



**GUSTAVO RIBEIRO DE FARIA**

**USO DE TECNOLOGIAS LIMPAS NO  
REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE USINAGEM:  
estudo de caso na indústria GNS**

**LAVRAS-MG  
2022**

**GUSTAVO RIBEIRO DE FARIA**

**USO DE TECNOLOGIAS LIMPAS NO  
REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE USINAGEM:  
estudo de caso na indústria GNS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Luis Antônio Coimbra Borges

Orientador

**LAVRAS-MG  
2022**

**GUSTAVO RIBEIRO DE FARIA**

**USO DE TECNOLOGIAS LIMPAS NO REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS  
DE USINAGEM: Estudo de caso na Indústria GNS**

**USE OF CLEAN TECHNOLOGIES IN THE REUSE OF MACHINING WASTE: a  
case study in the GNS Industry**

Monografia apresentada à Universidade Federal de  
Lavras, como parte das exigências do Curso de  
Engenharia Ambiental e Sanitária, para a obtenção  
do título de Bacharel.

APROVADO em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

Dr. Luis Antônio Coimbra Borges UFLA

Dra. Lizzy Ayra Alcântara Veríssimo UFLA

Me. Renan Teixeira Delfino UFLA

---

Prof. Dr. Luís Antônio Coimbra Borges  
Orientador

**LAVRAS-MG  
2022**

*Dedico este trabalho à minha Família e a Deus.*

## **AGRADECIMENTOS**

Durante toda minha trajetória acadêmica, passei por diversas dificuldades em que muitas vezes pensei em desistir. E assim, fui aprendendo que tudo que me é posto, é aprendido. Fui aos poucos me tornando mais forte e sereno, entendendo que tudo é necessário. Por isso, primordialmente, agradeço à Deus todos os dias, pois me auxilia a evoluir espiritualmente, me tornando a cada vivência um indivíduo melhor.

Agradeço aos meus pais, Nilson e Suely, por serem minha base e me manterem firme em minha busca, acreditando sempre que eu poderia ser cada vez melhor. Sempre me motivando, protegendo e ensinando. Agradeço à toda minha família, em especial a minha irmã, Gabrielle e a minha Vó Cidinha, por sempre estarem ao meu lado me apoiando. Todo o meu reconhecimento a minha namorada Gabriela que tanto me ajudou, apoiou e foi essencial nessa etapa da minha vida.

Agradeço à todas as pessoas que passaram pela minha vida, tornando-se grandes amigos, que nunca me deixaram na mão, sempre estiveram presentes em todo o processo e sempre me ajudaram a enfrentar as dificuldades da vida de maneira positiva. Gostaria de agradecer em especial os amigos e irmãos da República Coliseu, aos companheiros de república de 2015/02 e aos amigos de Itajubá.

Nada mais certo que agradecer à Universidade Federal de Lavras, à todos os professores e membros do colegiado. Em relação a este trabalho, em especial, gostaria de agradecer o professor Luís Antônio pela orientação, ajuda e paciência.

*“Os projetos se tornam sustentáveis, quando há equilíbrio  
entre produção e meio ambiente.”*  
César Eloy

## RESUMO

As legislações em relação ao setor produtivo estão mais rígidas e exigem que as empresas façam a destinação correta dos resíduos gerados pela sua atividade. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os resíduos sólidos provenientes da empresa GNS com atividade no ramo da usinagem na cidade de Itajubá-MG, e propor uma tecnologia limpa para empresa de modo a minimizar os impactos ambientais e possibilitar geração de renda a partir dos resíduos gerados. Este trabalho trata-se de uma pesquisa quantitativa, baseada em um estudo de caso real. Foram coletados e quantificados a produção de resíduos sólidos como aço, alumínio e plástico produzidos pelas máquinas de processos de usinagem, gerados na empresa GNS, nos meses de janeiro a dezembro de 2021. Após avaliar os dados, foi realizada a avaliação para propor uma tecnologia limpa mais viável para a empresa, de modo a minimizar os impactos e possível geração de renda a partir dos resíduos gerados. Os resultados demonstram que no ano de 2021 os resíduos gerados em maior quantidade foi o ferro com 1112 kg produzidos, representando 33% do total de resíduos e o alumínio com 1105 kg, representando 32%. O estudo demonstrou que o inox correspondeu a 886 kg dos resíduos produzidos e representou 26% da produção anual da empresa e por último, o plástico com 291 kg produzidos representando apenas 9% da produção. Observou-se que antes do desenvolvimento deste estudo, a empresa não realizava a correta separação desses resíduos o que inviabilizava um retorno financeiro com a venda dos mesmos. A partir deste estudo, foram determinadas mudanças internas na empresa relacionadas a separação dos resíduos, bem como a sua forma de armazenagem, e assim viabilizar a destinação correta desses materiais, e ainda gerando retorno financeiro com essa ação. Em conclusão, o estudo demonstra que a preocupação da indústria com o meio ambiente é indispensável e que por ações pequenas e de baixo custo podem tornar a gestão de resíduos sólidos da empresa eficiente, contribuindo assim para o progresso de uma usinagem mais limpa.

Palavras-chave: Produção. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Meio Ambiente.

## ABSTRACT

Legislation in relation to the productive sector is stricter and requires companies to correctly dispose of the waste generated by their activity. In this sense, the present work aimed to evaluate the solid waste from the GNS company with activity in the machining industry in the city of Itajubá-MG, and to propose a clean technology for the company in order to minimize environmental impacts and enable income generation to from the generated waste. This work is a quantitative research, based on a real case study. We collected and quantified the production of solid waste such as steel, aluminum and plastic produced by the machining process machines, generated in the company GNS, from January to December 2021. After evaluating the data, the evaluation was carried out to propose a technology more viable for the company, in order to minimize the impacts and possible generation of income from the generated residues. The results show that in the year 2021, the largest amount of waste generated was iron with 1112 kg produced, representing 33% of the total waste and aluminum with 1105 kg, representing 32%. The study showed that stainless steel corresponded to 886 kg of waste produced and represented 26% of the company's annual production and finally, plastic with 291 kg produced representing only 9% of production. It was observed that before the development of this study, the company did not perform the correct separation of these wastes, which made a financial return from the sale of them unfeasible. From this study, internal changes were determined in the company related to the separation of waste, as well as its form of storage, and thus enable the correct destination of these materials, and still generating financial return with this action. In conclusion, the study demonstrates that the industry's concern for the environment is indispensable and that small and low-cost actions can make the company's solid waste management efficient, thus contributing to the progress of cleaner machining.

