

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**CAMPUS LONDRINA**  
**CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**ANLUIZI CEJARA CARVALHO DA COSTA**

**LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E SUA UTILIZAÇÃO  
EM CERÂMICA VERMELHA – UM ESTUDO DE COMPOSIÇÃO DE  
CUSTO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**LONDRINA**  
**2015**

**ANLUIZI CEJARA CARVALHO DA COSTA**

**LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E SUA UTILIZAÇÃO  
EM CERÂMICA VERMELHA – UM ESTUDO DE COMPOSIÇÃO DE  
CUSTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, como requisito final para obtenção do título de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Prof. Me. José Luis Dalto

**LONDRINA**

**2015**



## TERMO DE APROVAÇÃO

### Título da Monografia

LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E SUA UTILIZAÇÃO EM CERÂMICA  
VERMELHA – UM ESTUDO DE COMPOSIÇÃO DE CUSTO

Anluizi Cejara Carvalho da Costa

Monografia apresentada no dia 30 de junho de 2015 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr. Ricardo Nagamine Costanzi  
(UTFPR)

---

Prof. Dr. Marco Antônio Ferreira  
(UTFPR)

---

Prof. Me. José Luis Dalto  
(UTFPR)  
Orientador

---

Profa. Dra. Ligia Flávia Antunes Batista  
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Ambiental

## **AGRADECIMENTOS**

Apenas uma folha será pouco para agradecer a todos que me ajudaram nessa jornada. Logo peço desculpas aqueles o quais deixarei de citar neste documento, mas quero que saibam que sempre estarão em meus pensamento e coração. Sou eternamente grata a essas pessoas que passaram pela minha vida e deixaram um pouco de si e também levaram um pouco de mim.

Primeiramente agradeço a meu orientador Prof José Luis Dalto, por me acompanhar nessa jornada e pelo seu apoio. Reporto-me também a toda comunidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), a qual serei eternamente grata, em especial meus companheiros de jornada que me acompanharam durante esses cinco anos de meio de ensino e que dividi salas de aulas, tarefas e risadas.

Agradeço a todos meus mestres pelo ensinamento compartilhado e experiências acadêmicas. A minha adorável banca de avaliadores composta pelos Professores Doutores Ricardo Nagamine Costanzi e Marco Antônio Ferreira. Tenho gratidão aos todos os técnicos que fazem parte da família UTFPR – Campus Londrina e todos os funcionários terceirizados os quais fiz grandes amizades.

Por último e não menos importante, agradeço a minha família, por todo seu carinho, amor e compreensão ao longo de toda minha jornada. Pessoas maravilhosas que fazem de mim o que sou hoje e sem as quais não conseguiria passar pelos desafios da vida.

“Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tão pouco a sociedade muda.” (PAULO FREIRE)

## RESUMO

DA COSTA, Anluizi Cejara Carvalho. **Lodo de estação de tratamento de água e sua utilização em cerâmica vermelha – Um estudo de composição de custo**. 2015. 31 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina 2015.

O tratamento da água bruta para potável passa por diversos processos e este tratamento gera um resíduo sólido conhecido como *lodo*. A Estação de Tratamento de Água (ETA) considera a destinação deste resíduo gerado como um dos principais problemas do processo. A falta de tratamento e a disposição final incorreta deste resíduo geram problemas ambientais e sanitários, enquanto que sua reciclagem traz diversos benefícios como aumento da vida útil dos aterros, redução de sua deposição em corpos hídricos e minimização do custo de destinação. Existem pesquisas que validam a utilização do lodo residual das ETAs nos processos produtivos industriais, como os das cerâmicas vermelhas, mais especificamente na produção de tijolos. O trabalho em questão analisou a viabilidade econômica da utilização do lodo oriundo do tratamento de água, como parte da matéria-prima utilizada na produção de tijolos em olarias de cerâmica vermelha. Para tanto foi levantado informações bibliográficas relacionadas ao lodo de estação de tratamento de água (ETA) e sua utilização em cerâmicas vermelhas. A metodologia adotada foram coletas de dados por meio de pesquisas bibliográfica quanto ao processo de utilização deste resíduo na produção de tijolos e aplicados na análise de custo para a incorporação do lodo em três empresas do município de Jataizinho-PR. Foi possível concluir que esta utilização acarreta em uma redução de 10% no consumo do mineral de argila e numa redução de até 5,8% dos custos referente ao transporte dependendo da empresa e que esta utilização não implicaria em gasto referente ao tratamento deste lodo para a cerâmica.

**Palavras-chave:** Lodo, ETA, cerâmica, análise de custo.

## ABSTRACT

DA COSTA , Anluizi Cejara Carvalho. **Sludge from water treatment plant and your use in red ceramic - A study of cost composition** . 2015. 31 p . Monography – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2015.

