonete cabine dupla;
- 8 (oito) caçambas metálicas estacionárias com 7 m<sup>3</sup> de capacidade cada uma;
- Ferramentas manuais – alavanca, kit de alicates, kit de chaves (Philips, Allen, Biela, Boca etc.), kit de martelos, morsa/torno, parafusadeira, furadeira, serrote, serra circular, esmerilhadeira angular, lixadeira etc.;
- Plataforma hidráulica para palete;
- Conjunto Oxicorte (oxigênio e acetileno), incluindo cilindros, mangueiras, válvulas, bicos e ignitor;
- Equipamentos de proteção individual e coletiva.

O regime de trabalho será de 8 (oito) horas diárias, de segunda a sexta, totalizando 40 (quarenta) horas semanais.

Os serviços a serem prestados consistem no recebimento de peças e equipamentos refugados pela oficina de locomotivas e posterior realização de intervenções voltadas à desmontagem, para triagem e segregação de resíduos. Os materiais e resíduos deverão ser separados a fim de que a CONTRATANTE possa dar destinação econômica aos materiais. A CONTRATADA deverá considerar a necessidade de segregação, no mínimo, dos seguintes tipos de resíduos: plástico, sucata ferrosa, sucata de alumínio, sucata de fios de cobre, sucata de vidro, sucata de baterias, resíduos contaminados com óleo e graxa, resíduos não recicláveis.

Será responsabilidade da CONTRATADA realizar o inventário e pesagem dos resíduos segregados, a fim de contribuir para a gestão de resíduos da CONTRATANTE.

A CONTRATANTE disponibilizará tambores metálicos homologados pelo INMETRO e outros recipientes (big bag homologado) para acondicionamento dos resíduos contaminados com óleo e graxa.

Durante a prestação dos serviços a CONTRATADA poderá utilizar as estruturas disponíveis da Oficina de Locomotivas da CONTRATANTE para apoio às suas atividades. Serão disponibilizados: sanitários masculino e feminino, vestiário, refeitório, espaço de descanso, uma estação de trabalho para serviços administrativos (com ponto de energia e acesso à internet).

Será responsabilidade da CONTRATANTE disponibilizar local para prestação de serviços pela CONTRATADA, devidamente nivelado, com piso britado e/ou concretado, cobertura para proteção contra intempéries com ponto de energia elétrica na potência de 220 V. Será responsabilidade da CONTRATANTE custear e fornecer as refeições à equipe da CONTRATADA durante o período de vigência do contrato.

O descarte final dos resíduos segregados pela CONTRATADA serão responsabilidade da CONTRATANTE.

Os serviços relativos de Triagem, Segregação e Inventário de resíduos sólidos diversos serão medidos por verba x mês (vb x mês) e serão pagos aplicando-se o preço unitário contratual.

Serão consideradas evidências para autorização de medição deste item os seguintes documentos:



- Relatórios diários de atividades preenchidos com informações coletadas nos dias de atividades em campo, para cada equipe, digitalizados;
- Relatórios mensais com a compilação e detalhamento da disponibilidade da equipe em campo no período de medição;
- Relatório técnico mensal dos serviços prestados, com a descrição dos serviços técnicos em campo, registro fotográficos, planilhas etc.

Acordo de Nível de Serviço:

A verba para este item será paga proporcionalmente à quantidade de dias efetivamente trabalhados no mês pelos profissionais das equipes de campo.

A quantidade de dias úteis a ser considerada no período de medição deverá ser alinhada com a equipe de Planejamento da CONTRATANTE.

O quantitativo de profissionais a ser considerado para o cálculo de disponibilidade será baseado no efetivo indicado na proposta técnica aprovada no processo de contratação.

A verificação da aderência à quantidade de dias trabalhados será realizada através dos relatórios diários de obras, que deverão ser apresentados juntamente ao relatório mensal de atividades.