Keywords: Production. National Solid Waste Policy. Environment.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação do processo de geração de produtos, subprodutos, matérias-primas secundárias, resíduos e rejeitos.....	12
Figura 2 – Representação da classificação dos resíduos sólidos.....	14
Figura 3 - Mapa demonstrando o município de Itajubá, Minas Gérias – Brasil, localização da empresa em estudo.....	18
Figura 4 – Máquina Torno Convencional NARDINI ND250 T-01 utilizada pela empresa GNS.....	19
Figura 5 - Máquina Fresadora Convencional Clever 4EVS F-03 utilizada pela empresa GNS.....	20
Figura 6 - Máquina Torno CNC ROMI CENTUR 30D TC-02 utilizada pela empresa GNS.....	20
Figura 7 - Máquina Centro de Usinagem ROMI DISCOVERY D760 CE-01 utilizada pela empresa GNS.....	21
Figura 8 - Máquina Serra Horizontal Franho FM500 SH01 utilizada pela empresa GNS.....	21
Figura 9 - Gráfico demonstrando a produção total de resíduos sólidos na empresa GNS no ano de 2021.....	23
Figura 10 – Gráfico demonstrando a produção total dos resíduos sólidos na empresa GNS no ano de 2021.....	24
Figura 11 - Gráfico demonstrando o percentual de cada resíduo sólido gerado pela empresa GNS no ano de 2021.....	25
Figura 12 - Gráfico demonstrando a estimativa de lucro pós-venda dos resíduos no ano de 2021.....	25

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
2.1 Resíduos sólidos .....	12
2.2 Classes dos Resíduos Sólidos.....	13
2.2.1 Resíduos sólidos industriais da usinagem.....	14
2.3 Usinagem mais limpa.....	15
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
3.1 Localização .....	17
3.2 Descrição da GNS.....	17
3.3 Coleta de dados .....	18
3.4 Análise de dados e aplicação de tecnologias limpas.....	21
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional e econômico tem acarretado em uma demasiada produção de resíduos. O descarte incorreto e a escassez na execução das políticas públicas, geram impactos ao meio ambiente e alterações na sanidade básica, com consequência na diminuição na qualidade de vida das populações expostas a essas condições (PASCOAL et al., 2018).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) visa a proteção ambiental com ações voltadas para a reciclagem de resíduos. Os resíduos sólidos englobam diversos materiais, porém, uma fração significativa é composta por resíduos provenientes da indústria de usinagem, sendo este um composto com pouca informação sobre sua destinação no Brasil (BRASIL, 2010; ZAGO; BARROS, 2019).

As legislações em relação ao setor produtivo no ramo da usinagem estão mais rígidas e exigem que as empresas façam a destinação correta dos resíduos gerados pela sua atividade. Houve uma necessidade de as empresas de usinagem planejar e implementar ações a fim de minimizar os impactos ambientais causados por essa atividade. As empresas com responsabilidade ecológica e com certificação ISO (*International Organization for Standardization*) são bem vistas no mercado. Investir em responsabilidade ambiental é uma das formas de reduzir impactos ambientais e conquistar credibilidade no setor industrial (CASTRO, 2010).

A busca por tecnologias limpas no setor industrial tem sido crescente e se faz necessária para o diferencial das empresas. O presente estudo de caso teve como objetivo avaliar resíduos sólidos provenientes de uma empresa de usinagem na cidade de Itajubá-MG e propor uma tecnologia limpa mais viável para empresa, de modo a minimizar os impactos ambientais e possibilitar geração de renda a partir dos resíduos gerados.

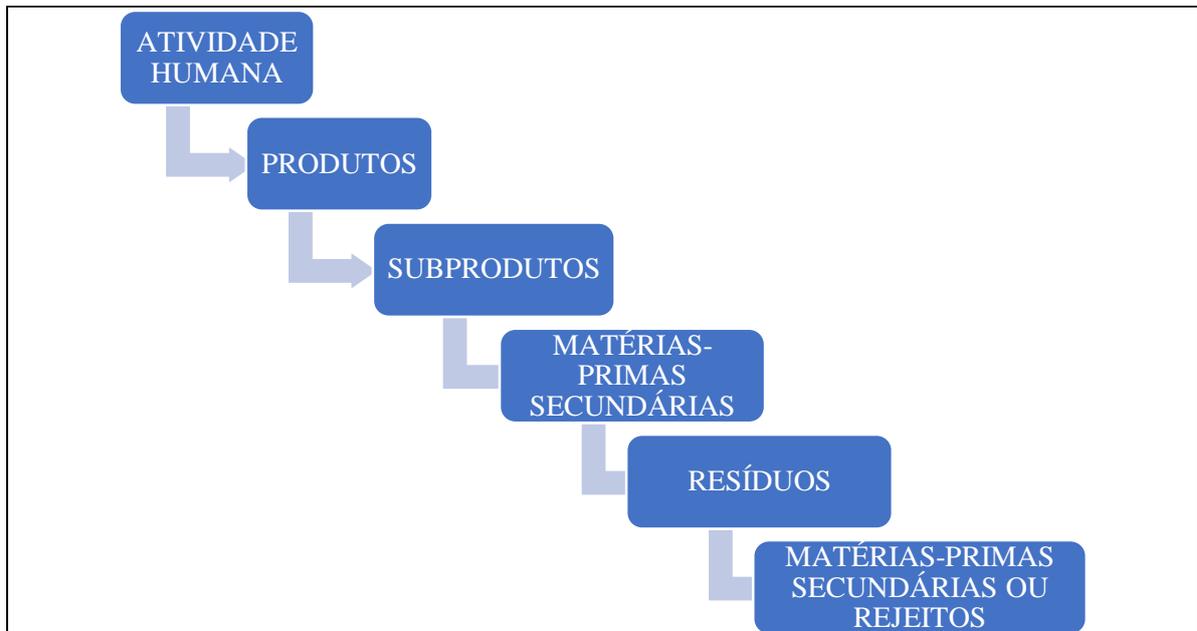
## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Resíduos sólidos

