

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**PALOMA JUSTO ZEFERINO**

**LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
PROVENIENTES DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA INDÚSTRIA DO RAMO DE  
REVESTIMENTOS CERÂMICOS E ALTERNATIVAS PARA SEU  
REAPROVEITAMENTO**

**CRICIÚMA**

**2020**

**PALOMA JUSTO ZEFERINO**

**LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
PROVENIENTES DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA INDÚSTRIA DO RAMO DE  
REVESTIMENTOS CERÂMICOS E ALTERNATIVAS PARA SEU  
REAPROVEITAMENTO**

Trabalho de Conclusão do Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheiro Sanitarista e Ambiental no Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Sergio Bruchchen

**CRICIÚMA**

**2020**

**PALOMA JUSTO ZEFERINO**

**LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
PROVENIENTES DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA INDÚSTRIA DO RAMO DE  
REVESTIMENTOS CERÂMICOS E ALTERNATIVAS PARA SEU  
REAPROVEITAMENTO**

Trabalho de Conclusão do Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheiro Sanitarista e Ambiental no Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Sergio Bruchchen

Criciúma, 08 de dezembro de 2020.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.Me. Sergio Bruchchen (UNESC) – Orientador

---

Prof. Gustavo José DeiblerZambrano - (UNESC)

---

Prof. Milla Lucia Ferreira Guimarães - (UNESC)



**Dedico este trabalho a todos que estiveram comigo ao longo da graduação, e que tornaram esses momentos mais leves.**

### **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, a minha família, em especial a minha mãe, Carmen Lucia Hendler Justo, por toda a batalha e valores transmitidos pelo caminho. Ao meu professor, orientador e amigo, Sergio Bruchchen, por todo o auxílio prestado ao longo do desenvolvimento do trabalho e da graduação.

Ao meu supervisor de campo, Engenheiro Ambiental MainarAllgaier, pelos ensinamentos de profissão e vida passados durante o período do estágio.

A toda a equipe de meio ambiente da empresa onde o estágio foi realizado, por todos os aprendizados, risadas e parceria.

Aos professores do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da UNESC, por todos os conhecimentos compartilhados ao longo de toda a graduação.



**“A força não provém da capacidade física. Provém de uma vontade indomável.”**

**Mahatma Gandhi**

## **RESUMO**

A preocupação com a geração de resíduos sólidos é universal e com o aumento da população essa situação se agrava. Logo, uma maneira de diminuir esses índices é reduzindo a geração ou reaproveitando o que já foi gerado. Tendo em vista isso, esse trabalho vem com o intuito de levantar os custos da geração de resíduos sólidos em uma indústria do ramo cerâmico, localizada no município de Criciúma, Santa Catarina e apresentar alternativas para seu reaproveitamento. Para atender ao objetivo do presente trabalho foram realizados levantamentos dos processos produtivos utilizados na indústria cerâmica através de livros, teses e dissertações dos processos produtivos utilizados na indústria cerâmica. A partir disso, descreveram-se as entradas e saídas de cada setor da fábrica para mensuração dos custos e quantificação dos resíduos gerados, e por fim, levantadas alternativas de reaproveitamento, sendo as mesmas no próprio processo ou em demais processos produtivos utilizados na indústria cerâmica. Os resultados foram adquiridos através do levantamento de resíduos, água, energia elétrica, matéria-prima, mão-de-obra utilizados no processo, porém alguns dados não foram obtidos para corroborar com o resultado dos custos da geração de resíduos, devido à empresa privar alguns dados, estratégicos, visando à competitividade do mercado interno e externo. Além disso, foram apontados destinos ambientalmente adequados para a disposição dos resíduos.

**Palavras-chave:** Resíduos Sólidos. Reaproveitamento. Custos. Contabilidade Ambiental.

## ABSTRACTT

The concern with the generation of solid waste is universal and with the increase of the population this situation worsens. Therefore, one way to reduce these rates is to reduce the generation or to reuse what has already been generated. In view of this, this work aims to raise the costs of generating solid waste in a ceramic industry, located in the municipality of Criciúma, Santa Catarina and to present alternatives for its reuse. To meet the objective of the present work, surveys of the productive processes used in the ceramic industry were carried out through books, theses and dissertations of the production processes used in the ceramic industry. From this, the entries and exits of each sector of the factory were described to measure the costs and quantify the waste generated, and finally, alternatives for reuse were raised, being the same in the process itself or in other productive processes used in the ceramic industry. . The results were acquired through the survey of waste, water, electricity, raw material, labor used in the process, however some data were not obtained to corroborate the result of the costs of waste generation, due to the company depriving some strategic data, aiming at the competitiveness of the internal and external market. In addition, environmentally appropriate destinations for waste disposal were identified.

**Keywords:** Solid wast. Reuse. Cost. Environmental Accounting.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Produção brasileira de revestimentos cerâmicos.....	14
Figura 2 - Fluxograma do processo produtivo de revestimentos cerâmicos via seca ....	16
Figura 3 - Fluxograma do processo produtivo de revestimentos cerâmicos por via úmida .....	16
Figura 4 - Priorização de ações para o gerenciamento dos resíduos sólidos .....	21
Figura 5 - Desenvolvimento dos marcos legais.....	22
Figura 6 – Fluxograma da metodologia da pesquisa.....	34
Figura 7 - Entradas e saídas do processo produtivo .....	38
Figura 8 – Produção 2020 (kg).....	40
Figura 9 – Custos de produto químico ETE da Massa .....	43
Figura 10 - Geração de efluentes no ano de 2020 .....	44
Figura 11 - Resíduos de carvão mineral (cinza).....	45
Figura 12 - Custo do frete de carvão mineral .....	45
Figura 13 - Geração de quebras cerâmicas .....	49
Figura 14 - Geração de efluentes na estação da retífica.....	52
Figura 15 - Custo produto químico .....	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção 2020.....	39
Tabela 2 - Consumo de energia elétrica na central de massa .....	41
Tabela 3 - Geração e custo de produto químico .....	42
Tabela 4 - Geração de tortas de massa .....	44
Tabela 5 - Consumo de energia elétrica no setor de esmaltação .....	47
Tabela 6 - Consumo de energia elétrica nos fornos.....	48
Tabela 7 - Geração de quebras cerâmicas .....	48
Tabela 8 - Custos referente à britagem.....	49
Tabela 9 - Consumo de energia elétrica na retífica e polimento .....	50
Tabela 10 - Geração de efluentes e custo de produto químico .....	51
Tabela 11 - Geração de tortas.....	51
Tabela 12 - Custos do processo produtivo .....	55
Tabela 13 - Valores matriz ambiental.....	56
Tabela 14 - Matriz de valores ambientais.....	58

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
2.1 REVESTIMENTOS CERÂMICOS .....	14
2.2 PROCESSO PRODUTIVO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS.....	15
2.3 RESÍDUOS SÓLIDOS.....	17
<b>2.3.1 Panorama dos resíduos sólidos no mundo</b> .....	<b>19</b>
<b>2.3.2 Classificação</b> .....	<b>19</b>
<b>2.3.3 Legislação Vigente</b> .....	<b>20</b>
<b>2.3.4 Resíduos sólidos industriais</b> .....	<b>22</b>
2.4 REAPROVEITAMENTOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	25
<b>2.4.1 Reaproveitamento de RSI</b> .....	<b>25</b>
<b>2.4.2 Alternativas de reaproveitamento para RSI</b> .....	<b>25</b>
<b>2.4.3 Destinação final</b> .....	<b>26</b>
2.4.4.1 <i>Disposição ambientalmente adequada</i> .....	26
2.4.4.2 <i>Aterro industrial</i> .....	27
2.5 CUSTOS .....	27
<b>2.5.1 Gerenciamento de custos</b> .....	<b>28</b>
<b>2.5.2 Classificação de custos</b> .....	<b>29</b>
2.5.2.1 <i>Diretos e indiretos</i> .....	29
2.5.2.2 <i>Fixos e variáveis</i> .....	30
2.5.2.3 <i>Investimentos, despesas e perdas</i> .....	31
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>33</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO .....	35
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	<b>37</b>
4.1 APRESENTAÇÃO DE CUSTOS .....	40
<b>4.1.1 Recebimento da matéria-prima</b> .....	<b>40</b>
<b>4.1.2 Homogeneização massa</b> .....	<b>41</b>
4.1.2.1 <i>Estação de tratamento da massa</i> .....	42
<b>4.1.3 Retirada da umidade (atomizador)</b> .....	<b>44</b>
<b>4.1.4 Prensagem</b> .....	<b>46</b>

<b>4.1.5 Secador .....</b>	<b>46</b>
<b>4.1.6 Esmaltação .....</b>	<b>46</b>
<b>4.1.7 Fornos .....</b>	<b>47</b>
<b>4.1.8 Retífica e polimento .....</b>	<b>50</b>
<i>4.1.8.1 Estação de tratamento da retífica.....</i>	<i>51</i>
<b>4.1.9 Classificação e embalagem.....</b>	<b>53</b>
<b>4.1.10 Expedição .....</b>	<b>53</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>54</b>
5.1 CUSTOS .....	54
5.2 ALTERNATIVAS DE REAPROVEITAMENTO .....	56
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>60</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>62</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No decorrer dos anos, a demanda e preocupação pelas questões ambientais vêm aumentando, devido às restrições da legislação ambiental, bem como, pela conscientização mais ampla de diversos segmentos da sociedade, o que reflete a um novo comportamento por parte das indústrias. Os setores de meio ambiente atualmente estão muito voltados para o gerenciamento de resíduos e a melhor forma de diminuir a geração ou quando isso não é possível, é encontrar alternativas para reaproveitar o resíduo gerado, diminuindo custos à empresa e impactos diretos ao meio ambiente.

Tendo em vista essa preocupação, o Art. 7º, inciso II, da Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), tem como um dos objetivos a “não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.” (BRASIL, 2010).

A luz dos benefícios que a prática do reaproveitamento pode trazer às empresas e meio ambiente, o estudo apresentado no referente trabalho trata da avaliação dos custos de resíduos sólidos gerados ao longo do processo produtivo de uma unidade fabril do ramo de revestimentos cerâmicos, localizada no Extremo Sul Catarinense.

O interesse por tal tema aconteceu devido à necessidade de mensuração desse custo de produção para futura venda do resíduo ou reaproveitamento no próprio processo produtivo.

O trabalho tem como objetivo geral avaliar a geração de resíduos sólidos provenientes do processo produtivo de uma empresa do ramo de revestimentos cerâmicos, quantificar os custos desses resíduos produzidos do início ao final do processo e estabelecer alternativas de destinação para esse resíduo.

Dentre os objetivos específicos o estudo se propõe:

- Caracterizar o processo produtivo;
- Identificar a natureza dos resíduos de maior quantidade produzidos ao

longo do processo;

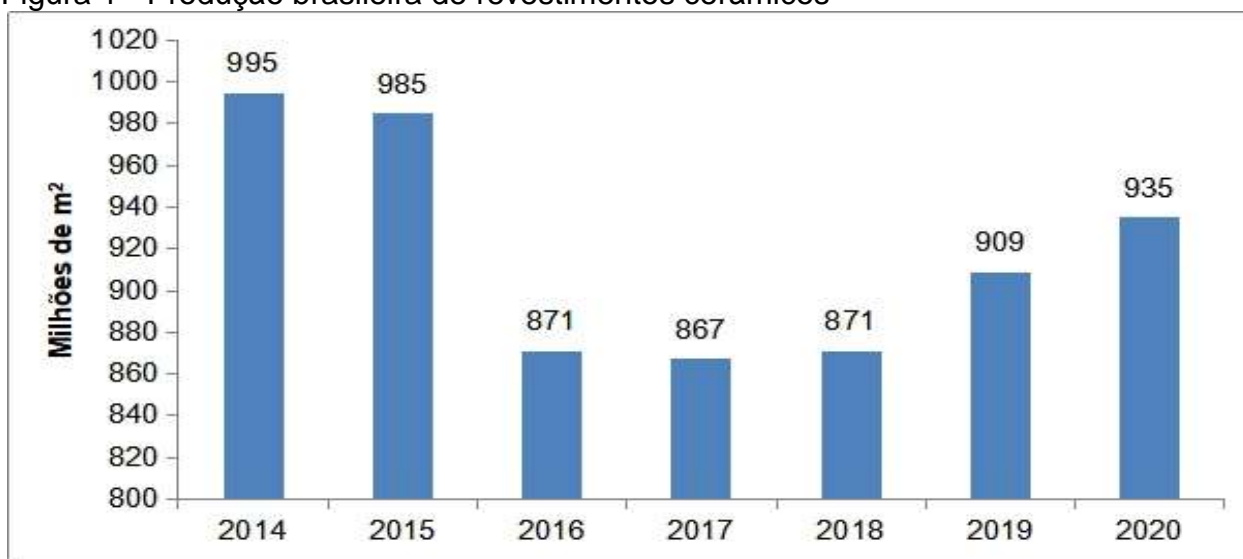
- Quantificar a geração desses resíduos;
- Definir os custos desses resíduos no final do processo;
- Apresentar alternativas de reaproveitamento.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 REVESTIMENTOS CERÂMICOS

O Brasil é um dos principais *players* do mercado mundial de revestimentos cerâmicos. Ocupa a terceira posição em produção e a segunda posição em consumo no mundo, além de ser o sexto no ranking das exportações. Em 2018, foram produzidos 871,9 milhões de metros quadrados (m<sup>2</sup>), conforme apresenta a Figura 1, para uma capacidade instalada de 1.161 milhões de metros quadrados (m<sup>2</sup>). As vendas no mercado interno atingiram 769,2 milhões de metros quadrados e 100,5 milhões foram destinados ao mercado externo (ANFACER, 2020, p. 22).