O pagamento será feito de acordo com o disposto acima, ao preço contratual, e deverá remunerar todas as atividades envolvidas triagem, segregação e inventário de resíduos sólidos diversos, incluindo os salários dos empregados de campo, custos com coordenação e administração, lucro, encargos trabalhistas, disponibilização de EPI 's, materiais, ferramentas e qualquer outro tributo direto ou indireto, necessário à perfeita realização dos serviços.

### *5.2.3. Viabilidade estratégica*

Sob a ótica da estratégia, pode-se observar que a proposta de implantação da segregação de sucatas nobres dentro do processo de destinação de resíduos nas oficinas da VLI está diretamente alinhada com objetivos estratégicos apresentados não somente pela VLI, mas também pelas demais ferrovias estudadas.

Como visto durante a pesquisa, há uma preocupação latente das organizações em assumir uma postura de sustentabilidade, passando pelo desenvolvimento de estratégia

voltada ao atendimento de requisitos ambientais, sociais e econômicos. O presente projeto piloto traz consigo um vínculo com o atendimento de preceitos de sustentabilidade, tais como: melhor destinação de resíduos sólidos; maior sustentabilidade econômica com melhoria de desempenho em receitas alternativas auferidas pela venda de sucatas nobres de oficinas por preços específicos; maior reaproveitamento de materiais, reduzindo a extração de minerais fósseis; dentre outros fatores.

Assim, em função do vínculo direto da iniciativa proposta com os valores e objetivos estratégicos das organizações pesquisadas, não foi observada qualquer barreira estratégica à implantação da iniciativa proposta.

#### 5.2.4. Viabilidade financeira

A reciclagem de sucatas nobres tem como um dos objetivos principais, o aumento na geração de receitas por meio da segregação, armazenagem e coleta desses materiais. Permite ainda o incremento de benefícios com a ampliação da maturidade na gestão 5S, a partir da limpeza e manutenção do ambiente de trabalho, redução de extravios e perdas, celeridade na operação de coleta e segurança operacional dos processos e clientes.

Sob outra perspectiva, a implantação do novo processo pressupõe a realização de baixos investimentos na estrutura inicial de segregação, além de treinamentos e contratação de profissionais para a realização dos serviços,

Assim, é fundamental que haja uma análise da viabilidade econômica da implantação, de maneira a corroborar com as questões ambientais envolvidas na melhor destinação dos resíduos, como visto anteriormente.

Para tal, foi elaborada uma análise financeira considerando as principais variáveis envolvidas no processo de implementação do projeto piloto de coleta seletiva, dentro da oficina de locomotivas da VLI, localizada na cidade de Divinópolis – MG. Os parâmetros considerados na análise foram obtidos por meio de consultas ao mercado e quando da realização de *benchmarking* junto à MRS.

Para implantação do projeto piloto foi considerado o reaproveitamento de tambores e caçambas existentes na VLI, pintados pela própria equipe para facilitar a visualização para a devida segregação.

Dessa forma, nessa visão inicial, estão sendo desconsiderados investimentos diretos na implantação do projeto piloto, havendo incremento somente do custo de mão-de-obra dedicada à segregação dos materiais.

Na Tabela a seguir são discriminados os custos da mão-de-obra dedicada.

**Tabela 3** - Composição do custo da mão-de-obra

Descrição da conta	Custo mensal [R\$]
Salário	1.125,00
Adicionais legais	0,00
Adicionais por acordo	0,00
Horas extras	0,00
Férias	133,32
Décimo Terceiro Salário	99,96
FGTS Recolhimento Mensal	112,59
FGTS s/13º salário	8,00
INSS	346,04
INSS Sobre 13º Salário	2,72
INSS SESI / SENAI	40,08
Cesta Alimentação	142,50
Seguro de Vida e Por Incapacidade	6,36
Previdência complementar ordinária/patronal	31,80
Previdência complementar taxa administrativa ordinária	4,44
<b>Total Geral</b>	<b>2.052,80</b>

Fonte: Elaborado pelos autores com base em referências de mercado

Conforme apresentado na Tabela anterior, estima-se um custo adicional mensal com a contratação do profissional para segregação dos materiais na ordem de R\$ 2.052,80.