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é uma entidade privada, sem fins lucrativos que opera na área de certificação. A ABNT por meio da norma técnica NBR 10.004/2004, classifica resíduos sólidos como qualquer resíduo no estado sólido e semi-sólido, as quais podem ser provenientes de atividades industriais, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola e entre outras. Além disso, lodos oriundos de tratamentos de águas, determinados líquidos na qual impossibilite o lançamento na rede de esgotos ou corpos de água, também são considerados resíduos. Deste modo, estes exigem que haja soluções técnicas e viáveis para seu tratamento e descarte correto (ABNT, 2004; ABNT, 2022).

Os resíduos são compostos gerados pela atividade humana. Materiais que são descartados e conseqüentemente aproveitados são considerados matéria-prima secundária, enquanto que os resíduos que não possuem reaproveitamento econômico por nenhum processo tecnológico são chamados de rejeitos (PHILIP JÚNIOR, 2010) (Figura 1).

Figura 1 – Imagem demonstrativa do processo de geração de produtos, subprodutos, matérias-primas secundárias, resíduos e rejeitos.



Fonte: Diagrama adaptado de Philip Júnior, (2010).

No Brasil, a partir de agosto de 2010 através da Política Nacional de Resíduos Sólidos PNRS (Lei nº 12.305/10), foi instituído os instrumentos para o avanço do país em relação aos principais problemas ambientais, sociais e econômicos, quanto ao manejo inadequado de resíduos sólidos. A PNRS se integra com outras políticas nacionais, como Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6.938/81), Política Nacional de Educação Ambiental (Lei 9.795/99) e a de Saneamento Básico (Lei 11.445/07), possibilitando uma articulação entre os três federados para o avanço mais efetivo (LAVNITCKI; BAUM; BECEGATO, 2018). A PNRS contempla os mais diversos tipos de resíduos gerados e apresenta como metas a eliminação de locais considerados inadequados para disposição, promoção na reciclagem, reutilização, uso de tecnologias sustentáveis, alternativas de gestão e gerenciamento, compatibilizando as ações correspondentes ao crescimento econômico (BRASIL, 2010).

Medidas devem ser tomadas para que a geração de resíduos sólidos seja diminuída e que tenham destinação correta, visto que é um dos objetivos da PNRS, na qual se enfrenta mais dificuldade na prática, não só de empresas, mas também de alguns municípios. Os dados da Abrelpe (2017), nos permite observar um panorama nacional em relação aos resíduos sólidos, e também perceber que para além de políticas públicas, o indivíduo tem que estar consciente para as questões ambientais e sociais, tendo em mente que somos responsáveis pelo lixo que geramos.

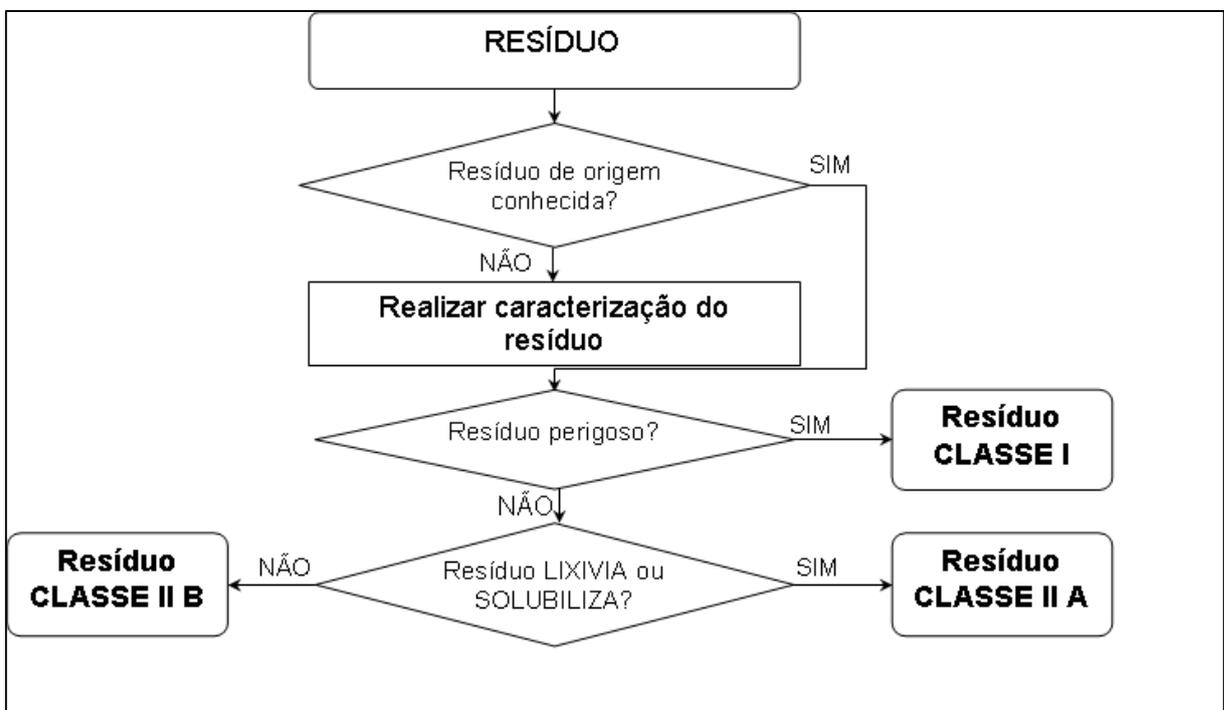
## **2.2 Classes dos Resíduos Sólidos**

Os resíduos sólidos quando dispostos de forma inadequada, causam significativos impactos ambientais, em especial os resíduos industriais (VIMIEIRO, 2020). A NBR 10.004 é uma ferramenta importante no gerenciamento de resíduos sólidos. Essa norma classifica os resíduos sólidos referentes aos seus riscos para o meio ambiente e para a saúde pública. A classificação está dividida em três classes, sendo essas, classe I considerada perigosa, classe IIA que se trata dos resíduos não inertes e a classe IIB que são o resíduos inertes (KRAEMER, 2005).