Figura 1 - Produção brasileira de revestimentos cerâmicos



Fonte: Adaptado de ANFACER, 2020.

Segundo Modesto *et al.* (2003), o setor cerâmico, em contrapartida a outros setores produtivos, utiliza basicamente matérias-primas naturais na sua formulação. Seu produto final é resultado de transformações de compostos argilominerais, como feldspatos, calcários, quartzo, entre outros. Além disso, o processo produtivo do setor

cerâmico também produz resíduos, mas traz como vantagem que grande parte dos resíduos são sólidos e podem ser manipulados e transformados.

Ainda conforme o autor, as indústrias no ramo de revestimentos cerâmicos no Brasil têm realizado ao longo dos últimos anos muitos investimentos, tendo como busca aumentar sua competitividade no mercado interno e internacional. Os investimentos realizados resultaram no aumento da produtividade e qualidade, e do ponto de vista ecológico, uma elevada quantidade de matérias-primas não renováveis é consumida por ano gerando rejeitos proporcionais ao longo do processo. A alternativa escolhida pelas indústrias para solucionar esse consumo vem sendo a adição de componentes alternativos na formulação da matéria-prima, bem como a recuperação das áreas de extração de matérias-primas naturais.

Quando se aborda o setor de revestimentos cerâmicos, percebe-se que muitas atividades podem acarretar na geração de resíduos, os quais apresentam características distintas, tais como, lodos de decantação provenientes do tratamento de efluentes líquidos, quebras cerâmicas, embalagens usadas (papel, plástico), tambores e bombonas contaminadas, entre outros. A disposição desses resíduos sólidos no solo pode contaminar o mesmo, bem como, a contaminação dos lençóis freáticos próximos, através da percolação dos poluentes presentes nesses materiais (OLIVEIRA; MAGANHA, 2006).

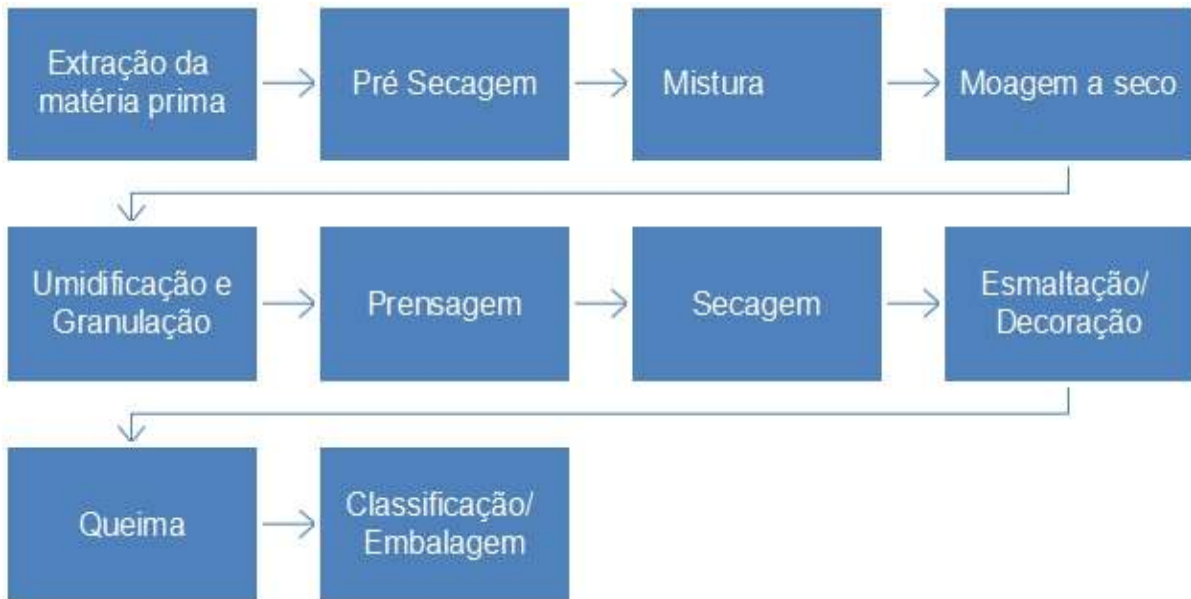
## 2.2 PROCESSO PRODUTIVO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Os processos produtivos são determinados pelo tipo de produto que se deseja obter no final do processo.

Quando se trata de revestimentos cerâmicos, os processos variam de acordo com a preparação da massa e, segundo Anfacer (2020, p. 28), “uma característica típica da produção brasileira é a utilização de dois processos distintos em seu parque industrial: Via seca e Via úmida”. Em geral, os processos ocorrem de acordo com a Figura 2 e a Figura 3.



Figura 2 - Fluxograma do processo produtivo de revestimentos cerâmicos via seca



Fonte: Adaptado de OLIVEIRA e MAGANHA (2006, p.42).

Figura 3 - Fluxograma do processo produtivo de revestimentos cerâmicos por via úmida



Fonte: Adaptado de OLIVEIRA e MAGANHA (2006, p.42).

Sendo assim, há necessidade de se estudar/analisar o processo produtivo das indústrias para conhecimento dos resíduos gerados e determinar propostas de melhorias ambientais e redução de custos.

Estima-se que no Brasil cerca de 70% dos revestimentos cerâmicos fabricados são produzidos por processo de via seca, em contrapartida, atualmente, a totalidade da produção de porcelanatos é fabricada por via úmida. Melchiades (2011) afirma que a utilização do processo por via seca para a fabricação de revestimentos cerâmicos é menos prejudicial ao meio ambiente quando comparada ao processo via úmida, pois ocorre sem a necessidade do atomizador, resultando em uma redução por volta de 40% de consumo de energia térmica, bem como a emissão de CO<sub>2</sub> dispersada no meio ambiente, e também um consumo de água menor.

Conforme Oliveira (2006, p.50), “[...] na via seca, a matéria-prima é moída a seco em moinhos de martelo ou de rolos. A mistura é, então, umedecida entre 7 e 12% do peso seco. Nesse caso, o material granulado é secado até uma umidade de 6-7%.” Ainda conforme Oliveira (2006, p.50), “[...] na via úmida, a matéria-prima é moída úmida em moinhos de bola por meio da mistura com água até um conteúdo de umidade de 42% do peso seco. Após a granulação, o material é secado até um conteúdo de umidade de 5-6%”. Desta forma, pode-se observar que o processo via úmida tem um consumo maior de água do que a via seca, bem como forma uma massa mais homogênea e otimização do tempo.

### 2.3 RESÍDUOS SÓLIDOS

Em decorrência do aumento da população humana, sua concentração em centros urbanos, e o modo de vida com base na produção e consumo elevado de bens, os problemas envolvendo resíduos sólidos têm-se avolumado nos últimos anos. De acordo com Philippi Júnior (2005, p.268), “[...] a produção de resíduos sólidos faz parte do cotidiano do ser humano. Não se pode imaginar um modo de vida que não gere resíduos sólidos”.

De acordo com Bechara (2013), a preocupação com a geração de resíduos é uma questão universal, e vem sendo discutido há décadas em esfera nacional e internacional. Além disso, com uma legislação mais firme e solidificada, novas regras de gestão integrada dos resíduos sólidos estão sendo empregadas, transformando aos poucos a realidade nacional.

A NBR 10004:2004 (2004, p. 1), que trata da classificação dos resíduos sólidos, tem por definição:

Resíduos Sólidos: Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, 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 técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

A caracterização dos resíduos sólidos é de extrema importância para se determinar o tipo de tratamento que o resíduo estará sujeito para diminuir os impactos ao meio ambiente, sendo que incide em determinar as principais características físicas e/ou químicas, qualitativa e/ou quantitativamente. A caracterização deve ser feita por profissional habilitado e, dependendo do nível de complexidade do resíduo, em laboratórios de análises, para que sejam feitos testes específicos para sua determinação (ABNT, 2004).

De acordo com Monteiro *et al.*, pode-se afirmar:

A criação de políticas ambientais nos países desenvolvidos despertou o interesse da população pela questão dos resíduos sólidos. O aumento da geração per capita de lixo, fruto do modelo de alto consumo da sociedade capitalista, começou a preocupar ambientalistas e a população, tanto pelo seu potencial poluidor, quanto pela necessidade permanente de identificação de novos sítios para aterro dos resíduos. Entre as alternativas para tratamento ou redução dos resíduos sólidos urbanos, a reciclagem é aquela que desperta o maior interesse na população. Outro aspecto relevante que deve ser considerado é que a implantação de programas de reciclagem estimula o desenvolvimento de uma maior consciência ambiental e dos princípios de cidadania por parte da população. (MONTEIRO *et al.*, 2001, p.113).

No decorrer dos anos foram adotadas inúmeras políticas de desenvolvimento industrial acelerado pelos países no mundo, mas sem a devida atenção à gestão de resíduos sólidos, gerando acumulação de um grande passivo ambiental. Em contrapartida, os resíduos também representam uma oportunidade de investimento e desenvolvimento de tecnologias para redução em sua geração e reaproveitamento (CNI, 2014).

### **2.3.1 Panorama dos resíduos sólidos no mundo**

Jardim, Yoshida e Machado Filho (2012) discorrem que atualmente, no Brasil, a problemática é a mesma tanto para resíduos urbanos quanto para os industriais, ambos apresentam predominância de resíduos não aproveitados, denominados rejeitos, os quais em sua maior parcela têm uma destinação inadequada. Os mesmos autores (2012, p.483) também afirmam que “[...] o aproveitamento de resíduos para reciclagem ou reutilização só ocorria de modo limitado e nas cadeias produtivas em que trazia resultado econômico, como sucata de ferro, aço, cobre e alumínio, papel e papelão, vidro e alguns plásticos”.

### **2.3.2 Classificação**

Segundo Barros (2012, p.26), “os resíduos sólidos podem ser classificados quanto à periculosidade, à origem e à natureza”, e define a periculosidade de um resíduo como a característica oferecida por este que, em decorrência de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, é passível de apresentar risco à saúde pública e/ou ao meio ambiente (BARROS, 2012).

Para efeitos de Legislação, a NBR 10004:2004 classifica-os em: Resíduos Classe I (Perigosos) e Classe II (Não Perigosos), que ainda podem ser divididos em: Classe II A (Não inertes) e Classe II B (Inertes).

Segundo Barros (2013, p.27), “a normativa aborda que os resíduos Classe I são aqueles que apresentam periculosidade, traduzida em riscos potenciais à saúde pública e/ou ao meio ambiente ou apresentem uma das seguintes características: corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.” Os resíduos de Classe II, divididos em Não-Inertes (Classe II A), elencados como não perigosos, são de acordo com Barros (2013, p. 27) “[...]aqueles que não se enquadram nas classificações de Resíduos Classe I (Perigosos) ou Resíduos Classe II B (Inertes), são passíveis de ter propriedades, tais como a combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água”.

E por fim, Barros (2013, p. 27) também define que os Resíduos Classe II B (Inertes) são aqueles:

[...] que submetidos a um contato estático e dinâmico com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, em conformidade com a ABNT 10006 (ABNT,2004), não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, salvo aspecto, turbidez, cor, dureza e sabor.

Quanto à origem, de acordo com Lei Federal nº 12.305/2010, Art. 13, os resíduos sólidos são classificados em:

Art. 13. Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação:

I - quanto à origem:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) 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;
- h) 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;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

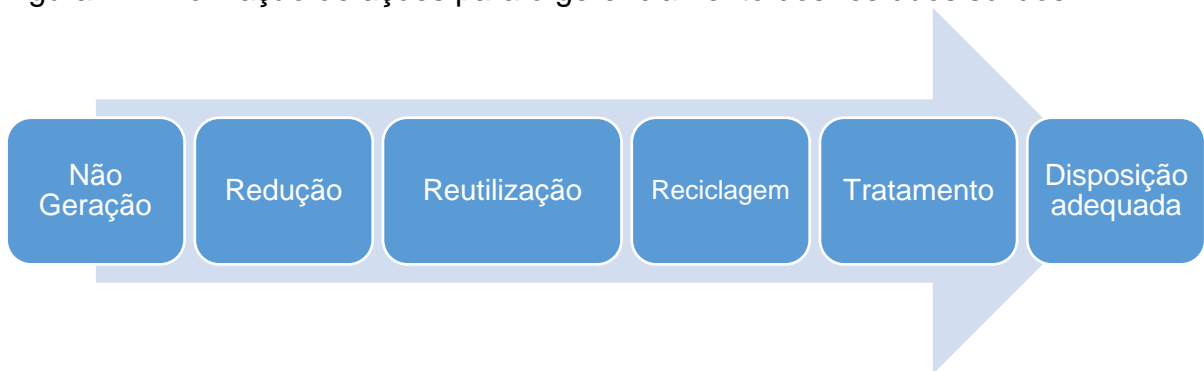
[...]

(BRASIL, 2010).

### 2.3.3 Legislação Vigente

Conforme estabelecido no Art. 9º da Lei Federal nº 12.305/2010, na gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a ordem de prioridade, a qual estabelece que o resíduo deve ser explorado em suas potencialidades e não tratado como rejeito e disposto diretamente no solo ou aterro. A ordem de prioridade pode ser visualizada na Figura 4.

Figura 4 - Priorização de ações para o gerenciamento dos resíduos sólidos



Fonte: Adaptado de BRASIL (2010).

A PNRS tem como objetivo estimular à adoção de práticas sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas, como forma de minimizar impactos ambientais, incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados (PHILIPPI JÚNIOR, 2005).

Caso as práticas sustentáveis não sejam adotadas, em termos de legislação, o Art. 14, §1º, da Lei Federal nº 6.938/1981, dispõe que “[...] é poluidor obrigado, independentemente de existência de culpa, de indenizar ou de reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade[...]” (BRASIL, 1981).