The treatment that *raw* water goes through to become drinking water involves various processes and produces a solid residue known as *sludge*. The Water Treatment Plant (WTP) considers the allocation of this generated waste one of the main problems in the process. The lack of treatment and improper disposal of this waste creates environmental and health problems, meanwhile the recycling of the same leads to benefits such as increased life span of landfills, reduction in their deposition into water bodies and minimal disposal costs. There are researches that validate the use of residual *sludge* from water treatment plants in the industrial production processes, like the ones of red ceramic, more specifically, the production of bricks. This study analyzed the economic viability of using the *sludge* originated from water treatment, as part of the raw materials used in the production of bricks in brickworks of red ceramic. To this end was gathered bibliographical information related to the water treatment sludge and its use in red ceramic. The methodology adopted was data collection through bibliographic research regarding the process of using this waste in the production of bricks and applied to the cost analysis for the sludge incorporated into three companies in Jataizinho-PR. It was concluded that such use leads to a reduction of 10% in the clay mineral consumption and a reduction of up to 5.8% in the costs related to transport depending on the company, and that this use does not imply spending on the treatment of this sludge for ceramics.

**Keywords:** Sludge, ETA, ceramic, cost analysis.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>12</b>
3.1 PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO .....	12
3.2 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	13
3.3 SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA E O LODO RESIDUAL .....	15
3.5 PRODUÇÃO DE CERÂMICAS VERMELHAS – TIJOLOS .....	18
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
4.1 TIPO DE PEQUISA E MÉTODO.....	21
4.2 UNIDADE DE CASO E COLETA DE DADOS .....	22
4.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRA .....	23
4.4 VERIFICAÇÃO DA ECONOMIA DE MATÉRIA PRIMA .....	24
4.5 VERIFICAÇÃO DO CUSTO DE TRANSPORTE.....	24
4.6 VERIFICAÇÃO DO CUSTO DE TRATAMENTO DO LODO .....	25
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>26</b>
5.1 ECONOMIA DE MATÉRIA PRIMA .....	26
5.2 CUSTO DE TRANSPORTE.....	28
5.3 CUSTO DE TRATAMENTO DO LODO .....	31
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>34</b>



## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional junto às expansões das regiões urbanas trazem grandes impactos ao meio ambiente. Para a minimização desses impactos é necessário o planejamento prévio deste crescimento e implantação de sistemas educacionais, sociais e de saneamento básico. Sendo assim, o saneamento básico é uma etapa essencial para uma sociedade com qualidade de vida e uma cidade com padrões sanitários.

Para um sistema de saneamento básico, definido pela lei 11.445 de 05 de janeiro de 2007, são necessárias instalações operacionais de diversos serviços. Incluindo os serviços o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2011).

A partir de dezembro de 2015, segundo a Lei Federal nº11.445, complementada pelo Decreto nº 8.211 de 2014, torna-se obrigatório a todos os municípios o seu plano municipal de saneamento básico. A partir deste, os municípios receberam financiamento do governo para que seja feita sua implantação. Este ato irá aumentar a geração de lodos de estação de tratamento devido as construções das novas Estações de Tratamento de Água - ETA em locais que até então não possuíam (BRASIL, 2014).

Um dos maiores problemas encontrados no processo de tratamento de água é a eliminação dos resíduos gerados, esses resíduos sólidos gerados são denominados lodos. O lodo das ETAs, na maioria dos casos, são classificados como resíduos sólidos pertencentes à classe II- Não Perigosos, segundo a NBR-1004, e seu lançamento ao meio ambiente sem tratamento prévio é considerado um crime ambiental.

O lodo apresenta, em sua composição, grande parte dos sólidos removidos da água bruta, ou seja, a que chega a estação. Geralmente, são formados por “areia, argila, silte, produtos químicos usados na coagulação, substâncias húmicas e organismos, tais como bactérias, vírus, algas, entre outros” (PORRAS; ISAAC; MORITA, 2008). Também apresentam agentes patogênicos e metais pesados,

oriundos de reagentes utilizados durante o tratamento, podendo causar risco à saúde humana.

Com o intuito de reduzir a quantidade de resíduos destinados aos aterros sanitários e aumentar a vida útil dos mesmos, o governo tem criados programas de incentivos e legislações que favorecem a reutilização de resíduos gerados em diversos tipos de atividades. Podendo ser observado na Lei Nº 12.305, de 2 agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) com o intuito de reduzir os impactos gerados ao meio ambiente pelos resíduos. A lei em questão institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, às responsabilidades dos geradores, do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Muitos são os estudos em busca da reutilização desse lodo de forma ambientalmente correta. Dentre as mais conhecidas estão, a utilização como adubo orgânico e como parte da matéria-prima para produção de tijolos ecológicos em olarias. Quanto à primeira destinação, esta não é muito aceita devido à composição deste lodo que pode conter organismos patógenos, como citado anteriormente. Na segunda, produção de tijolos, o material passa por elevadas temperaturas, aproximadamente 900°C, eliminando assim os organismos patógenos presentes no material.