A classe I é a classe em que está inserida o resíduos perigosos, ou seja, aqueles que demonstram riscos eminentes à saúde pública e ao meio ambiente. Esses resíduos por sua vez, exigem tratamento específicos e devem ser levados em consideração suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e potencial transmissor e/ou causador de patógenos. A classe IIA está relacionada aos resíduos não-inertes, na qual, não apresentam periculosidade, entretanto, não são inertes e podem apresentar propriedades como,

combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água, o que podem trazer consequências negativas para os recursos hídricos e solo. A terceira e última é a classe IIB, que se refere aos resíduos inertes, que são aqueles que após testes de solubilização conforme a NBR – 10.007 da ABNT, não demonstram concentrações maiores que aos padrões de potabilidade da água, ou seja, a água continuará potável quando em contato com esses resíduos. Os resíduos desta classe são recicláveis, e se degradam muito lentamente ou não se degradam quando descartados no solo (Figura 2).

Figura 2 – Imagem demonstrativa da classificação dos resíduos sólidos.



Fonte: ABNT (2004).

### 2.2.1 Resíduos sólidos industriais da usinagem

No Brasil, os resíduos industriais podem ser representados por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papéis, madeiras, fibras, borrachas, metais, escórias, vidros e cerâmicas (ABNT, 2004). A grande maioria dos resíduos citados são considerados perigosos, o que torna cada vez mais necessária a aplicação de políticas de desenvolvimento sustentável no setor industrial.

As indústrias do setor metal mecânico apresentam produção significativa de resíduos sólidos como, ferro, alumínio, plástico e inox, as quais por sua vez possuem um tempo de

degradação muito longo quando descartado incorretamente, além disso, causam impactos danosos ao ambiente.

O processo de usinagem é entendido como uma operação que confere às peças formas e acabamentos específicos. Os cavacos são um dos principais resíduos gerados pelo processo de usinagem nas empresas do setor metal mecânico, os quais são definidos como uma porção de material de forma geométrica irregular. Segundo Machado et al. (2015), os cavacos são classificados por sua morfologia, sendo dividida em três tipos: contínuos, descontínuos e segmentados. Os cavacos contínuos são aqueles gerados pela usinagem de materiais dúcteis, como aços de baixa liga, o alumínio e o cobre; os descontínuos formados dos materiais mais frágeis como, o bronze e do ferro fundido e por último os segmentados, que são formados por grandes deformações continuadas em estreitas bandas entre segmentos com quase nenhuma deformação no interior. As etapas responsáveis pela origem do cavaco são separadas em quatro, estas denominadas como sendo o recalque inicial, a deformação e ruptura, o deslizamento das lamelas e ao final a saída do cavaco, estas etapas, em condições normais durante o processo de usinagem, ocorrem de maneira cíclicas e periódicas (MACHADO 2015).

Os cavacos após gerados não possuem utilidade para as empresas, o qual é destinado para a reciclagem. Segundo Dandolini (2001), as empresas tendem a se livrar da responsabilidade no descarte dos resíduos, realizando a venda destes materiais para terceiros. Entretanto, o autor observa que alguns dos compradores não possuem informações necessárias para um manuseio correto, o que contribui para o descarte inadequado. É necessário que as empresas do setor, principalmente as de pequeno e médio porte se atente a destinação correta desses resíduos, para que as leis ambientais e a PNRS sejam de fato praticada.

### **2.3 Usinagem mais limpa**

A expressão “produção mais limpa” surgiu em 1989, através da *United Nation Environmental Programme* (UNEP), e foi definida como uma estratégia para aumentar a eficiência da produção e redução de riscos para os indivíduos e o meio ambiente, através de estratégias contínuas e integradas de prevenção ambiental. A partir do surgimento da expressão “produção mais limpa” e o surgimento de políticas públicas como a PNRS em 2010, as questões ambientais relacionadas ao setor industrial de usinagem se mostram em grande evidência (GUIMARÃES, 2011).

A ABNT é a única representante da International Organization for Standardization – ISO no Brasil. A norma ISO 14001 possui a finalidade de equilibrar questões relacionadas a

prevenção ambiental com os interesses e necessidades socioeconômicas das empresas. As empresas que possuem um sistema de gestão ambiental e a mesmas cumprem a normas estabelecidas pela norma NBR ISO 14001 pode solicitar junto a ABNT o certificado ISO (LIMA; CERETTA; LIMA, 2005). A certificação está cada vez mais sendo almejada pelas empresas, visto que demonstra ser um fator de competição comercial, ou seja, as empresas que fazem o cumprimento correto das leis ambientais, possuem um diferencial no mercado, pois possuem certificações que validam essas ações, as quais permitem que os mesmos avancem em ações econômicas e de marketing (GUIMARÃES, 2011), e conseqüentemente se inserem cada vez mais no mercado.