A legislação ambiental sobre resíduos sólidos no Brasil é recente, tendo seu início em 1988 com a Constituição Federal e desenvolvendo-se no decorrer dos anos, e como último marco, em 2014, o prazo para o encerramento de lixões a céu aberto. A Figura 5 apresenta o histórico das principais legislações.

Figura 5 - Desenvolvimento dos marcos legais



Fonte: PwC (2010 *apud* CNI, 2014, p.20).

Além das legislações abordadas anteriormente, tem-se a Responsabilidade Compartilhada do Ciclo de Vida do Produto, apresentando que todos os envolvidos de uma cadeia de produção, devem cumprir seu papel como responsável. Para os resíduos sólidos urbanos, o Poder Público é responsável por toda a cadeia de produção, desde a coleta até a destinação final. Aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, cabe investir em produtos que sejam aptos para reutilização e reciclagem futura, na redução de sua geração, e a disponibilização de informações que contribuam para o controle desses resíduos (CNI, 2014).

### 2.3.4 Resíduos sólidos industriais

De acordo com Barros (2012, p. 30), Resíduos Sólidos Industriais (RSI) são os “resíduos gerados nos processos produtivos e instalações industriais. Engloba uma diversidade de indústrias e processos produtivos, assim como resíduos não associados a atividade fim da indústria”.

O autor complementa ainda que os RSI são os resíduos em:

Estado sólido e semissólido que resultam da atividade industrial, incluindo-se todos provenientes das instalações de tratamento de águas residuárias, aqueles gerados em equipamentos de controle de poluição, bem como

determinados líquidos cujas particularidades tomem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam, para isso, soluções economicamente inviáveis, em face da melhor tecnologia disponível. (BARROS, 2012, p. 360).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), as primeiras empresas de destinação de resíduos surgiram nas décadas de 1980 e 1990, mas poucas apresentavam capacidade técnica e financeira para realizar o tratamento adequado dos resíduos. O setor de serviços ambientais até então era novo e não haviam empresas especializadas, pois tal situação era decorrente da ausência de exigências por parte dos órgãos fiscalizadores. De acordo com Jardim, Yoshida e Machado Filho (2012, p. 484), a consequência desse cenário é “[...] um aumento significativo de passivos ambientais, de responsabilidade pública e privada, sendo milhares de lixões municipais e depósitos inadequados de resíduos industriais.”

A partir da publicação da Lei de Crimes Ambientais (Lei Federal nº 9.605/1998), a indústria ambiental brasileira se tornou mais atrativa para investidores e surgiram empresas especializadas na destinação adequada de resíduos sólidos, bem como as indústrias começaram a adotar novos procedimentos de gerenciamento de resíduos (JARDIM; YOSHIDA; MACHADO FILHO, 2012).

O setor industrial não considera os resíduos sólidos como “lixo”, ou seja, remanescentes efetivamente não reaproveitáveis (inservíveis), mas sim, como coprodutos. As sobras dos processos são consideradas atualmente como excedentes, bem como seu não reaproveitamento no processo é caracterizado como desperdício (BRASIL, 2010).

Nas palavras de Jardim, Yoshida e Machado Filho (2012), as indústrias são responsáveis pelos resíduos gerados nos seus processos produtivos e nas suas instalações, tendo a obrigação de caracterizar, classificar, coletar, manusear, armazenar, transportar, realizar o tratamento e dispor de forma ambientalmente adequada todos os seus resíduos e rejeitos produzidos. Tendo em vista essa responsabilidade, segundo Jardim, Yoshida e Machado Filho (2012), as empresas terceirizam as atividades sobre resíduos, contratando para atividades ligadas ao gerenciamento dos mesmos, mas cabe ressaltar que as empresas geradoras ainda são



responsáveis por esse material, portanto, devem garantir que os terceiros são habilitados/licenciados e realizarão a destinação de maneira adequada.

Ayres (2018) aborda que atividades no setor de revestimentos cerâmicos exigem uma preocupação maior por parte das indústrias, desde o início do processo, ou seja, na fase de extração da matéria-prima, até o final do processo, na queima. Essa preocupação se baseia na quantidade de resíduos gerados no decorrer da fabricação dos produtos, relacionado aos resíduos gerados. Oliveira e Maganha (2006) discorrem que o reaproveitamento surge como uma alternativa para diminuir o impacto ambiental, reduzindo a extração dos recursos naturais, bem como diminuindo a emissão de poluentes na atmosfera e desmatamento.

No Brasil, uma grande parcela dos resíduos sólidos é industrial. De acordo com Philippi Júnior (2005), tais resíduos apresentam pouca relevância na sociedade, pois existem poucos dados de geração, classificação, tratamento e disposição final. As opções de destinação final são pequenas e apresentam elevado custo, principalmente para resíduos de Classe I (Perigosos) e o seu transporte necessita de inúmeras licenças e autorizações, tornando o processo custoso. Em vista disso, Jardim, Yoshida e Machado Filho (2012, p.456) expõem que “nesse cenário, o setor industrial aplica programas de gestão empresarial direcionados aos resíduos industriais, particularmente aqueles voltados à minimização da geração, reutilização e reciclagem.”

De acordo com Barros (2012), os resíduos sólidos por parte das indústrias pode acarretar passivos ambientais pontuais e também para as futuras gerações, dependendo da sua permanência no meio ambiente, tendo em vista essa problemática, a reciclagem ou reaproveitamento são fortemente consideradas como alternativa ambiental e tecnicamente possível.

Jardim, Yoshida e Machado Filho (2012, p. 469) discorrem que “[...] são várias as ações que podem ser tomadas para promover a redução da geração de resíduos industriais. Podem ser citadas melhorias tecnológicas de equipamentos, substituição de matérias-primas, treinamento de operadores de produção, dentre outros.”

Em vista disso, com o propósito de incentivar a reciclagem de RSI, de acordo com Barros (2012), os mesmos podem ser divididos em três categorias: resíduos

utilizados como matéria-prima: aquele resíduo utilizado diretamente como matéria-prima em um processo produtivo, sem ter sofrido qualquer tipo de recuperação para uso; resíduos usados como substituto do produto: material diretamente usado como substituto para um produto comercial e; por fim, resíduos de retorno para o processo produtivo: material devolvido ao processo de produção substituto de uma matéria-prima natural.

## 2.4 REAPROVEITAMENTOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com Oliveira e Maganha (2006, p. 55), “o reaproveitamento dos resíduos sólidos surge como uma busca para diminuir o impacto ambiental, reduzindo a extração dos recursos naturais não renováveis, diminuindo a emissão de poluentes na atmosfera e contribuindo para a redução do desmatamento.”

Uma política economicamente sustentável é aquela onde a redução de custos e o reaproveitamento de resíduos sólidos acontece sem prejudicar a produção, e preservando o meio ambiente (OLIVEIRA; MAGANHA, 2006).

### 2.4.1 Reaproveitamento de RSI

Ao abordar sobre reaproveitamento no setor industrial, Monteiro *et al.* (2001) afirmam que é comum proceder ao tratamento de resíduos industriais com objetivo para sua reutilização ou, pelo menos, torná-los inertes. Entretanto, os resíduos de uma indústria apresentam diversidades entre si, não existindo, assim, um processo preestabelecido, havendo sempre a necessidade de realizar uma pesquisa e o desenvolvimento de processos economicamente viáveis. Em geral, remete-se a transformação dos resíduos do setor em matéria-prima, gerando economias no processo, e diminuição dos impactos causados ao meio ambiente.

Não há processo industrial de fabricação que seja 100% eficaz e, portanto, sempre haverá geração de RSI.

### 2.4.2 Alternativas de reaproveitamento para RSI

Os resíduos industriais dependem das matérias-primas e dos processos de transformação a que são submetidos, bem como exigências legais. Barros (2012, p. 367) cita que “pode-se obter a secagem e a desidratação dos lodos de tratamento de esgotos por centrifugação, por filtração (a vácuo ou com filtros prensa de placas ou cinto, ou em leitos de secagem)”. Para tratamento de RSI, Barros (2012, p.367) menciona “oxidação, redução, neutralização, precipitação, flotação, troca iônica, osmose reversa, eletrodialise, adsorção, entre outros”. A escolha do tipo de tratamento depende do resíduo a ser tratado, as exigências ambientais e legais, bem como equipamentos e instalações adequadas.

Barros (2013, p. 202) afirma que “o gerador deve ter um programa de minimização de resíduos em suas instalações, visando à redução do volume e toxicidade.”

### **2.4.3 Destinação final**

A contaminação gerada pela disposição incorreta de resíduos sólidos é um aspecto que deve ser abordado de forma cautelosa, pois sua disposição direta no solo pode ocasionar contaminação, tanto do solo, como das águas subterrâneas e superficiais (BECHARA, 2013).

Atualmente, a preocupação com a destinação de resíduos sólidos está mais elevada, proveniente do volume gerado todos os dias, de diferentes fontes, sendo elas, indústria, comércio, atividades agrícolas, residências, construção civil, hospitais, varrição pública, entre outros (BECHARA, 2013).

Segundo Bechara (2013, p.92), “[..] não só é preciso encontrar locais adequados para acomodar essa enorme quantidade de resíduos, como é preciso enfrentar problemas mais graves, tais como a lenta decomposição de alguns resíduos e o potencial contaminador de outros”.

#### *2.4.4.1 Disposição ambientalmente adequada*

As primeiras empresas que trabalhavam com destinação de resíduos surgiram na década de 1980 e 1990, porém poucas tinham capacidade técnica e

financeira para tratar os resíduos de forma eficiente (JARDIM; YOSHIDA; MACHADO FILHO, 2012).

De acordo com Jardim, Yoshida e Machado Filho (2012, p. 475), “[...] existem várias formas de destinação ambientalmente adequada utilizadas para resíduos industriais, as principais são: coprocessamento, compostagem, incineração, neutralização, oxidação química, encapsulamento, entre outros.” A escolha do melhor tratamento está relacionada com a opção que gere menos custos, bem como menor impacto ao meio ambiente.

#### *2.4.4.2 Aterro industrial*

Segundo Bechara (2013, p.111), o aterro industrial é exclusivo para aqueles resíduos que “[...] depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentam outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada”.

## 2.5 CUSTOS

Os custos são classificados como os gastos gerados na fabricação de produtos ou na fabricação de serviços. Para Wernke (2018, p.4), em uma indústria devem ser considerados como custos “[...] matérias-primas consumidas, salários e encargos dos operários da fábrica, combustíveis, energia elétrica e água do processo, seguro do prédio, manutenção e depreciação de máquinas, dos móveis e das ferramentas utilizadas no processo.”

Para Megliorini (2007), referem-se a serviços, produtos ou mercadorias que foram entregues ou prestados aos clientes e geraram receitas, correspondem aos gastos consumidos na fábrica para a fabricação do produto, a aquisição de mercadorias e a realização de serviços.

Dutra (2017, p. 16) define custo como sendo “o valor aceito pelo comprador para adquirir um bem ou a soma de todos os valores agregados ao bem desde sua aquisição, até que ele atinja o estágio de comercialização.”

Em contabilidade industrial, o custo é definido como os gastos do período ligados direta ou indiretamente ao processo, ou seja, são materiais consumidos na produção, mão-de-obra de fabricação ou execução de serviços e todos os demais gastos gerados direta ou indiretamente na fabricação. Tem-se como exemplos: aluguéis de prédios e maquinário, depreciações em geral, combustíveis e energia elétrica consumidos na produção, e todos os demais gastos aplicados no setor produtivo da fábrica (DUTRA, 2017).

Dutra (2017, p. 19) também determina que ao se tratar de custos, “o objetivo principal e mais abrangente é determinar o custo final e global por unidade de produção para ser comparado com o preço de venda. Tal procedimento determina o lucro ou prejuízo de cada unidade dos diferentes produtos e serviços.”

### **2.5.1 Gerenciamento de custos**

Segundo Wernke (2018), valores obtidos por perdas, desperdícios e despesas que não estão ligadas diretamente a vendas e não devem ser utilizados para formação ou análise de preços, mas sim, absorvidos pela empresa, tendo em vista que o comprador não tem obrigação de pagar pelas ineficiências da empresa, quer sob o processo produtivo ou de uma estrutura administrativa inadequada.

Para Dubois (2019, p. 27), “[...] quanto aos produtos fabricados, os custos poderão ser valorizados em função de certas medidas de consumo ou ainda de forma arbitrária, como rateios ou estimativas”. A classificação é utilizada em relação aos objetos de custos, ou seja, bens e serviços produzidos pela empresa.

De acordo com Megliorini (2007, p. 3), “os custos são determinados para que se atinjam os objetivos relacionados à determinação do lucro, ao controle das operações e à tomada de decisões”. O mesmo autor aborda que o gerenciamento de custos traz como benefícios a determinação dos custos dos insumos na produção e de diversas áreas que compõem a empresa, redução de custos, controle das operações e das atividades, e também auxilia na tomada de decisões ou na solução de problemas, desperdício de material e tempo ocioso.

## 2.5.2 Classificação de custos

Para facilitar a análise de custos é importante classificar os custos em categorias, sendo elas quanto à facilidade de identificação no produto em diretos e indiretos, quando ao volume produzido no período em variáveis e fixos.

### 2.5.2.1 Diretos e indiretos

Para Megliorini (2007, p. 9), “a regra básica para essa classificação é: se for possível identificar a quantidade do elemento de custo aplicada no produto o custo será direto. Se não for possível identificar essa quantidade, o custo será indireto”.

De acordo com Dutra (2017, p. 25), custos diretos são “[...] os que podem ser apropriados diretamente a uma função de acumulação de custos, seja essa função um produto, um serviço, uma ordem de produção, um centro de custo, uma atividade, ou um órgão da empresa”.