Importante ressaltar que os custos operacionais apresentados acima estão relacionados aos encargos e salários dos profissionais especializados no processo de segregação dos materiais dentro das oficinas. Espera-se que esse custo mensal seja extinto ao longo do tempo em função da transferência de *expertise* do especialista para os mantenedores da oficina. A partir da maior conscientização e treinamento dos mantenedores, essa prática de segregação passará a acontecer na rotina, não sendo necessária, portanto, mão-de-obra exclusiva para esse processo.

De posse dos dados referentes ao investimento inicial em estrutura de segregação dos materiais e da variação de custo de mão-de-obra, faz-se necessário o entendimento dos

benefícios financeiros gerados com a venda das sucatas nobres pelo preço específico, acima dos valores obtidos com sucata comum. De maneira complementar, é fundamental que se faça uma análise de viabilidade financeira da implantação do novo processo, comparando os ganhos obtidos pelo aumento de receita alternativa frente ao aumento do custo de mão-de-obra.

A Tabela a seguir apresenta, de forma resumida, uma análise financeira representativa da viabilidade financeira da proposta. Em virtude da ausência de controles detalhados do processo de segregação e venda de sucatas no modelo atual, não foi possível obter dados exatos da quantidade de sucatas vendidas mensalmente na oficina de Divinópolis – MG. Dessa forma, optou-se por fazer uma avaliação de viabilidade com base em um cenário hipotético de vendas totais de sucatas e definição do patamar mínimo de receita adicional necessário para suportar o aumento de custo com mão-de-obra.

**Tabela 4** - Análise de viabilidade considerando segregação de sucatas

Tipos de sucatas:	Unidade	Sucata Comum		Sucata Nobre		Total
		Ferro e Aço	Cobre Puro	Alumínio	Bronze	
Valor de referência da sucata	[R\$/ton.]	1.450,00	54.172,89	16.371,64	23.000,00	-
Custos indiretos do sucateiro*	[R\$/ton.]	-435,00	-16.251,87	-4.911,49	-6.900,00	-
Preço final unitário da sucata	[R\$/ton.]	1.015,00	37.921,02	11.460,15	16.100,00	-
<b>Cenário - venda 10 ton./mês (10kg de sucata nobre)</b>						
Receita modelo atual	[R\$/mês]	10.150,00	0,00	0,00	0,00	10.150,00
Receita estimada após implantação	[R\$/mês]	10.139,85	1.137,63	343,80	644,00	12.265,29
Variação da receita de venda da sucata	[R\$/mês]	-10,15	1.137,63	343,80	644,00	2.115,29
Custo adicional mão-de-obra segregação	[R\$/mês]	0,00		-2.053,00		-2.053,00
<b>Saldo final estimado após implantação</b>	<b>[R\$/mês]</b>	<b>-10,15</b>		<b>72,44</b>		<b>62,29</b>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme apresentado na Tabela 4 anterior, para avaliação da viabilidade financeira da proposta foi construído um cenário mínimo de venda de 10 toneladas mensais de sucatas totais e, a partir daí, foi simulado o efeito financeiro pressupondo a segregação de 10 kg de sucata nobre e sua respectiva venda, conforme preços expressos na Tabela 4. O resultado positivo em R\$ 62,29 apresentado demonstra ser viável a implementação do novo processo proposto, visto que para o cenário mínimo simulado, a receita adicional foi superior ao custo adicional com mão-de-obra.

A análise acima apresentada foi desenvolvida de forma conservadora, em função de ser uma iniciativa nova, pela incerteza que envolve uma revisão de processos dessa natureza e pela estimativa de venda de cerca de 1.500 toneladas mensais de sucata na oficina de Divinópolis – MG.