Sabe-se que o cavaco é um dos principais resíduos do processo de usinagem e o mesmo não possui finalidade para a empresa. Como estratégia de gestão, a maioria das empresas optam por vender esse resíduo, o qual possui valor econômico na sua venda, o que resulta em adicional financeiro positivo para as empresas (PEREIRA et al., 2021). Contudo, para que o mesmo tenha retorno financeiro para a empresa é necessário adotar estratégias de coleta e armazenamento desses resíduos, antes de serem destinados a venda. Giannetti e Almeida (2006), apontam que durante o processo de coleta é necessário alocar caçambas em pontos estratégicos para o armazenamento dos resíduos, ressalta-se ainda a importância na identificação dessas caçambas e que os mesmos sejam diferenciados pela cor, sendo correspondente para cada tipo de resíduo, evitando assim a mistura dos mesmos. Os autores reforçam ainda a necessidade de documentação desses resíduos, conforme as normas apresentadas principalmente pelo ministério do meio ambiente e demais órgãos fiscalizadores concernentes à atividade industrial.

A visão ecológica das organizações do ramo da metalúrgica ainda não é praticada por todas as empresas. Segundo Rodrigues (2018), algumas empresas não adotam ao menos algumas práticas exigidas, como a de coletar e separar os cavacos, pois acreditam que poderiam destinar esse tempo em atividades que maior valor agregado. Bánkuti e Bánkuti (2014), acreditam que a seleção correta dos resíduos de descarte resulta em perda econômica com relação ao lucro da venda desses resíduos, haja vista que a mistura desses resíduos perde valor agregado.

É necessário e urgente que as empresas no ramo da metalúrgica, principalmente as de pequeno e médio porte, estabeleçam estratégias ambientais que estejam atreladas a PNRS, de modo a praticarem a gestão correta dos resíduos gerados pelas suas atividades, bem como administrar corretamente questões ambientais dentro da empresa (ANDRADE, 2002). Assim, é possível que essas empresas conquistem maior credibilidade no mercado, e atuem ativamente na preservação do meio ambiente.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização

O estudo foi realizado na empresa GNS Indústria e Comercio Ltda que está localizada no município de Itajubá no estado de Minas Gerais (FIGURA 3).

O município de Itajubá situa-se no sul do Estado de Minas Gerais, numa altitude de 1746 metros no seu ponto mais alto e de 830 metros no ponto mais baixo, acima do nível de mar, sendo que a área urbana, sem considerar os morros, fica numa altitude média de 842 metros. A cidade conta com 219,75 km<sup>2</sup> de área rural de 70,70 km<sup>2</sup> de área urbana, e situa-se segundo as coordenadas geográficas 22° 30' 30'' latitude sul e 45° 27' 20'' W.Gr. Ocupando uma área de 290,45 km<sup>2</sup> de extensão, com população de 90.812 habitantes, segundo o IBGE de 2006, e equivalente a 312,65 hab./ km<sup>2</sup>. O município de encontra em uma localização privilegiada, devido à sua posição em relação às grandes capitais da região sudeste: Belo Horizonte (445 km), São Paulo (261 km), Rio de Janeiro (318 km) (ITAJUBÁ, 2022).

Figura 3 - Mapa demonstrando o município de Itajubá, Minas Gerias – Brasil, localização da empresa em estudo.



Fonte: Google Maps (2022).

#### 3.2 Descrição da GNS

É uma empresa de porte pequeno que exerce atividade no ramo da usinagem desde 2001. Atualmente, a empresa conta com 18 colaboradores e atua em um espaço de 1000 m<sup>2</sup>. A GNS

possui especialidade na fabricação de peças usinadas, dispositivos mecânicos e máquinas industriais, conforme projetos e amostras fornecidas pelos clientes.

### 3.3 Coleta de dados

A coleta de dados ocorreu no ano de 2022 e foram analisados a produção de resíduos sólidos gerados na empresa durante os meses de janeiro a dezembro de 2021, sendo produzidos resíduos como aço, alumínio e plástico produzidos pelas máquinas de processos de usinagem, sendo essas Torno Convencional NARDINI ND250 (Figura 4), Fresadora Convencional Clever 4EVS (Figura 5), Torno CNC ROMI CENTUR 30D (Figura 6), Centro de Usinagem ROMI DISCOVERY D760 (Figura 7), Serra Horizontal Franho FM500 (Figura 8).

Figura 4 – Imagem coletada na empresa GNS da máquina Torno Convencional NARDINI ND250.



Fonte: Autor (2022).

Figura 5 - Imagem coletada na empresa GNS da máquina Fresadora Convencional Clever 4EVS.



Fonte: Autor (2022).

Figura 6 - Imagem coletada na empresa GNS da máquina Torno CNC ROMI CENTUR 30D.



Fonte: Autor (2022).

Figura 7 - Imagem coletada na empresa GNS da máquina Centro de Usinagem ROMI DISCOVERY D760.



Fonte: Autor (2022).

Figura 8 - Imagem coletada na empresa GNS da máquina Serra Horizontal Franho FM500.



Fonte: Autor (2022).

A coleta ocorreu por preenchimento das seguintes informações: máquina, tipo de resíduo, mês e peso produzidos. Após a coleta dos dados, as informações foram organizadas em planilhas no programa Microsoft Excel®, e os resultados foram analisados.