Para Dubois (2019, p. 27), “[...] os custos podem ser apropriados de maneira objetiva aos produtos elaborados, porque há uma forma de medição clara de seu consumo durante a fabricação. Em exemplo lembra-se logo das matérias-primas que farão parte integrante do produto final”.

Por fim, Megliorini (2007) aborda que custo direto é o que foi consumida de fato, no caso da matéria-prima pela quantidade consumida, e para mão-de-obra, pela quantidade de horas de trabalho.

Por custos indiretos, Dutra (2017, p. 25) afirma que são os “[...] custos que não podem apropriar diretamente cada tipo de bem ou função de custo no momento de sua ocorrência”. O custo indireto está em várias funções, sem possibilidade de separação da parcela que está onerando cada uma das funções quando de sua aplicação (DUTRA, 2017).

Dubois (2019, p. 27) estabelece que custos indiretos são “todos os custos que necessitam de alguns cálculos para serem distribuídos aos diferentes produtos fabricados pela empresa, uma vez que são de difícil mensuração e apropriação a cada produto elaborado”. O autor cita como exemplos de custos indiretos a depreciação dos equipamentos utilizados na fabricação de produtos distintos, salários da equipe de

supervisão, aluguéis de fábrica, materiais de pequeno valor, entre outros(DUBOIS, 2019).

Meghiorini (2007, p.9) traz que custos indiretos são relacionados “[...] à apropriação de um custo ao produto que ocorre por rateio, que faz com que essa apropriação seja descaracterizada como indireta”.

#### 2.5.2.2 Fixos e variáveis

Segundo Dutra (2017, p. 31), custo fixo é aquele que:

[...] ocorre período após período sem variações ou cujas variações não são consequência de variações do volume de atividade em períodos iguais. Exemplos são aluguéis de imóveis ocupados por indústria onde o valor mensal é o mesmo em cada período, independentemente do volume produzido no período, ou a depreciação, em que o valor de cada período é sempre o mesmo, independentemente do volume produzido pelo equipamento ou bem que está sofrendo depreciação.

Podem-se citar exemplos de custos fixos, sendo eles: supervisão, impostos periódicos, energia elétrica para iluminação são outros exemplos de custos fixos (DUTRA, 2017).

Dubois (2019, p.29) determina como custos fixos, “aluguéis de fábrica, IPTU de fábrica, depreciação, seguros de fábrica, pois são valores que não apresentam variação em função do nível de produção”. Normalmente, os custos fixos são atribuídos aos produtos elaborados por meio de cálculos (rateios), pois a maioria dos custos é indireta.

Segundo Dutra (2017, p. 31), os custos variáveis são definidos como aqueles “[...] que variam em função da variação do volume de atividade, ou seja, da variação da quantidade produzida no período”. Cita-se como exemplos de custos variáveis a matéria-prima, combustíveis e energia elétrica de máquinas de produção (DUTRA, 2017).

Dubois (2019, p. 30) classifica custos variáveis como “aqueles cujos valores se alteram em função do volume produzido, tais como: matérias-primas consumidas, horas extras na produção, mão de obra direta”. Ainda para Dubois (2019, p.30), “custo

total é o resultado do somatório dos custos fixos e variáveis da empresa ou dos custos diretos mais os custos indiretos de fabricação”.

### 2.5.2.3 *Investimentos, despesas e perdas*

Nem sempre os gastos são considerados custos, alguns deles são tratados como despesas, outros, como investimentos.

De acordo com Megliorini (2007, p. 4),

Uma empresa industrial incorre diariamente em uma série de gastos para realizar suas atividades administrativas, fabris e comerciais, tais como a compra de matéria-prima para a fabricação de seus produtos, a aquisição de material de escritório, o pagamento de taxas e impostos, a manutenção de bens patrimoniais, a folha de pagamento, etc. Os custos, nas empresas industriais, correspondem aos gastos relativos à fabricação dos produtos, as despesas referem-se aos gastos relacionados à administração da empresa e à geração de receita.

Dutra (2017, p. 16) estabelece que despesa é “[...] a parcela do gasto que ocorre desligada das atividades de elaboração dos bens e serviços. São os gastos incorridos durante as operações de comercialização”.

Para Dutra (2017, p. 19),

As despesas são os gastos consumidos em função das receitas obtidas, mas não ligadas à produção. Por exemplo: aluguéis de prédios e veículos administrativos, depreciações de móveis e utensílios, veículos, prédios e instalações administrativas e comerciais, energia elétrica dos prédios administrativos, combustíveis de veículos administrativos, embalagens de expedição, honorários e salários do pessoal dos órgãos comerciais e administrativos, enfim, todos os gastos ocorridos no período e não ligados às atividades industriais e de prestação de serviços.

Aborda-se perda como sendo um gasto fora do programado, ou seja, involuntário e ocorre sem intenção de receita. O gasto com matéria-prima excedente no processo produtivo, embora não faça parte do produto final, é considerado custo, pois trata-se de um esforço utilizado com o objetivo de alcançar rendimentos, ao contrário de itens como matérias-primas e outros itens perdidos por acidentes, como inundações e incêndios que constituem perda e não custo (DUTRA, 2017).



De acordo com Dutra (2017, p.16), “investimento é um gasto em função de vida útil e de geração de benefícios futuros”. Pode-se citar como exemplo na indústria a matéria-prima, onde é definida para o vendedor como receita no ato da venda, e como gasto para o comprador, um desembolso no pagamento, um custo na sua aplicação na produção, e uma despesa no ato da venda do produto final que ele faz parte (DUTRA, 2017).

Wernke (2018, p. 3) classifica como investimento os “[...] gastos efetuados na aquisição de ativos com a perspectiva de gerar benefícios econômicos futuros. Contudo, os gastos efetuados com o manuseio de máquina e o consumo dos estoques de matéria-prima devem ser enquadrados como custos”.

Megliorini (2007) aborda que investimentos são a parcela de gastos registradas ativamente na empresa, podendo se referir à compra de matéria-prima, mercadorias para a revenda e materiais diversos, ou até mesmo a aquisição de ações de outras empresas.

Para Bornia (2010), gastos sobre atividades que não agregam valor e geram perda de tempo e dinheiro aos produtos ou serviços são chamados de desperdícios, se trata de custos e despesas utilizadas de forma ineficiente. Pode-se citar como exemplos em indústrias a produção de itens com defeito, utilização de equipamentos e matérias-primas dispensáveis.

Ao falar-se de despesas, o conceito abrange o valor despendido voluntariamente com bens ou serviços utilizados para obter receitas. Wernke (2018, p.4) discute que esse conceito é utilizado para “[...] identificar, no caso de uma fábrica, os gastos não relacionados com a produção, mas que são necessários ao funcionamento da organização”. O mesmo autor cita, por exemplo, de despesas, gastos com aluguel, salários da administração e energia elétrica (despesas administrativas), gastos com juros e despesas de vendas (WERNKE, 2018).

Para Megliorini (2007, p. 7), “[...] as despesas correspondem à parcela dos gastos consumida para administrar a empresa e realizar as vendas, isto é, para gerar a receita. São representadas pelas despesas administrativas e pelas despesas de vendas”.

### 3 METODOLOGIA

O estudo em questão foi desenvolvido com o intuito de determinar o custo da geração de resíduos sólidos ao longo do processo produtivo de uma unidade fabril no ramo de revestimentos cerâmicos, a qual está localizada em Criciúma, no Extremo Sul de Santa Catarina, abordando a tratativa de reutilização/reaproveitamento dos resíduos sólidos, sendo eles, lodos e quebrascerâmicas<sup>1</sup>geradas ao longo do processo produtivo, Após a mensuração dos resíduos, apresentam-se alternativas de reaproveitamento viáveis.

Inicialmente, foi necessário realizar uma abordagem dos processos produtivos utilizados na unidade fabril. Através desta, foi possível elaborar a coleta de dados e realizar a mensuração dos custos sobre os setores.

A Figura 6apresenta o fluxograma de como foi realizada a metodologia da pesquisa, onde primeiramente realizou-se as caracterizações do processo produtivo na fábrica, a partir de livros e artigos, além de estudo *in loco*. Isso se faz necessário para a identificação dos resíduos gerados nas linhas produtivas. O próximo passo foia quantificação dos resíduos, através de planilhas de controle dosManifestos de Transportes de Resíduos (MTR), onde se quantificou a produção em quilogramas de lodos e quebras para posterior definição dos custos em unidade monetária. Seu levantamento se deu a partir de dados de consumo de energia, água, insumos, mão-de-obra, entre outros.

Por fim, com o valor estimado dos resíduos, foram propostas alternativas de reaproveitamento, na qual estarão incluídas empresas e instituições que consigam reutilizar o resíduo de forma ambientalmente adequada, cujo levantamento foi feito através de uma matriz ambiental, na qual estão pontuados os benefícios que cada tipo de reaproveitamento pode gerar.

---

<sup>1</sup>Quebras cerâmicas são aquelas peças que apresentam alguma trinca, defeito ou imperfeição.

Figura 6 – Fluxograma da metodologia da pesquisa



Fonte: A autora, 2020.

O método de pesquisa descrito ao longo desse estudo foi de caráter aplicado, onde “[...] objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais.” (GIL, 1991, p. 49). Pode-se caracterizar a pesquisa quanto à forma de abordagem como quantitativa.

O método quantitativo, conforme o próprio nome sugere, tem como principal característica a utilização da quantificação, seja nas modalidades de coleta de informações ou no tratamento das mesmas. Isso é realizado por meio de técnicas estatísticas, desde as mais simples - como, por exemplo, percentual, média, desvio-padrão - até as mais complexas, como coeficiente de correlação, análise de regressão, análises multivariadas, entre outras (PEREIRA, 2016, p.86).

Por fim, define-se a pesquisa quanto aos objetivos como explicativa, esse é um tipo de pesquisa mais complexo, de acordo com Andrade (2012, p. 79), “[...] a pesquisa tem por objetivo aprofundar o conhecimento da realidade, procurando a razão, o “porquê” das coisas, por isso mesmo, está mais sujeita a cometer erros. Contudo, pode-se afirmar que os resultados fundamentam o conhecimento científico.”

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo tem como início o recebimento da matéria-prima (argila, caulim, quartzo, feldspato, talco), a qual é terceirizada e proveniente de empresas mineradoras parceiras na Região Sul de Santa Catarina. O material recebido é descarregado nos silos, para posterior mistura e formulação da massa.

As matérias-primas misturadas são descarregadas nos moinhos de bola para adição de água e homogeneização, formando, assim, a barbotina. Posteriormente, a barbotina é bombeada para o atomizador aquecido a 400°C para retirada da umidade. Após essa “secagem”, tem-se o pó atomizado, que constituirá a massa cerâmica (biscoito).

A etapa seguinte é a transferência do pó atomizado para a prensa, onde será moldado para a forma de uma peça cerâmica, e encaminhada para a

secagem para a retirada do restante da umidade, de 7 para 1%, a qual fornece resistência para a peça.

Em seguida, a peça recebe a decoração no setor de esmaltação de acordo com a definição da programação, onde a produção desse esmalte acontece no setor de SET (esmalte e tintas). Após a decoração, a peça (porcelanato ou azulejo) segue para o forno, onde se processa a queima, a temperatura varia ao longo da linha, chegando ao final com 70°C. Nesse setor ocorre também o reaproveitamento energético, onde o calor gerado não se perde, mas sim retorna para o processo no setor de secagem, reduzindo, assim, os custos com energia elétrica.

Após a passagem pelo forno, as peças são direcionadas para a classificação, sendo retirada e descartada, caso apresente aspecto e condições físicas fora dos padrões estabelecidos na linha (peças trincadas, quebradas, ou com algum desgaste na sua superfície). As peças que mantiverem a qualidade seguem para o polimento, onde terão sua superfície polida para retirar qualquer imperfeição da estrutura.

O processo posterior ocorre nas retíficas, onde são retiradas as “bordas” da peça e padronização da linha. Após, as peças são classificadas novamente e embaladas de acordo com a sua classificação, sendo elas, A, B, C, D ou E, essa classificação depende da qualidade da peça, sendo “A” a de maior qualidade, e “E” a de menor.

Por fim, as peças já embaladas e classificadas são enviadas para a expedição, onde entram no estoque para comercialização.