Por fim, importante destacar que, avaliando o *benchmarking* realizado junto à MRS, verificou-se que houve um aumento de receita com vendas de sucatas de oficinas na ordem de 200% ao ano, durante os 3 primeiros anos de implantação desse modelo de negócio em toda a empresa, reforçando a expectativa de viabilidade do modelo proposto.

Assim, dados os resultados obtidos nas análises de viabilidade, sugere-se a implantação do projeto piloto e avaliação dos resultados para posterior escalada nas outras oficinas.

### **5.3. Cronograma de implementação**

Depois de analisadas as viabilidades técnica, operacional, estratégica e financeira e, concluindo não haver qualquer impedimento para a implantação do modelo de processo de segregação de sucatas nobres na oficina de Divinópolis – MG, será apresentado a seguir um cronograma proposto de implantação do piloto.

O cronograma, apresentado na Tabela a seguir, foi construído partindo da premissa de entendimento detalhado do modelo atual praticado de segregação de materiais, definição do local físico a ser acondicionado os tambores de segregação, a modelagem do processo de armazenagem e a definição do modelo de gestão da sucata nobre propriamente dito.

**Tabela 5 - Cronograma de implantação do projeto piloto**

	jan/22	fev/22	mar/22	abr/22	mai/22
<b>Etapa 1: análise do processo atual de segregação</b>					
Verificar condições de armazenamento	■				
Verificar quais critérios para segregação	■				
<b>Etapa 2: identificar local para projeto piloto</b>					
Identificar área piloto	■				
<b>Etapa 3: definição de modelo de armazenagem</b>					
Avaliar os espaços e estrutura física das localidades		■			
Selecionar e separar 8 tambores		■			
Pintar e identificar os tambores com as cores propostas		■			
Selecionar 4 caçambas		■			
Pintar e identificar as caçambas com as cores propostas		■			
Disponibilizar os tambores e caçambas nos locais de coleta			■		
Criar a logística interna para recolhimento e pesagem				■	
<b>Etapa 4: definição de modelo de gestão da sucata nobre</b>					
Redesenhar o processo de recolhimento e pesagem				■	
Alterar o códigos de venda por produtos nobres		■			
Realizar estudos de mercado para preço médio por produto nobre		■			
Definir preço de venda por produto			■		
Criar contratos com fornecedores da região de Divinópolis-MG				■	
Treinar a equipe no novo processo de segregação					■

Fonte: Elaborada pelos autores.

Dessa forma, conclui-se a etapa de estudo da viabilidade de implantação do modelo proposto na oficina de Divinópolis, na VLI, assumindo a proposta de implantação do projeto piloto até maio de 2022, podendo, após avaliados os resultados do projeto piloto, replicar o modelo para toda a VLI.

Por fim, o próximo capítulo irá discorrer sobre as principais conclusões e recomendações obtidas durante a elaboração do projeto aplicativo.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Após finalizada a pesquisa, foi possível concluir que o gerenciamento de resíduos sólidos e, especialmente, as estratégias de destinação destes dentro das ferrovias brasileiras são assuntos com significativa capacidade de exploração. Buscando responder à pergunta de pesquisa sobre quais ações poderiam contribuir para a melhor destinação dos resíduos da operação ferroviária brasileira no âmbito da sustentabilidade, optou-se no presente projeto aplicativo por direcionar os esforços no desenvolvimento da proposta de aplicação de um novo método de segregação e destinação de sucatas nobres em uma das empresas pesquisadas, a VLI.

Ainda que não abordadas todas as vertentes possíveis do tema durante o desenvolvimento do trabalho, foi possível identificar práticas distintas de tratamento de resíduos entre as ferrovias, destacando-se uma oportunidade de replicação de um caso de sucesso – aumento significativo de receitas alternativas a partir da especialização e segregação de sucatas de materiais nobres dentro de oficinas.