### **3.4 Análise de dados e aplicação de tecnologias limpas**

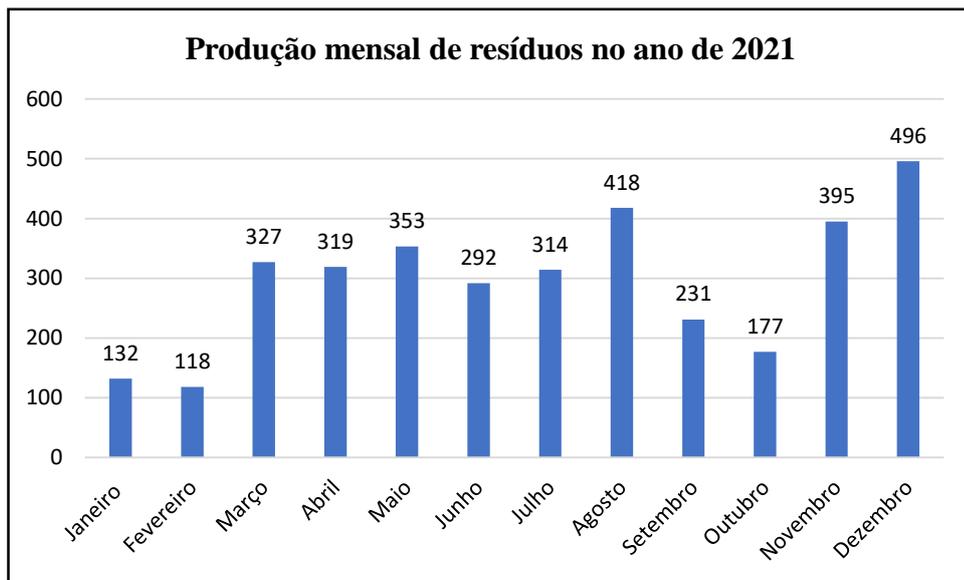
Após avaliar o porte da empresa e os dados obtidos e por meio de gráficos e tabelas analítico-descritivas, foi realizada a avaliação para propositiva uma tecnologia limpa mais viável para a empresa, de modo a minimizar os impactos e possível geração de renda a partir dos resíduos gerados.

## 4 RESULTADOS

Durante o desenvolvimento deste trabalho foram observados e quantificados os resíduos sólidos pela empresa GNS no processo de usinagem. Para a quantificação os resíduos foram distribuídos recipientes individuais, nos quais mensalmente foram armazenados os resíduos e, ao final do mês os mesmos foram pesados.

Após realizar a análise dos dados coletados, pode-se observar que os meses de dezembro e agosto tiveram maior produção (496 e 418 kg consecutivamente), enquanto que os meses de janeiro, fevereiro e outubro notou-se menor produção dos resíduos (132, 118 e 177 kg consecutivamente), conforme se observa na figura 7. Ressalta-se que os demais meses do ano a produção se manteve sem muitas diferenças, sendo de 231 a 395kg.

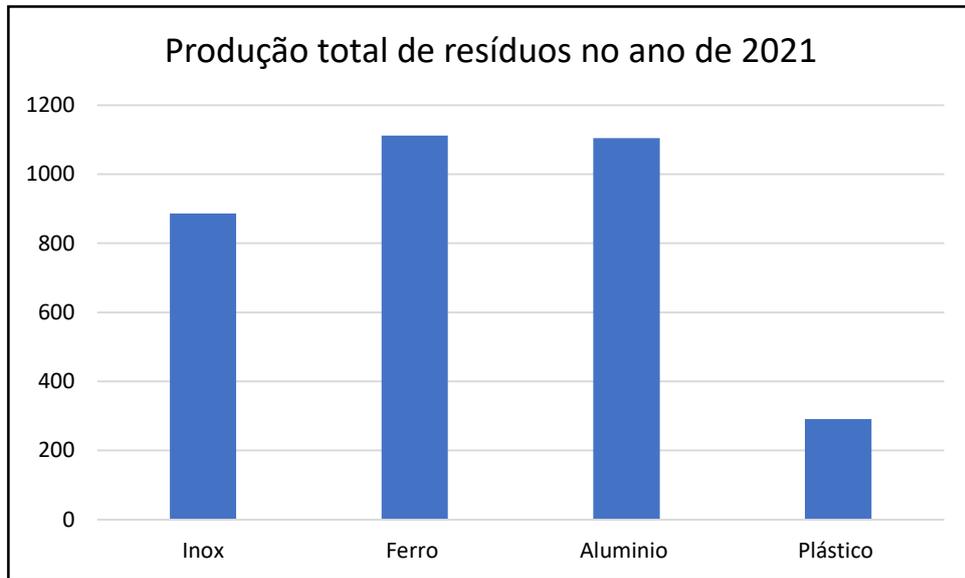
Figura 9 - Gráfico demonstrando a produção mensal em kg dos resíduos sólidos na empresa GNS no ano de 2021.



Fonte: Autor (2022).

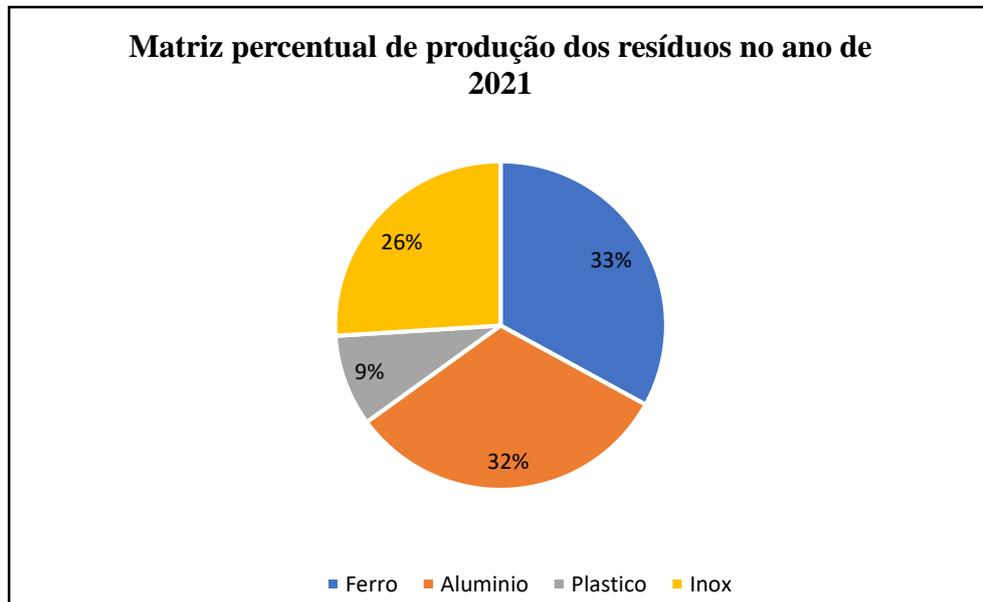
Observou-se que os resíduos gerados em maior quantidade foi o ferro com 1112 kg produzidos, representando 33% e o alumínio com 1105 kg, representando 32% conforme demonstra a figura 10. O estudo demonstrou que o inox teve 886 kg produzidos e representou 26% da produção anual da empresa e por último o plástico com 291 kg produzidos representando apenas 9% da produção (Figuras 10 e 11).