#### 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

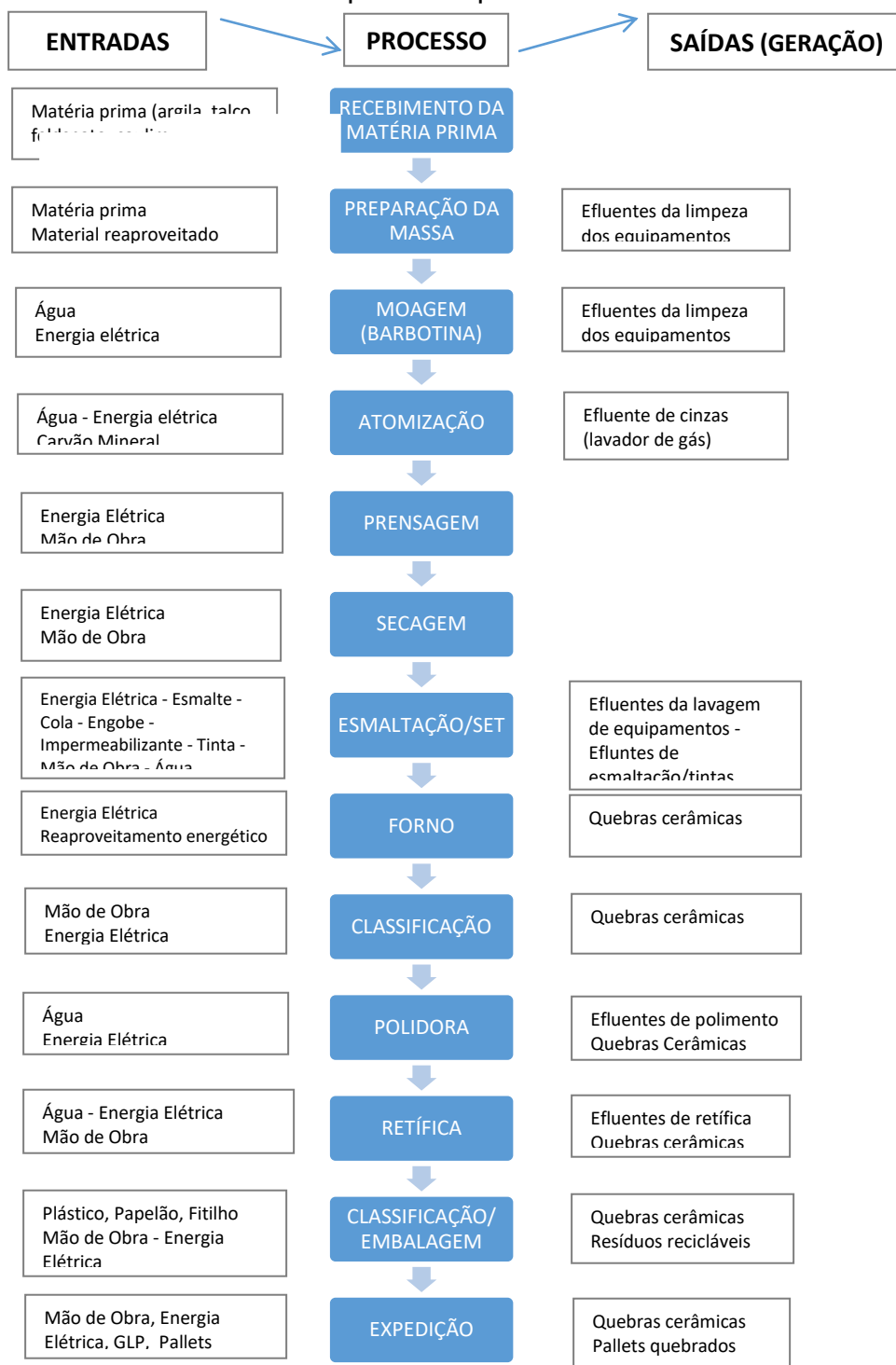
De acordo com os dados levantados através de planilhas e controles da empresa, foi desenvolvido um esquema de entradas e saídas do processo (Figura 7), onde pode-se definir os custos gerados em todo o processo produtivo da indústria cerâmica em questão. Em todos os setores, têm-se entradas de algum tipo de produto ou serviço, seja matéria-prima, insumos, energia elétrica, água, mão-de-obra, entre outros. Esse produto ou serviço é agregado no custo da peça, e participante da geração do produto final, nesse caso o porcelanato ou azulejo.

Além das entradas, têm-se também as saídas, que são aquelas geradas depois que a peça passa por cada setor e essa saída pode ser efluente que é gerado com a utilização da água ou, em alguns setores, a geração de quebras cerâmicas, as quais acontecem devido à resistência baixa da peça.

Com esses dados de entradas e saídas, pode-se ter uma estimativa melhor do consumo e da geração de resíduos de cada setor da fábrica. Alguns setores não possuem saída, devido a não geração de resíduos, ou os que são gerados podem ser reaproveitados na fábrica em sua totalidade, sem precisar passar por qualquer processo adicional. Todos os setores possuem entradas de alguma natureza.

No decorrer do projeto são descritas as gerações de cada setor e demonstrado seu custo estimado, de acordo com as informações que foram disponibilizadas durante o levantamento de dados.

Figura 7 - Entradas e saídas do processo produtivo



Fonte: A autora, 2020.

No processo produtivo, a produção das peças é monitorada por metros quadrados e por quilograma. Porém, nesse caso específico, para fins do projeto e adequação de unidades, os dados utilizados foram convertidos em quilogramas, por ser condizente com o restante dos dados obtidos.

Na Tabela 1, tem-se a apresentação da produção mensal ao longo do ano de 2020. A Figura 8, projeta a geração em quilogramas, demonstrando que a produção não é fixa, variando de acordo com a demanda do mercado interno e externo. Os meses que apresentaram queda de produção foram os meses da pandemia (gerada pela Covid-19 no início de 2020, que atingiu o Brasil em março de 2020), justamente devido à instabilidade do mercado e a paralisação da construção civil.

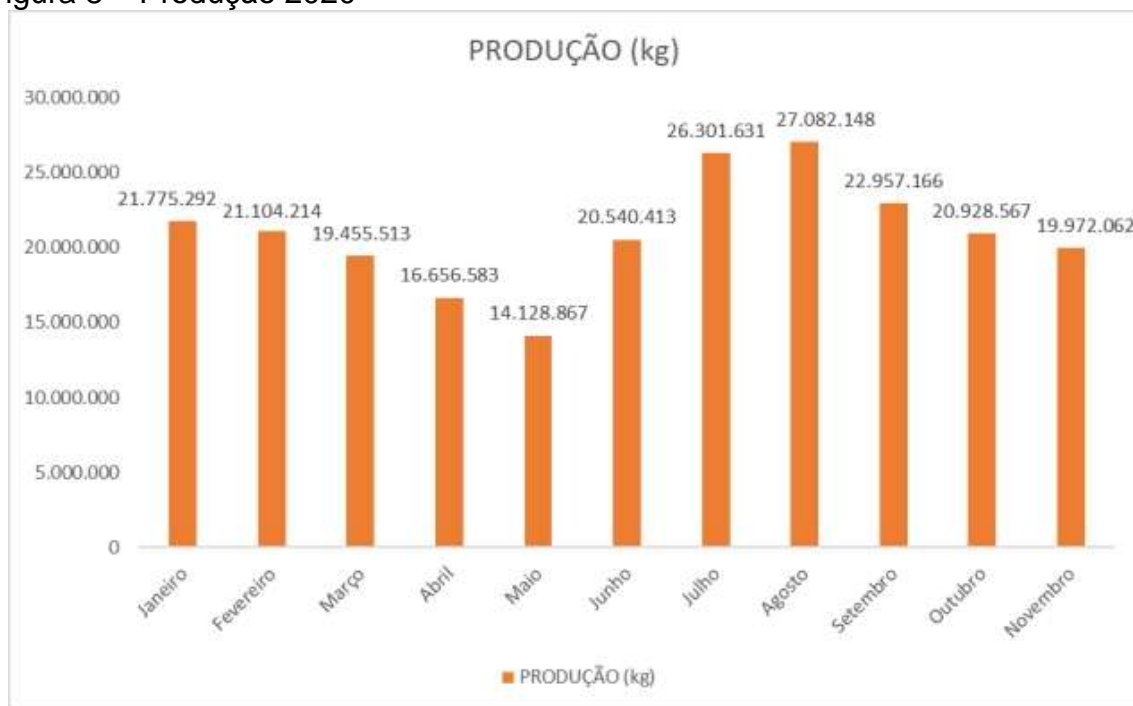
Tabela 1 - Produção 2020

<b>MESES</b>	<b>PRODUÇÃO (m<sup>2</sup>)</b>	<b>PRODUÇÃO (kg)</b>
Janeiro	1.074.355	21.775.292
Fevereiro	1.004.963	21.104.214
Março	944.153	19.455.513
Abril	764.712	16.656.583
Maio	672.384	14.128.867
Junho	891.136	20.540.413
Julho	1.196.555	26.301.631
Agosto	1.231.007	27.082.148
Setembro	1.076.868	22.957.166
Outubro	1.174.272	20.928.567
Novembro	1.120.432	19.972.062

Fonte: A autora, 2020.



Figura 8 – Produção 2020



Fonte: A autora, 2020.

#### 4.1 APRESENTAÇÃO DE CUSTOS

A apresentação dos custos foi abordada por setor, descrevendo o que é utilizado nas entradas de processo e o que está sendo gerado na saída (resíduos).

##### 4.1.1 Recebimento da matéria-prima

As matérias-primas utilizadas na composição da massa são argila, talco, feldspato, caulim, entre outras. Na tratativa de custos, a matéria-prima foi incluída como um custo direto de produção. No caso da empresa descrita nesse trabalho, os produtos primários são provenientes de empresas terceirizadas, porém os valores como frete e materiais não foram autorizados para utilização neste trabalho, por se tratar de elementos estratégicos essenciais de competitividade no mercado.

#### 4.1.2 Homogeneização massa

A homogeneização da massa é realizada através de moinhos de bolas, os quais fazem a mistura dos materiais e adição de água para formulação da barbotina. Os lodos gerados nesse setor são direcionados para a estação de tratamento da massa, onde é feito o tratamento físico-químico e posterior retirada da umidade no filtro prensa. Após a retirada da água, é obtido a torta de massa, que é direcionada para reaproveitamento. Já a água que foi retirada volta para recirculação no processo produtivo, para ser reutilizada no setor, configurando o circuito fechado.

Na homogeneização da massa também ocorre a entrada das quebras cerâmicas que voltaram da britagem para reaproveitamento, sendo que a quantidade utilizada depende do tipo de material (peça) produzido, mas está na faixa de 10-15% de quebras, a qual reduz o custo com a utilização de matéria-prima e a quantidade reaproveitada na formulação é diretamente relacionada com a resistência da peça a ser produzida.

O consumo de energia elétrica ocorre principalmente nos moinhos de bolas, utilizados para homogeneizar as matérias-primas e posterior formação da barbotina. A energia é direcionada para o bombeamento da água e utilizada no lavador de gás, entre outras distribuições ao longo do setor. O consumo de energia em 2020 está descrito na Tabela 2 abaixo, sendo a taxa de R\$0,35 proveniente do mercado livre de energia, onde se consegue um valor mais acessível para indústrias. Pode-se observar que o consumo está mantido ao longo do ano de 2020, tendo pouca queda nos meses de março a agosto.

Tabela 2 - Consumo de energia elétrica na central de massa

MESES	CONSUMO (KW/H)	KW/H (R\$)	CUSTO (R\$/ KW/H)
Janeiro	2.636.675	0,35	922.836,25
Fevereiro	2.436.540	0,35	852.789,00
Março	2.546.879	0,35	891.407,65
Abril	2.478.093	0,35	867.332,55
Maiο	2.304.801	0,35	806.680,35
Junho	2.328.804	0,35	815.081,40
Julho	2.503.021	0,35	876.057,35

MESES	CONSUMO (KW/H)	KW/H (R\$)	CUSTO (R\$/ KW/H)
Agosto	2.678.902	0,35	937.615,70
Setembro	2.803.716	0,35	981.300,60
Outubro	2.881.806	0,35	1.008.632,10
Novembro	2.750.097	0,35	962.534,17

Fonte: A autora, 2020.

#### 4.1.2.1 Estação de tratamento da massa

A estação de tratamento da massa é para onde se direciona o lodo gerado na central de massa através de bombeamento, onde o mesmo passa por processo físico-químico e, posteriormente, para retirada da umidade, propiciando a formação da torta. A Tabela 3 apresenta o custo com produto químico utilizado no tratamento, gerando um custo por metro cúbico. A necessidade desse custo, proveniente do desembolso para a otimização do tratamento do lodo, é que torna o processo eficiente, e proporciona uma água limpa para retornar ao processo. Se não houvesse as medidas adequadas para tratar o lodo na estação de tratamento, a água voltaria suja para o processo, causando imperfeições na peça, entre elas, arranhados, gerando o descarte futuro da peça ou classificação baixa.

Tabela 3 - Geração e custo de produto químico

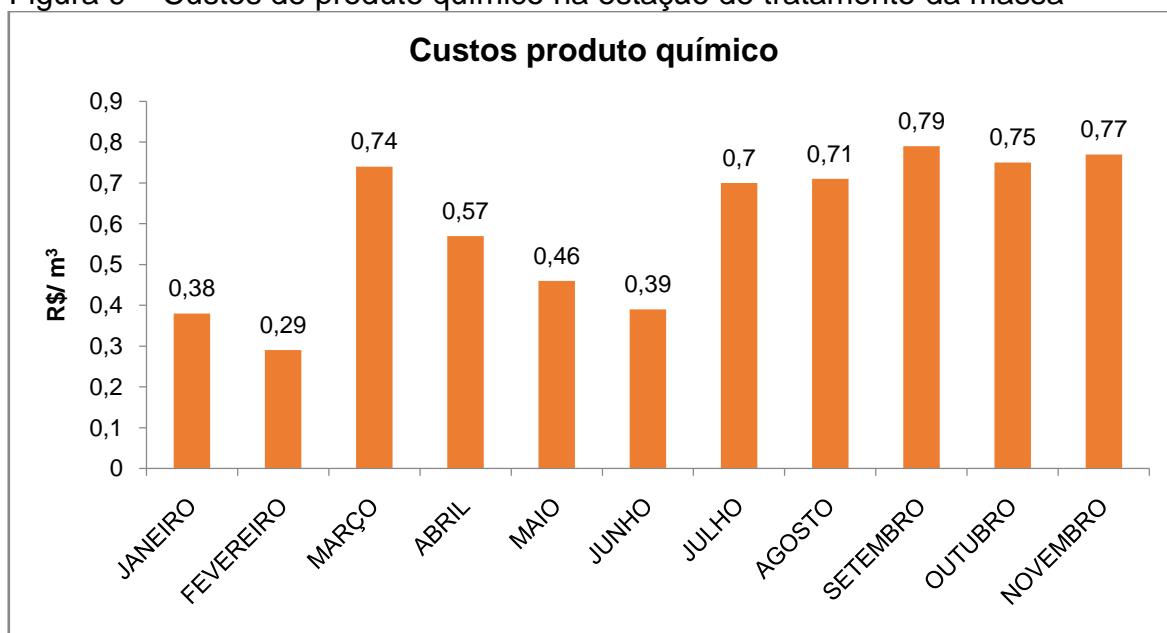
MÊSES	VALOR (R\$)	R\$/m <sup>3</sup>
Janeiro	19.046,90	0,38
Fevereiro	11.718,98	0,29
Março	20.421,60	0,74
Abril	19.357,22	0,57
Maio	10.480,56	0,46
Junho	15.467,57	0,39
Julho	27.057,27	0,70
Agosto	27.709,48	0,71
Setembro	24.678,40	0,79
Outubro	20.822,40	0,75
Novembro	21.166,54	0,77
<b>Total</b>	<b>217.926,92</b>	<b>-</b>
<b>Média</b>	<b>20.421,60</b>	<b>0,70</b>

Fonte: A autora, 2020.