Apesar de avaliados, dentro das ferrovias estudadas – MRS, VALE e VLI – e nas pesquisas de *benchmarking*, diversas oportunidades de tratamento de resíduos ferroviários, optou-se aqui pela proposta de segregação de sucatas nobres pela simplicidade de aplicação e alto retorno. Ressalta-se que a aplicação do processo sugerido é de extrema simplicidade e permite que não somente haja um melhor retorno financeiro com a venda especializada de sucatas, mas também garante uma destinação mais sustentável de materiais com possibilidade de reuso e reciclagem, além da geração de empregos próprios ou terceirizados.

É inegável o benefício da adoção de um processo sustentável de gestão de resíduos não só pela preservação do meio ambiente, mas também pelo valor agregado ao negócio por meio de uma operação mais limpa, exigência cada vez maior no mundo corporativo. Para isso, é fundamental que as empresas evoluam para um modelo circular de reaproveitamento dos materiais consumidos, sendo qualquer iniciativa, como a aqui proposta, um passo nesse caminho.

Sugere-se, por fim, que outras iniciativas dentro do tema, tais como o tratamento de baterias de locomotivas e rádios portáteis, a destinação de dormentes impróprios para reuso, aplicações sustentáveis dos resíduos de brita dos lastros substituídos das vias, dentre outros



resíduos possam ser estudados com maior detalhamento e trabalhados de forma conjunta entre as ferrovias brasileiras, a universidade, empresas parceiras e associações especializadas na busca por desenvolver um melhor processo e mais sustentável de destinação.



## REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (Brasil). **ABNT NBR 10.004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: 2004.

ANTT, Agência Nacional de Transportes Terrestres (Brasil). **Lista de concessões ferroviárias**. 2021. Internet. Disponível em: <<https://portal.antt.gov.br/concessoes-ferroviarias>>. Acesso em: 07 out. 2021.

ASSAD, Leonor. Apresentação-lixo: uma ressignificação necessária. **Ciência e Cultura**, v. 68, n. 4, p. 22-24, 2016.

BRASIL, **Lei n. 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 23 nov. 2021.

BNDES, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (Brasil). **Ferrovias de carga brasileiras**: uma análise setorial. BNDES Setorial, v.46, pp. 79-126. Internet. 2017. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/14136>>. Acesso em: 08 nov. 2021.

CAPAGIO, Álvaro do C. Índice de desempenho ambiental ferroviário, sustentabilidade e smart regulation. In: Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET, 34., 2020, On line. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<https://www.anpet.org.br/anais34/documentos/2020>>. Acesso em: 12 dez. 2021.

CASTRO, Cláudio de Moura. **A prática da pesquisa**. 2.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

CNT, Confederação Nacional do Transporte (Brasil). **Anuário CNT do Transporte**: Estatísticas consolidadas. Internet. 2020. Disponível em: <<https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2021/>>. Acesso em: 16 set. 2021.

DECOTÉ, Paulo André Prata et al. Reciclagem de óleo lubrificante ferroviário usado utilizando extração por solventes verdes assistido por ultrassom indireto. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 6, 2021.

FRAGMAQ. **Como os aviões são reciclados?** Internet. 2020. Disponível em: <<https://www.fragmaq.com.br/blog/como-os-avioes-sao-reciclados/>>. Acesso em: 12 dez. 2021.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.  
GOMES, Dennys Enry Barreto; MEDINA, Heloísa V. **Estudo sobre a reciclagem na indústria automotiva e sua inserção em um ambiente virtual de ensino**. Internet. 2001. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br:8080/bitstream/cetem/878/1/Dennys.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2021.

GREENRAIL. **Pneus velhos viram trilhos sustentáveis na Itália**. Internet. 2020. Disponível em: <<https://ciclovivo.com.br/inovacao/inspiracao/pneus-velhos-viram-trilhos-sustentaveis-na-italia/>>. Acesso em: 07 dez. 2021.