Figura 10 – Gráfico demonstrando a produção total dos resíduos sólidos em kg na empresa GNS no ano de 2021.



Fonte: Autor (2022).

Figura 11- Gráfico demonstrando o percentual de cada resíduo sólido gerado pela empresa GNS no ano de 2021.



Fonte: Autor (2022).

Importante ressaltar que a empresa não realizava a separação dos resíduos antes do desenvolvimento deste estudo, o que gerava a mistura e contaminação de um resíduo com o outro, e conseqüentemente perdendo valor na venda dos resíduos. Durante o desenvolvimento do trabalho, houve uma conversa com os representantes da empresa, na qual foram

determinadas mudanças internas relacionadas a separação dos resíduos, bem como a forma de armazenagem do mesmo. De modo a facilitar o armazenamento dos resíduos, foram providenciados tambores que foram devidamente identificados de fácil visualização, indelével, com símbolos e informações necessárias ao reconhecimento do conteúdo e dos riscos específicos. O manuseio dos resíduos ficou de modo fácil para o manuseio, evitando risco de contaminação e/ou acidentes de trabalho. Como resultado, observou-se que essas mudanças foram essenciais para colocar a empresa frente as novas tendências de mercado, como a responsabilidade social e ambiental e demonstrar que os resíduos gerados podem ser considerados fonte de lucro para a empresa, já que a empresa optou pela venda de resíduos.

Estima-se, a partir dos dados coletados no ano de 2021, que a geração de resíduos geraria em torno de R\$ 4.902,50 de lucro. Essa estimativa foi calculada considerando o valor total (kg) de cada resíduo produzido no ano de 2021 e multiplicando pelo preço de compra na cidade de Itajubá-MG, sendo esses inox R\$ 1,00, ferro R\$ 0,50, alumínio R\$ 3,00 e plástico R\$ 0,50, no qual, esses valores são correspondentes a cada kg de resíduo (Figura 12).

Figura 12- Gráfico demonstrando a estimativa de lucro em reais pós-venda dos resíduos no ano de 2021.



Fonte: Autor (2022).

## 5 DISCUSSÃO

Os resíduos sólidos no âmbito industrial são gerados nos processos de produção e atividades auxiliares, ou seja, atividades básicas no funcionamento da empresa como, limpeza, obras, manutenção e outros serviços. Sabe-se que as políticas internas relacionadas as questões ambientais tem ganhado foco nos últimos anos e vem se tornando uma ferramenta de avaliação de responsabilidade social e ambiental da empresa e de seu produto (CARVALHO; OLIVEIRA, 2003; LEOPOLDINO et al., 2019; PHILIP JÚNIOR, 2010).

Segundo Ribeiro e Morelli (2009), os resíduos industriais são considerados fontes potenciais de agressão ao meio ambiente, visto que podem conter produtos químicos e metais nos quais comprometem o ecossistema de onde são despejados, que por sua vez, podem contaminar os solo, rios e mares, bem como o ar. Diante disso, Bartholomeu e Caixeta-Filho (2011) e Machado et al. (2012) destacam a gestão ambiental como intermediador entre a produção e meio ambiente, de modo a consolidar nas empresas meios de produção sustentável por meio de políticas públicas e internas como reciclagem, reutilização, tratamento e destinação final adequada para os seus resíduos.

Para Leopoldino et al. (2019), durante a discussão sobre a implementação da gestão de resíduos dentro de uma empresa, alguns de seus representantes a associam com custo adicionais, e não consideram em primeiro momento a oportunidade de ganhos financeiros e ambientais, que podem ser adquiridos com o gerenciamento correto desses resíduos. Entretanto, no desenvolvimento deste estudo, a empresa GNS demonstrou aberta a discutir o gerenciamento de seus resíduos e na implementação do mesmo. Contudo, vale ressaltar que é necessário o desenvolvimento de mais estudos nesse sentido, visto que cada empresa é única e apresentam diferentes ações estratégias na resolução do gerenciamento de seus resíduos.

Antes do desenvolvimento desse estudo, a empresa não realizava a separação corretas dos resíduos sólidos produzidos por ela, tornando qualquer modo de reciclagem, reutilização inviável. Leopoldino et al. (2019), considera a contaminação dos resíduos em uma usina um dos maiores problemas, podendo inviabilizar a possibilidade de reutilização, reciclagem ou tratamento.

Dacroce, Fujihara e Bertolini (2016), demonstrou em sua pesquisa que o plano de gerenciamento de resíduos sólidos quando realizado de maneira adequada, apresenta retornos financeiros, de segurança no trabalho e principalmente social e ambiental. Além disso, os autores ressaltam que ações simples e de baixo investimento podem alinhar a produção e meio

ambiente. Essa afirmação vai ao encontro com os resultados obtidos neste estudo de caso, no qual observou-se que apenas ações de separação e armazenamento correto dos resíduos foram eficientes para consolidar um plano de gestão de resíduos, o que trará retornos financeiros pós venda desses resíduos, que até então não adquiridos pela empresa.

Sobretudo, é importante destacar que não apenas técnicas e políticas internas são necessárias para mudanças efetivas no plano de gerenciamento de resíduos sólidos, mas conscientizar os trabalhadores e colaboradores sobre essas ações, de modo que além de melhorar o ambiente de trabalho e segurança, os mesmos possam replicar essas ações fora do ambiente de trabalho. Assim, a conscientização passa a ser para toda uma comunidade ou população, trazendo bem-estar aos indivíduos e ao meio ambiente.