O custo com produto químico varia de acordo com o efluente gerado e algumas variações são determinadas pela forma que a estação de tratamento é conduzida pelos operadores, podendo consumir produto além do necessário.

A Figura 9a seguir, demonstra a Tabela 3, onde pode-se observar de forma comparativa as oscilações da utilização de produto químico ao longo do ano de 2020.

Figura 9 – Custos de produto químico na estação de tratamento da massa



Fonte: A autora, 2020.

As estações de tratamento de produto químico operam com filtro prensa, o qual retira a umidade do lodo, formando a torta de massa que será destinada para reaproveitamento. A umidade que o filtro retira depende da qualidade do tratamento, oscilando de acordo com os parâmetros que a estação está operando, com a umidade retirada em média de 23%.

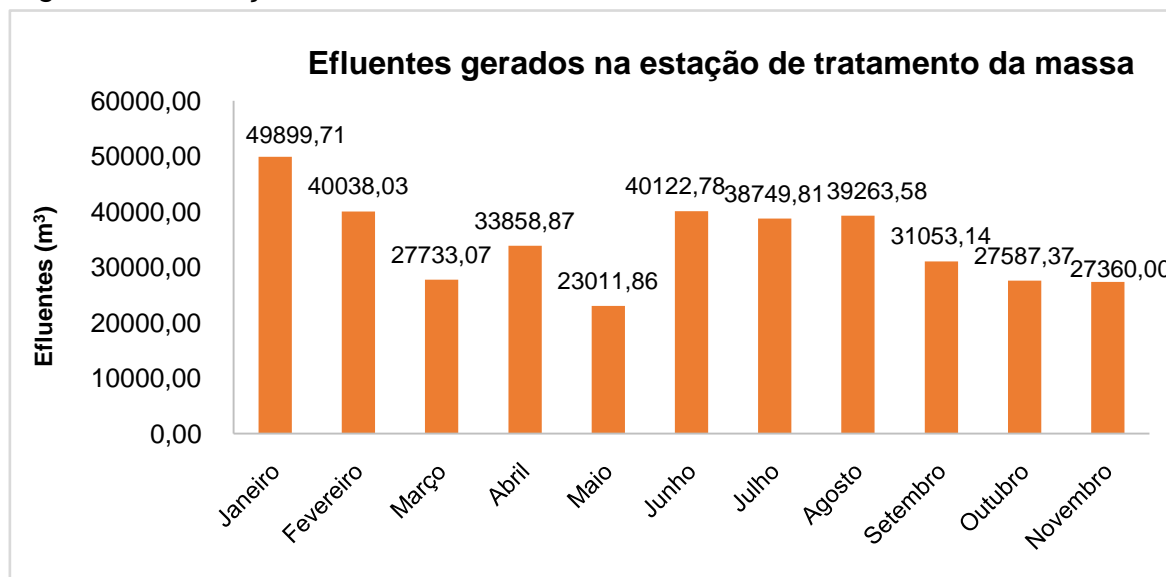
A geração de tortas está descrita na Tabela 4abaixo, e a Figura 10 demonstra uma relação comparativa de geração de efluentes que chegam na estação ao longo do ano.

Tabela 4 - Geração de tortas de massa

MESES	EFLUENTE GERADO (m <sup>3</sup> )	UMIDADE (%)	TORTAS DE MASSA (m <sup>3</sup> )
Janeiro	49900	23	11477
Fevereiro	40038	23	9209
Março	27733	23	6378
Abril	33859	23	7787
Maio	23012	23	5293
Junho	40123	23	9229
Julho	38750	23	8912
Agosto	39264	23	9030
Setembro	31053	23	7142
Outubro	27587	23	6344
Novembro	27360	23	6292
<b>Média</b>	<b>34425</b>	<b>23</b>	<b>7545</b>
<b>Soma</b>	<b>378.678</b>	<b>-</b>	<b>77734</b>

Fonte: A autora, 2020.

Figura 10 - Geração de efluentes no ano de 2020



Fonte: A autora, 2020.

#### 4.1.3 Retirada da umidade (atomizador)

O atomizador utilizado para a secagem da barbotina é aquecido devido à queima de carvão mineral, que produz cinzas na sua queima, a qual tem sua quantidade gerada apresentada na Figura 11. A cinza gerada é transportada para

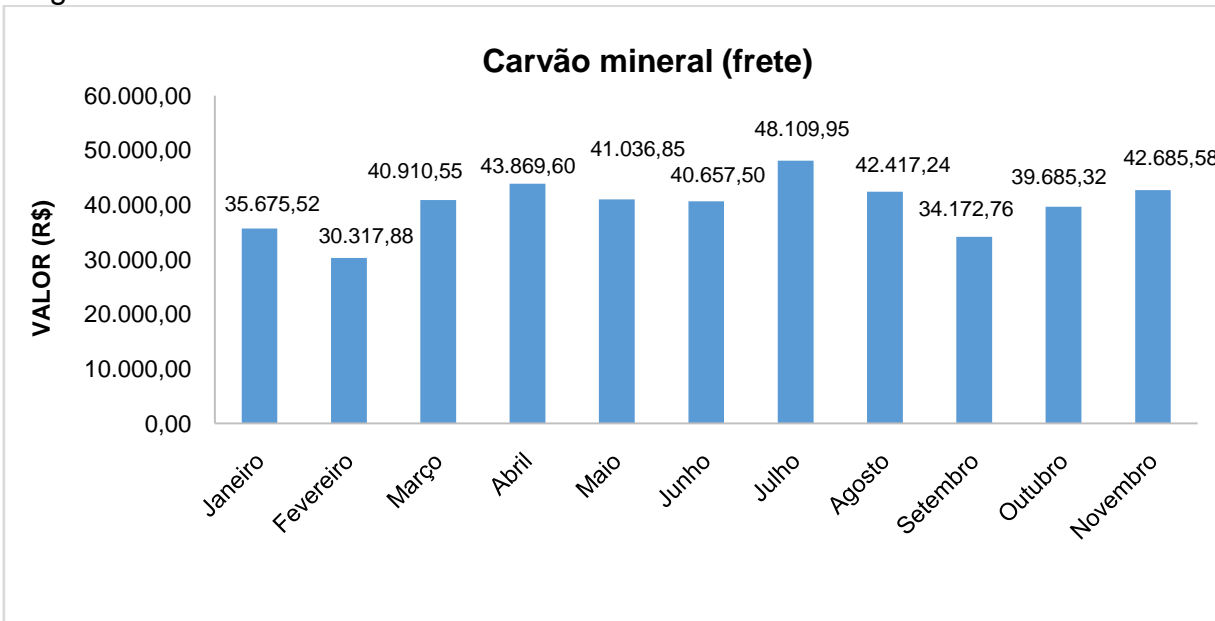
posterior reaproveitamento. O custo de frete está descrito na Figura 12.

Figura 11 - Resíduos de carvão mineral (cinza)



Fonte: A autora, 2020.

Figura 12 - Custo do frete de carvão mineral



Fonte: A autora, 2020.

O lodo gerado nos lavadores de gás, os quais retiram os poluentes que iriam para a atmosfera, são destinados para a estação de tratamento da cinza,

onde passa por um processo físico-químico. Após a decantação, a água clarificada retorna ao processo e o sólido é destinado para uma empresa cimenteira localizada nos limites da propriedade, onde será “secado” (retirado a umidade) e transportado para a matriz da indústria cimenteira, sendo utilizado como insumo reaproveitado na formulação do cimento.

Em vista disso, todo o lodo gerado nessa estação de tratamento já tem destino estabelecido, onde não serão apresentadas alternativas de reaproveitamento, pois se tem um contrato de longo prazo com a empresa terceirizada.

#### **4.1.4 Prensagem**

No setor de prensa, há filtros de mangas, os quais são utilizados para remover poluentes sólidos dos gases industriais por meio de filtros, para retenção dos materiais particulados presentes no ar. Portanto, as partículas retidas nos filtros retornam para o processo, não ocorrendo perdas.

#### **4.1.5 Secador**

Neste setor, não existem perdas, nem custo com energia, pois o calor do forno é reaproveitado para fazer a secagem das peças.

#### **4.1.6 Esmaltação**

Tendo em vista que os preços de aquisição das matérias-primas, que fazem parte da formulação da massa, juntamente com os valores dos preços de aquisição dos esmaltes, e com a consideração que tais elementos são essenciais no gerenciamento de custos, até para manter a competitividade em um mercado, que sempre está em alta e os clientes são exigentes, a empresa, objeto desse trabalho de conclusão de curso, não autorizou a liberação/ utilização desses valores, considerados essenciais no referido gerenciamento.

O setor tem uma grande entrada de água no seu processo, utilizada em circuito fechado, ou seja, é utilizada, tratada e retorna para o processo. Os gastos com energia elétrica para o bombeamento já está incluído no consumo do setor. As perdas por evaporação são repostas com a captação da água de poços artesianos e lagoa no terreno da empresa.

Na Tabela 5 estão apresentados os custos com energia elétrica do setor, sendo que os valores tiveram um aumento ao longo do ano. Tal acréscimo pode ser proveniente do tipo de peças produzidas, ou seja, peças mais decoradas, as quais geram um maior custo ao setor.

Tabela 5 - Consumo de energia elétrica no setor de esmaltação

MESES	CONSUMO (KW/H)	KW/H (R\$)	CUSTO (R\$/ KW/H)
Janeiro	372.312	0,35	130.309,20
Fevereiro	372.312	0,35	130.309,20
Março	385.864	0,35	135.052,40
Abril	376.854	0,35	131.898,90
Maiο	425.090	0,35	148.781,50
Junho	436.401	0,35	152.740,35
Julho	567.987	0,35	198.795,45
Agosto	704.507	0,35	246.577,45
Setembro	725.702	0,35	253.995,70
Outubro	729.756	0,35	255.414,60
Novembro	696.402	0,35	243.740,73

Fonte: A autora, 2020.

#### 4.1.7 Fornos

Nos fornos o consumo de energia elétrica é para a operação do forno, onde a peça entra no início do forno e é transportada até o final através de rolos refratários. A Tabela 6 abaixo descreve esse custo, podendo-se observar um aumento ao longo dos meses. Esse acréscimo ocorre, pois alguns fornos estavam desativados durante o período da pandemia (Covid-19) e voltaram a funcionamento a partir de julho.



Tabela 6 - Consumo de energia elétrica nos fornos

MESES	CONSUMO (KW/H)	KW/H (R\$)	CUSTO (R\$/ KW/H)
Janeiro	1.948.578	0,35	682.002,30
Fevereiro	1.620.088	0,35	567.030,80
Março	1.821.788	0,35	637.625,89
Abril	1.745.945	0,35	611.080,75
Maio	1.617.994	0,35	566.297,90
Junho	2.100.493	0,35	735.172,55
Julho	2.234.768	0,35	782.168,80
Agosto	2.421.796	0,35	847.628,60
Setembro	2.426.567	0,35	849.298,45
Outubro	2.589.094	0,35	906.182,90
Novembro	2.470.761	0,35	864.766,47

Fonte: A autora, 2020.

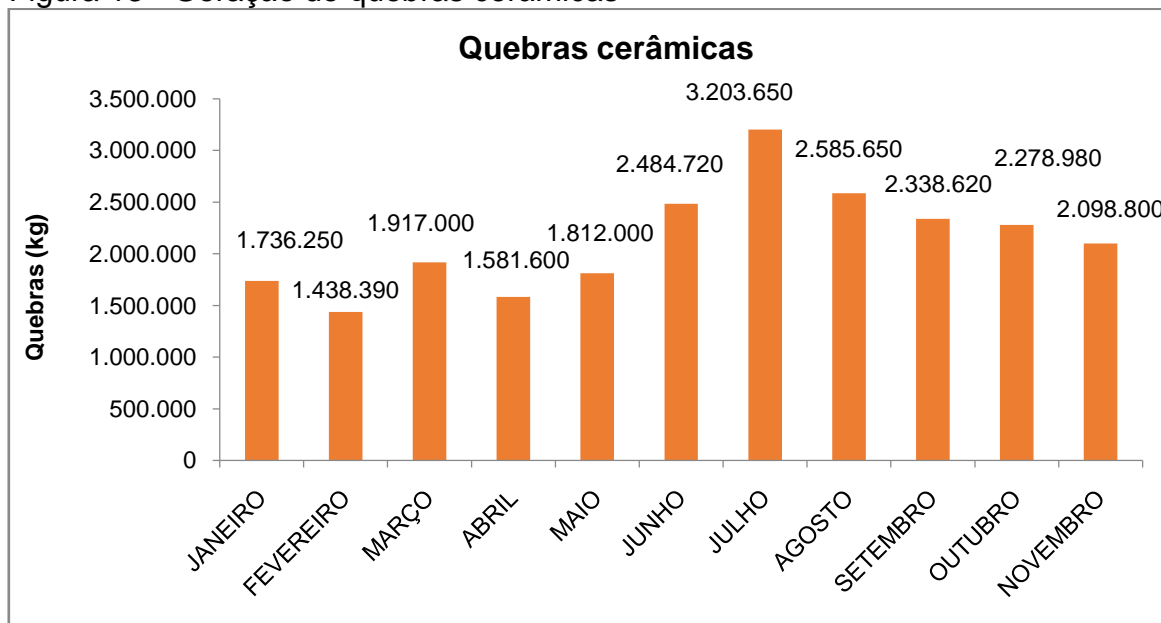
Nesse setor ocorrem as perdas com quebras cerâmicas, podendo as mesmas serem trincadas, quebradas ou com algum defeito visual que configura como quebra e parte para reaproveitamento. A Tabela 7 demonstra a geração de quebras cerâmicas ao longo do ano de 2020, e a Figura 13 apresenta gráfico comparativo dessa geração.