ICOMOS, International Council on Monuments and Sites. **Cartas patrimoniais: Os princípios de Dublin**. Internet. 2011. Disponível em: <<https://ticcihbrasil.org.br/cartas/os-principios-de-dublin/>>. Acesso em: 21 dez. 2021.

MRS. **Quem somos: uma ferrovia de padrão internacional**. Internet. 2021. Disponível em: <<https://www.mrs.com.br/empresa/quem-somos/>>. Acesso em: 27 out. 2021.

MRS. **Relatório anual de sustentabilidade: gestão de resíduos**. Internet. 2020. Disponível em: <<https://mrs2020.blendon.com.br/meio-ambiente/gestao-de-residuos/>>. Acesso em: 27 out. 2021.

ONU, Organizações das Nações Unidas. **The Brundtland Report: World Commission on Environmental and Development**. ONU: 1987.

PINTO, Helma de Souza; AMORIM, Aldo Siervo de. Gestão de resíduos automotivos: estudo de caso na Seguradora Alfa. In: Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente (ENGEMA). 16., 2014. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<http://www.engema.org.br/XVIENGEMA/44.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

REVISTA FERROVIÁRIA. **Inovação e sustentabilidade na ferrovia**. Internet. 2020. Disponível em: <<https://revistaferroviaria.com.br/2021/02/inovacao-e-sustentabilidade/>>. Acesso em: 10 out. 2021.

SANTOS, Débora Brito dos; LIMA, Rosana da Costa; BASSI, Renata Elaine; RODRIGUES, Enio Fernandes; MAIELLARO, Valéria Rufino. A infraestrutura no transporte ferroviário no Brasil. **South America Development Society Journal**, v.4, n.10, 2018: pp. 38-51.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Brasil). **O que são resíduos (e o que fazer com eles)**. Internet. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-sao-residuos-e-o-que-fazer-com-eles,ca5a438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 6 out. 2021.

SLAPER, Timothy F.; HALL, Tanya J. The Triple Bottom Line: What Is It and How Does It Work. **Indiana Business Review**, v.86, n. 1, p. 4-8, 2011.

VALE. **Sobre a Vale**. Internet. 2021a. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/paginas/default.aspx>>. Acesso em: 14 out. 2021.

VALE. **Relatório de Sustentabilidade**. Internet. 2019. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/PT/sustainability/relatorio-de-sustentabilidade-2019/Paginas/default.aspx#divresumo>>. Acesso em: 14 out. 2021.

VALE. **Resíduos: Nossa Gestão – Gerenciamento e tecnologia ambiental**. Internet. 2021b. Disponível em: <<http://www.vale.com/esg/pt/Paginas/Residuos.aspx#:~:text=A%20Vale%20publicou%20no%20final,fomenta%20novas%20cadeias%20de%20valor.>>. Acesso em: 16 out. 2021.

VALE. **Vale inova ao produzir Areia Sustentável, reduzindo geração de rejeitos**. [S. l.: s. n.], 2021c. 1 vídeo (2 min). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ci1J6Sy6UPU>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

VGR, Gestão de Resíduos. **A diferença entre lixo, resíduo e rejeito e como é feito o seu gerenciamento**. Internet. 2020a. Disponível em: <<https://www.vgresiduos.com.br/blog/blogdiferenca-entre-lixo-residuo-rejeito/>>. Acesso em: 16 nov. 2021.

VGR, Gestão de Resíduos. **Quais são os impactos ambientais de uma má gestão de resíduos?** Internet. 2020b. Disponível em: <<https://www.vgresiduos.com.br/blog/impactos-ambientais-ma-gestao-de->





*Para ser relevante.*

atendimento@fdc.org.br

0800 941 9200

www.fdc.org.br