## **6 CONCLUSÃO**

Este estudo demonstra que a preocupação da indústria com o meio ambiente é indispensável e ações pequenas e de baixo custo podem tornar a gestão de resíduos sólidos da empresa eficiente, contribuindo assim para o progresso de uma usinagem mais limpa. O estudo mostra que o simples fato de separar e armazenar os resíduos de forma correta é capaz de gerar um adicional financeiro para empresa com a venda dos mesmos. O estudo ressalta ainda a importância da conscientização dos trabalhadores e colaboradores da empresa, afim de que os mesmos possam replicar essa consciência para fora do ambiente de trabalho, de modo a fazer diferença na sociedade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Resíduos Sólidos – Classificação: NBR 10004**. São Paulo, 2004. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/170/abnt-nbr10004-residuos-solidos-classificacao>. Acesso em: 25 de mar. 2022.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Sobre a ABNT. 2022**. Disponível em: <https://www.abnt.org.br/institucional/sobre>. Acesso em: 09 de abr. 2022.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Empresas Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. Disponível em: [http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama\\_abrelpe\\_2017.pdf](http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf). Acesso em: 25 de mar. 2022.

ANDRADE, Rui Otávio Bernardes de; TACHIZAWA, Takeshy; CARVALHO, Ana Barreiros de. Gestão ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável. *In: Gestão ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Makrns Books, 2002.

BÁNKUTI, Sandra Mara Schiavi; BÁNKUTI, Ferenc Istvan. Gestão ambiental e estratégia empresarial: um estudo em uma empresa de cosméticos no Brasil. **Gestão & Produção**, v. 21, n. 1, p. 171-184, 2014.

BARTHOLOMEU, Daniela Bacchi; CAIXETA-FILHO, José Vicente. **Logística ambiental de resíduos sólidos**. São Paulo: Atlas, 2011.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso: 25 de mar. 2022.

CARVALHO, Anésio Rodrigues de; OLIVEIRA, Mariá Vendramini Castrignano de. Princípios básicos do saneamento do meio. *In: Princípios básicos do saneamento do meio*. São Paulo: Senac São Paulo, 2010.

CASTRO, Alessandra Frediani Dias de. **Reaproveitamento dos resíduos de usinagem: estudo de caso na indústria automotiva**. 2010. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Materiais) -Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

DACROCE, Noeli; FUJIHARA, Hillary; BERTOLINI, Geysler. Resíduos de oficina mecânica: proposta de gerenciamento de resíduos sólidos–LP Radiadores e Baterias LTDA. **Revista da Micro e Pequena Empresa, Campo Limpo Paulista**, v. 10, n. 2, p. 97-113, 2016.

DANDOLINI, Décio Luis. **Gerenciamento ambiental de fluidos de corte em indústrias metal-mecânicas**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

GIANNETTI, Biagio; ALMEIDA, Cecília. **Ecologia industrial: conceitos, ferramentas e aplicações**. São Paulo: Blucher, 2006.

GUIMARÃES, Julio Cesar Ferro de *et al.* Produção mais limpa e sustentabilidade ambiental: estudo de caso em uma indústria de plásticos na Serra Gaúcha. *In: International Workshop Advances in Cleaner Production*, 3., 2011, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: UNIP, 2011. p. 1-9.

ITAJUBÁ. Prefeitura Itajubá. **Localização**. 2022. Disponível em: <http://www.itajuba.mg.gov.br/cidade/localizacao/>. Acesso em: 09 de abr. 2022.

KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. A questão ambiental e os resíduos industriais. *In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 25., 2005, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: ABREPO, 2005.

LAVNITCKI, Laís; BAUM, Camila Angelica; BECEGATO, Valter Antonio. Política Nacional dos Resíduos Sólidos: abordagem da problemática no Brasil e a situação na região sul. **Ambiente & Educação**, v. 23, n. 3, p. 379-401, 2018.

LEOPOLDINO, Carolina Calazans Lopes *et al.* Impactos ambientais e financeiros da implantação do gerenciamento de resíduos sólidos em um complexo siderúrgico: um estudo de caso. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 24, p. 1239-1250, 2019.

LIMA, Sidarta Ruthes; CERETTA, Paulo Sergio; DE LIMA, Michael Ruthes. Inovação na Gestão de Resíduos Recicláveis em Indústria Metalúrgica. *In: Congresso USP Controladoria e Contabilidade*, 5., 2005. São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: USP, 2005. p. 1-14.

MACHADO, Álisson Rocha *et al.* **Teoria da usinagem dos materiais**. São Paulo: Blucher, 2015.

MACHADO, Heloísa Helena *et al.* A gestão dos resíduos sólidos industriais aplicada em países desenvolvidos e em desenvolvimento. *In: Congresso Latinoamericano de Ecología Urbana*, 1., 2012. Buenos Aires. **Anais [...]**. Buenos Aires: UADER, 2012. p. 1-15.

BORGES, Rosângela Lopes *et al.* COMPOSTAGEM E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: implantação de projeto em uma escola estadual de Marzagão (GO). **Espaço em Revista**, v. 20, n. 2, p. 98-116, 2018.

PEREIRA, Eduardo Baptista *et al.* Uma abordagem econômica sobre a coleta de resíduos de usinagem industrial. **Revista InterCiência-IMES Catanduva**, v. 1, n. 5, p. 67-67, 2021.

PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2010.

RIBEIRO, Daniel Vêras; MORELLI, Márcio. **Resíduos sólidos: problema ou oportunidade?** Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

RODRIGUES, Franciele. **Diagnóstico ambiental em uma indústria metalúrgica de Imbituva-PR**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuavá, 2018.

VIMIEIRO, Gisele Vidal; LIAL, Gabriela Turra. Proposta de gerenciamento de resíduos sólidos industriais de uma empresa de médio porte fabricante de grupos geradores. *In:*

Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 19., 2020. Recife. **Anais [...]**. Recife: SILUBESA, 2020. p. 1-11.

ZAGO, Valéria Cristina Palmeira; BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. Management of solid organic waste in brazil: From legal ordinance to reality. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 24, n. 2, p. 219-228, 2019.