Tabela 7 - Geração de quebras cerâmicas

MESES	QUEBRAS CERÂMICAS (kg)
Janeiro	1.736.250
Fevereiro	1.438.390
Março	1.917.000
Abril	1.581.600
Maio	1.812.000
Junho	2.484.720
Julho	3.203.650
Agosto	2.585.650
Setembro	2.338.620
Outubro	2.278.980
Novembro	2.098.800
<b>Total</b>	<b>23.475.660</b>
<b>Média</b>	<b>2.134.151</b>

Fonte: A autora, 2020.

Figura 13 - Geração de quebras cerâmicas



Fonte: A autora, 2020.

A geração de quebras cerâmicas também apresentou redução nos meses de abril e maio, de acordo com a baixa da produção, mas já restabeleceu nos meses de junho em diante.

Enquanto isso, a Tabela 8 descreve o custo para britagem das peças quebradas para posterior retorno e reutilização na formulação da massa cerâmica, sendo essa britagem realizada em empresa terceirizada.

Tabela 8 - Custos referente à britagem

MESES	VALOR (R\$)
Janeiro	3.847,45
Fevereiro	3.414,35
Março	1.161,21
Abril	1.748,05
Maio	1.542,83
Junho	1.307,40
Julho	5.136,51
Agosto	1.241,35
Setembro	1.167,71
Outubro	1.156,25
Novembro	1.259,48

Fonte: A autora, 2020.

#### 4.1.8 Retífica e polimento

Nos setores de retífica e polimento, é utilizada água em grandes volumes, sendo que a mesma é proveniente de poços artesianos e lagoa. A maior quantidade da água é reaproveitada através de circuito fechado, porém existem perdas com evaporação, as quais são supridas com a captação inicial (poços artesianos e lagoa).

A energia elétrica é utilizada para retificar e polir a peça, com os seguintes valores estabelecidos na Tabela 9 abaixo.

Tabela 9 - Consumo de energia elétrica na retífica e polimento

MESES	CONSUMO (KW/H)	KW/H (R\$)	CUSTO (R\$/ KW/H)
Janeiro	372.312	0,35	130.309,20
Fevereiro	372.312	0,35	130.309,20
Março	385.864	0,35	135.052,40
Abril	376.854	0,35	131.898,90
Maio	425.090	0,35	148.781,50
Junho	436.401	0,35	152.740,35
Julho	567.987	0,35	198.795,45
Agosto	704.507	0,35	246.577,45
Setembro	725.702	0,35	253.995,70
Outubro	729.756	0,35	255.414,60
Novembro	719.875	0,35	251.956,25

Fonte: Autora, 2020.

Os efluentes líquidos gerados são bombeados para a estação de tratamento da retífica, na qual, por processos físico-químicos decanta os sólidos e com o auxílio do filtro prensa retira a umidade do lodo, tornando os sólidos em tortas, e a água clarificada retorna ao processo para ser reutilizada novamente, onde as tortas são direcionadas para reaproveitamento.

Os custos com produto químico, nas estações de tratamento da retífica, estão dispostos na Tabela 10e na mesma está apresentada a quantidade de efluente gerado em metros cúbicos que foram direcionados para a estação para tratamento ao longo do ano.

#### 4.1.8.1 Estação de tratamento da retífica

Tabela 10 - Geração de efluentes e custo de produto químico

MÊSES	VALOR (R\$)	R\$/m <sup>3</sup>
Janeiro	R\$ 36.111,75	R\$ 0,47
Fevereiro	R\$ 24.827,52	R\$ 0,36
Março	R\$ 43.364,79	R\$ 0,60
Abril	R\$ 42.410,92	R\$ 0,40
Maió	R\$ 32.823,78	R\$ 0,32
Junho	R\$ 52.267,67	R\$ 0,55
Julho	R\$ 28.803,70	R\$ 0,81
Agosto	R\$ 35.345,62	R\$ 0,36
Setembro	R\$ 50.951,52	R\$ 0,35
Outubro	R\$ 36.035,67	R\$ 0,26
Novembro	R\$ 56.086,84	R\$ 0,85
<b>Total</b>	<b>R\$ 439.029,78</b>	-
<b>Média</b>	<b>R\$ 36.111,75</b>	<b>R\$ 0,40</b>

Fonte: A autora, 2020.

O processo acontece na mesma forma que na Estação da Massa, onde o lodo chega na estação de tratamento na forma de efluente e ao passar pelo filtro prensa, o mesmo filtra a água, que retorna para o processo em recirculação. O sólido que permanece é denominado torta. A torta gerada possui aproximadamente 23% de umidade na composição, e é encaminhada para reutilização. A Tabela 11 abaixo apresenta a geração de efluentes ao longo do ano de 2020 e a geração de tortas de massa após a retirada da água.

Tabela 11 - Geração de tortas

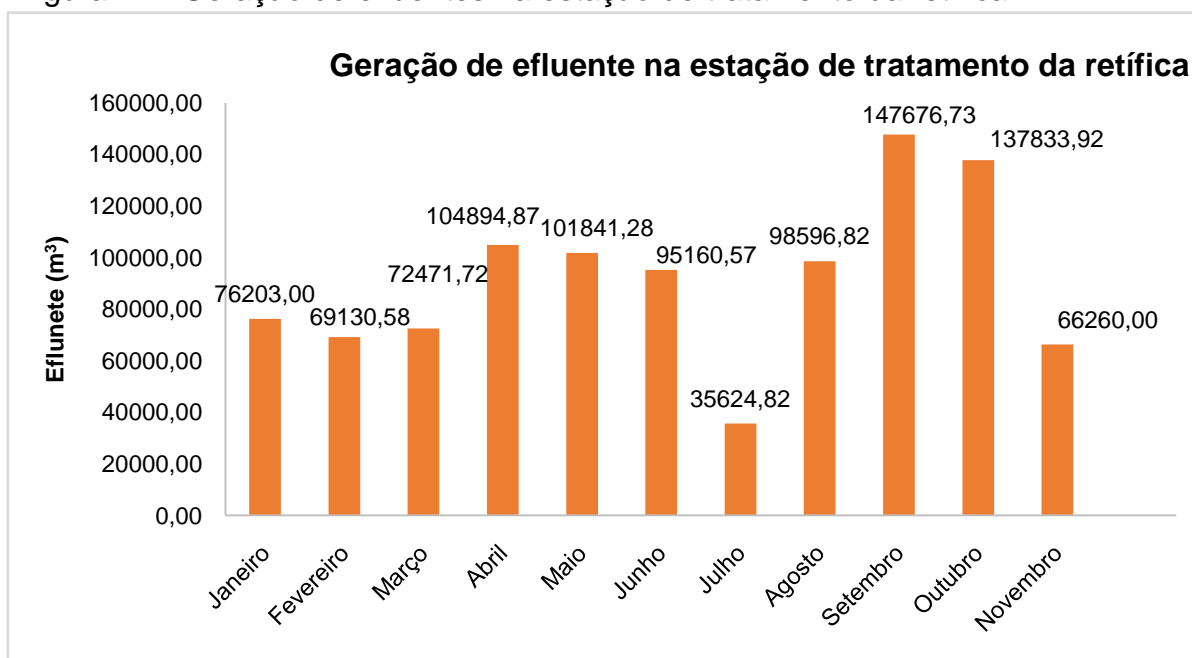
MESES	EFLUENTE GERADO (m <sup>3</sup> )	UMIDADE (%)	TORTAS DE MASSA (m <sup>3</sup> )
Janeiro	76203	23	17526
Fevereiro	69131	23	15900
Março	72472	23	16668
Abril	104895	23	24125
Maió	101841	23	23423
Junho	95161	23	21887
Julho	35625	23	8194
Agosto	98597	23	22677
Setembro	147677	23	33965
Outubro	137834	23	31701
Novembro	66260	23	15239
<b>Média</b>	<b>90908</b>	<b>23</b>	<b>21027</b>

MESES	EFLUENTE GERADO (m <sup>3</sup> )	UMIDADE (%)	TORTAS DE MASSA (m <sup>3</sup> )
<b>Soma</b>	999996	-	231305

Fonte: A autora, 2020.

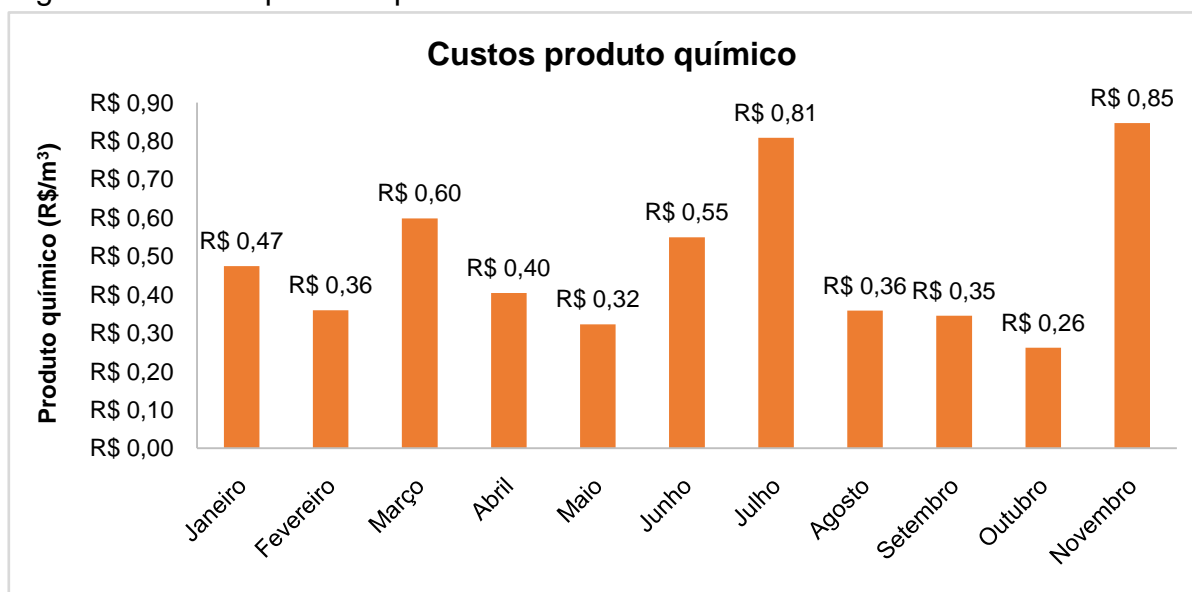
A Figura 14 abaixo demonstra a geração de efluentes ao longo do ano de 2020, apresentando um comparativo ao longo dos meses e, por sua vez, a Figura 15a seguir, através do gráfico, demonstra o custo por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de efluente tratado.

Figura 14 - Geração de efluentes na estação de tratamento da retífica



Fonte: A autora, 2020.

Figura 15 - Custo produto químico



Fonte: A autora, 2020.

#### 4.1.9 Classificação e embalagem

No setor de classificação e embalagem é onde ocorre a classificação das peças de acordo com a qualidade apresentada. Nesse setor existem gastos com energia elétrica e mão-de-obra. Os custos de energia elétrica são rateados, e são incluídos em outros setores, e os custos com mão-de-obra não foram fornecidos para inclusão no trabalho.

Neste setor, para classificação da peça, em sua grande parte utiliza-se classificação visual, ou de resistência, ambos feitos de forma manual. Nas saídas têm-se a geração de quebras cerâmicas, devido a algumas peças apresentarem inconformidades e serem direcionadas como quebras cerâmicas.

#### 4.1.10 Expedição

Na expedição existem custos com mão-de-obra e GLP, devido à utilização de empilhadeiras para movimentação das embalagens das peças. Ambos não puderam ser fornecidos para inclusão no trabalho.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 CUSTOS

Os custos foram levantados considerando as entradas e saídas de cada setor da fábrica. Alguns custos não foram levantados, devido ao fato de a empresa abordada nesse trabalho, não disponibilizar determinados dados tendo em vista a competitividade de mercado, não podendo liberar valores que são importantes em seu gerenciamento, entre eles, custos com matérias-primas, insumos e mão-de-obra.

Os custos com a captação de água não foram descritos no trabalho, pois água é captada de poços artesianos e lagoa para utilização no processo, e após isso tratada em circuito fechado das estações de tratamento para os setores, ocorrem perdas com evaporação que são repostas pela captação nesses pontos. O custo com energia gerado para realizar essa captação está incluso nos custos do setor que utiliza a água.

O levantamento de custos foi realizado através de valores pontuais disponibilizados, os quais estão dispostos na apresentação de dados acima, considerando que não se tem um valor aproximado, somente uma estimativa do custo dos resíduos gerados, devido à falta de dados de insumos, matérias-primas, mão-de-obra. A Tabela 12a seguir dispõe o custo do processo.

O processo produtivo teve como custos descritos, a energia elétrica, produto químico, britagem das quebras para reutilização, e frete da cinza.

Tabela 12 - Custos do processo produtivo

<b>MESES</b>	<b>ENERGIA ELÉTRICA</b>	<b>ETE MASSA</b>	<b>FRETE CINZA</b>	<b>BRITAGEM</b>	<b>ETE RETÍFICA</b>	<b>TOTAL</b>
Janeiro	R\$ 1.735.147,75	R\$ 19.046,90	R\$ 35.675,52	R\$ 3.847,45	R\$ 36.111,75	R\$ 1.829.829,37
Fevereiro	R\$ 1.550.129,00	R\$ 11.718,98	R\$ 30.317,88	3.414,35	R\$ 24.827,52	R\$ 1.616.993,38
Março	R\$ 1.664.085,94	R\$ 20.421,60	R\$ 40.910,55	R\$ 1.161,21	R\$ 43.364,79	R\$ 1.769.944,09
Abril	R\$ 1.610.312,20	R\$ 19.357,22	R\$ 43.869,60	R\$ 1.748,05	R\$ 42.410,92	R\$ 1.717.697,99
Maiο	R\$ 1.521.759,75	R\$ 10.480,56	R\$ 41.036,85	R\$ 1.542,83	R\$ 32.823,78	R\$ 1.607.643,77
Junho	R\$ 1.702.994,30	R\$ 15.467,57	R\$ 40.657,50	R\$ 1.307,40	R\$ 52.267,67	R\$ 1.812.694,44
Julho	R\$ 1.857.021,60	R\$ 27.057,27	R\$ 48.109,95	R\$ 5.136,51	R\$ 28.803,70	R\$ 1.966.129,03
Agosto	R\$ 2.031.821,75	R\$ 27.709,48	R\$ 42.417,24	R\$ 1.241,35	R\$ 35.345,62	R\$ 2.138.535,44
Setembro	R\$ 2.084.594,75	R\$ 24.678,40	R\$ 34.172,76	R\$ 1.167,71	R\$ 50.951,52	R\$ 2.195.565,14
Outubro	R\$ 2.170.229,60	R\$ 20.822,40	R\$ 39.685,32	R\$ 1.156,25	R\$ 36.035,67	R\$ 2.267.929,24
Novembro	R\$ 1.827.300,64	R\$ 21.166,54	R\$ 42.685,58	R\$ 1.259,48	R\$ 56.086,84	R\$ 1.948.499,08

Fonte: A autora, 2020.



## 5.2 ALTERNATIVAS DE REAPROVEITAMENTO

No ramo de revestimentos cerâmicos a geração de resíduos sólidos é em larga escala, e grande parte desse resíduo não é reaproveitado em sua totalidade, tendo que encontrar formas de destinação ambientalmente adequada. Todas as disposições apresentam benefícios e malefícios. E a proposta a seguir, é definir um método que se enquadre nas necessidades financeiras (custo de disposição e/ou reaproveitamento) e produtivas (capacidade de consumo da geração) da empresa, e que ao mesmo tempo seja disposto ou reaproveitado de forma que não prejudique o meio ambiente.

A Tabela 13 apresenta uma matriz de valores ambientais, onde foram atribuídos valores para cada operação, e posterior análise de qual seria a que traria maior retorno e benefícios. Foram definidos valores para cada atividade a ser realizada, sendo 1- baixo, 3- médio e 5- alto.

Tabela 13 - Valores matriz ambiental

	<b>BAIXO</b>	<b>MÉDIO</b>	<b>ALTO</b>
Ganho	1	3	5
Capacidade de consumo	1	3	5
Custo operacional	1	3	5
Impacto ambiental positivo	1	3	5
Impacto social	1	3	5

Fonte: A autora, 2020.

A matriz é composta por variáveis que determinam se o destino é uma opção econômica e ambientalmente adequada. Ao tratar de benefício para a indústria cerâmica, está sendo abordado o quanto aquele destino traz de retorno financeiro para a empresa, ou seja, o resíduo gerado, que estaria inadequadamente disposto no pátio da fábrica, está sendo vendido para reaproveitamento ou reutilizado.

A capacidade de consumo é a capacidade que aquele destinador tem de absorver a quantidade de resíduo que será enviada, ou seja, o mesmo poderá reaproveitar ou utilizar todo o volume gerado pela indústria em questão, o custo

operacional se trata do quanto será gasto de frete para que o resíduo chegue no destinador, incluindo fretes internos e externos.

Por sua vez, o ganho ambiental é o quanto aquela destinação colabora diretamente ao meio ambiente, como exemplo, cita-se o aterro que é prejudicial ao meio ambiente por tornar resíduos diretamente em rejeitos, aumentando a quantidade de rejeitos dispostos em aterros com determinada vida útil. O impacto social aborda o quanto aquele destino impacta na sociedade, ou seja, em caso de reciclagens e reaproveitamentos servindo como exemplo para outras indústrias optarem por tratar seus resíduos também, além da geração de empregos.

A Tabela 14 abaixo apresenta destinos para os resíduos gerados na fábrica.

Tabela 14- Matriz de valores ambientais

DESTINO	BENEFÍCIO PARA A INDÚSTRIA CERÂMICA	CAPACIDADE E CONSUMO	CUSTO OPERACIONAL	GANHO AMBIENTAL	IMPACTO SOCIAL	TOTAL
Doações (organizações públicas)	1	1	1	5	5	13
Aterro	1	3	5	1	1	11
Reuso (fórmula)	5	5	1	5	5	21
Reciclagem (empresa a) <sup>2</sup>	1	3	3	3	3	13
Reciclagem (empresa b) <sup>3</sup>	1	5	3	5	3	17
Reaproveitamento (cerâmica vermelha)	1	3	5	5	5	19
Reaproveitamento (tijolo ecológico)	1	3	3	5	5	17

Fonte: A autora, 2020.

<sup>2</sup> Empresa A é uma empresa de reciclagem para construção civil, onde a quebra é direcionada para ser transformada em brita de diversas granulometrias.

<sup>3</sup> Empresa B é uma empresa de britagem, a qual transforma a quebra em brita para posterior utilização na indústria.

Com esses valores apresentados acima se fez possível analisar a melhor opção para a indústria e meio ambiente. A matriz acima, descrita na Tabela 14, apresenta que o destino que mais traz benefícios é o reuso, sendo ele o reaproveitamento do resíduo na fórmula.

O reuso é a opção mais viável por apresentar ganho financeiro, ou seja, redução dos gastos com matérias-primas, pois os resíduos estão em parte substituindo essas matérias-primas. Além de ter capacidade de consumo, sendo que é possível reaproveitar grande parte do lodo gerado na fábrica, o custo operacional médio, pois não há transporte para fora dos limites da propriedade, somente para uma área de depósito para posterior reutilização.

O ganho ambiental alto, pois não está sendo destinado a aterro, sendo assim, colaborando para a vida útil dos aterros, e diminuindo a disposição sem reaproveitamento, a qual é benéfica ao meio ambiente. E por fim um impacto social alto, pois incentiva as empresas a realizar as destinações ambientalmente adequadas, e reaproveitar em suas formulações os resíduos gerados.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após realização da análise dos resultados, conclui-se que cada setor produtivo da fábrica possui entradas e saídas significativas, as quais contribuem diretamente no seu gerenciamento de custos. No decorrer do trabalho foram elencados os custos obtidos, alguns custos essenciais como matérias-primas, insumos e mão-de-obra não foram descritos, devido à necessidade da empresa em resguardar essas informações para acompanhar a competitividade de mercado.

Os setores que apresentaram maior fluxo de entradas foram o recebimento de matéria-prima e esmaltação, devido à demanda de insumos. Ao analisar as saídas somente os setores de recebimento de matérias-primas, prensagem e secagem não possuem geração de resíduos, isso se dá devido aos setores reaproveitarem seus excedentes sem precisar de qualquer processamento externo. No caso da prensa, a poeira gerada é absorvida por filtros mangas e retorna para a formulação e na secagem se trabalha com reaproveitamento do calor gerado nos fornos.

As tortas geradas a partir do lodo são direcionadas para reaproveitamento. Existem várias formas de disposição desse rejeito, entre elas, o reaproveitamento na fórmula, reaproveitamento em outros ramos industriais, entre os quais, cerâmicas vermelhas, cimenteiras, construção civil, reaproveitamento para tijolos ecológicos, e por fim, a disposição em aterros.

De acordo com o levantamento realizado no decorrer deste trabalho e matriz de impactos descrita, pode-se afirmar que a melhor forma de dispor esses resíduos, visando o melhor para a empresa e meio ambiente, é o reuso na fórmula, tendo em vista que o mesmo não apresenta gastos eventuais com frete, diminuindo os custos com matérias-primas, já que o resíduo entra na composição e não sobrecarrega o meio ambiente, pois não está sendo descartado.

Para obter um levantamento adequado de disposição de resíduos se faz necessária a mensuração dos custos na geração desses resíduos, visto que se precisa saber qual o valor do resíduo para encaminhar o mesmo para reaproveitamento. É importante conhecer o valor do resíduo para obter sua

rentabilidade na formulação de outro material, ou seja, se compensa estar substituindo a matéria-prima inicial pelo resíduo.

As informações assim obtidas permitem afirmar que está lidando com custos ambientais e também com receitas ambientais, visto que a reutilização dos resíduos no processo produtivo diminui-se o custo com matéria-prima. Portanto, elementos essenciais na eventual elaboração e implantação de uma contabilidade ambiental na empresa.

Considerando o levantamento realizado, a falta de dados não deprecia o trabalho em si, tendo em vista que é possível ter todos os dados para uma melhor análise dos resultados.

Os objetivos específicos deste trabalho foram alcançados, porém os custos dos resíduos no final do processo não foram possíveis de serem definidos com precisão, tendo somente uma aproximação. Alguns dados essenciais para a construção desse custo não puderam ser fornecidos, como matéria-prima, insumos e mão-de-obra.

Como sugestão para trabalhos futuros, pode-se propor o levantamento completo desses custos, gerando um valor aproximado para esses resíduos, além de informações para a contabilidade ambiental.

Outra sugestão para um trabalho futuro é levantar os custos em cada alternativa de reaproveitamento, fornecendo quanto que a empresa recebedora do resíduo pode economizar reaproveitando os resíduos gerados na fábrica abordada no trabalho, ou seja, quanto economizaria substituindo a matéria-prima original do processo pelo resíduo reaproveitado.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10004 - Classificação dos resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIACAO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTOS, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES - ANFACER. **Cerâmicas do Brasil**. Sobre o Brasil, 2020. Disponível em: [https://50ccf9b9-bb7b-49fb-93d1aaae32ec8763.filesusr.com/ugd/04e4dc\\_bec8a11936b24ef8b6b7d7f1cc1ae b15.pdf?index=true](https://50ccf9b9-bb7b-49fb-93d1aaae32ec8763.filesusr.com/ugd/04e4dc_bec8a11936b24ef8b6b7d7f1cc1ae b15.pdf?index=true). Acesso em: 22 jun. 2020.

AYRES, Marcos Aurélio Cavalcante. O reaproveitamento dos resíduos sólidos na produção de cerâmica como fator de redução de custos. **Revista Humanidades & Inovação**, Palmas, v. 5, n. 11, 2018.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos Barros. **Elementos de gestão de resíduos sólidos**. Belo Horizonte: Tessitura, 2012. 424 p.

BARROS, Regina Mabeli. **Tratado sobre resíduos sólidos: gestão, uso e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Interciência; Minas Gerais: Acta. 2013.

BECHARA, Erika. **Aspectos relevantes da política nacional de resíduos sólidos: Lei nº 12.305/2010**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

BORNIA, Antônio Cezar. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/Ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/Leis/L6938.htm). Acesso em: 24 abr. 2020.

BRASIL. **Lei nº 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. Brasília, DF, 2 ago. 2010. 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: 24 abr. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **Visão da indústria brasileira sobre a gestão de resíduos sólidos**. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00006221.pdf>. Acesso em: 13 set. 2020.

DUBOIS, Alexy. **Gestão de custos e formação de preços: conceitos, modelos e ferramentas**. Rio de Janeiro: Atlas, 2019.

DUTRA, René Gomes. **Custos**: uma abordagem prática. 8. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

JARDIM, Arnaldo; YOSHIDA, Consuelo; MACHADO FILHO, José Valverde. **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. 1. ed. São Paulo: Manole, 2012. 712 p. Coleção Ambiental.

MEGLIORINI, Evandir. **Custos**: análise e gestão. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 208p.

MELCHIADES, Fábio Gomes. **Estudo comparativo entre as tecnologias via úmida e via seca para a preparação de massas de porcelanatos**. Orientador: Anselmo Ortega Boschi. 2011. 186f. Tese (Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/684/3927.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 set. 2020.

MODESTO, Claudio de Oliveira *et al.* Obtenção e caracterização de materiais cerâmicos a partir de resíduos sólidos industriais. **Cerâmica Industrial**, v. 8, n. 4, 2003. Disponível em: <https://www.ceramicaindustrial.org.br/article/5876571a7f8c9d6e028b469a/pdf/ci-8-4-5876571a7f8c9d6e028f>. Acesso em: 13 set. 2020.

MONTEIRO, José Henrique Penido *et al.*. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. 15. ed. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p.

OLIVEIRA, Maria Cecília; MAGANHA, Martha Faria Bérnils. **Guia técnico ambiental da indústria de cerâmicas branca e de revestimentos**. São Paulo: CETESB, 2006. 84p.

PEREIRA, Matias José. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. 4.ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2016.

PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo. **Saneamento, saúde ambiente**: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. São Paulo: Manole, 2005.

WERNKE, Rodney. **Análise de custos e preços de vendas**: ênfase em aplicações e casos nacionais. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2018.