Outra grande vantagem da utilização desta matéria-prima é seu baixo custo comparado à matéria-prima original, que é a argila. A argila é uma matéria-prima que possui um elevado valor agregado por ser extraída através da mineração, sendo assim taxada com elevados impostos, como os demais minerais. Segundo Portela e Gomes (2005), a extração desse mineral gera desmatamento da vegetação nativa, poluição do ar, esgoto a céu aberto, construções em locais inadequados e possível esgotamento das jazidas de exploração.

Partindo do princípio de que já existem estudos que comprovem a viabilidade do uso deste material residual das estações de tratamento de água como matéria prima em produtos cerâmicos faz-se necessário aprofundamentos sobre as influências do uso desta matéria-prima na vertente econômica da produção.

Sendo assim, este trabalho visa verificar as características econômicas do uso desta matéria-prima nas indústrias de cerâmicas vermelhas. Neste sentido, tem-se por problema de pesquisa responder se há viabilidade na inclusão do lodo na produção e a economia gerada por esta. Logo, o trabalho visa analisar a viabilidade na composição de custos da utilização do lodo oriundo do tratamento de água, como parte da matéria-prima utilizada na produção de tijolos em olarias de cerâmica vermelha.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a viabilidade na composição de custos da utilização do lodo oriundo do tratamento de água, como parte da matéria-prima utilizada na produção de tijolos em olarias de cerâmica vermelha.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar informações sobre a utilização do lodo em olarias;
- Identificar a redução do consumo de argila no processo de incorporação do lodo no processo produtivo;
  - Analisar as alterações no custo do transporte envolvidas na utilização da nova matéria-prima;
  - Verificar os custos envolvidos na utilização do lodo no processo de produção de tijolos quanto seu tratamento prévio;

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO

A Lei Federal nº11.445 (BRASIL, 2007) estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Sendo definido em seu artigo 3º o conceito de saneamento básico.

“Art. 3º Para os efeitos desta Lei, considera-se:

I - saneamento básico: conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;

b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;

c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas; (BRASIL,2007)”

A lei em questão define que o saneamento básico deve ser fornecido para toda a unidade federativa e de acesso à todos. Buscando saúde e bem estar a toda a população brasileira e um desenvolvimento econômico menos impactante ambientalmente, como pode ser verificado em seu artigo 2º.

“Art. 2º Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais:

I - universalização do acesso;

III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;

...  
VII - eficiência e sustentabilidade econômica; (BRASIL, 2007)”

Para a distribuição desta água potável, faz-se necessária muitas vezes o tratamento prévio da mesma para que se enquadre nos padrões de potabilidade definido pelo MINISTÉRIO DA SAÚDE. A Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2011)

A lei que rege o plano nacional de saneamento básico estipula um prazo máximo para que os municípios elaborem seus planos municipais de saneamento básico, que deve ser entregue ao governo federal, responsável pelo financiamento da sua implementação. Por meio do Decreto nº 8.211/2014, esse prazo foi alterado para o dia 31 de dezembro de 2015 (BRASIL, 2014).

Segundo os dados mais recentes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) 2013, a população atendida com abastecimento de água é aproximadamente 159.964.320 habitantes e esse valor representa menos de 80% da população brasileira, que segundo o IBGE do mesmo ano é de 201.032.714. Isso representa um considerável aumento no volume de água tratada e conseqüentemente produção de lodo, resultado deste tratamento.

### 3.2 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A Lei Nº 12.305, de 2 agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que tem como principal objetivo a proteção da saúde pública e da qualidade do meio ambiente (BRASIL, 2010). Isso se dá pelo gerenciamento correto dos resíduos sólidos das atividades domiciliares, econômicas industriais, construção civil, transporte, serviços de saúde e saneamento. Sendo este um dos grandes desafios da atualidade.

Esta lei traz os princípios, os objetivos e os instrumentos para efetivar, em todo país, uma política nacional de resíduos sólidos. Dentre os princípios citados na lei, podemos resumi-los em um único, sendo este, o desenvolvimento sustentável.

Segundo o artigo 3º, inciso XIII, da lei, compreende-se por padrões sustentáveis de produção e consumo:

“[...] produção e consumo de bens e serviços de forma a atender as necessidades das atuais gerações e permitir melhores condições de vida, sem comprometer a qualidade ambiental e o atendimento das necessidades das gerações futuras (BRASIL, 2010).”

Visando a adoção desse meio de produção, a PNRS faz uso de instrumentos que facilitam esse processo, destacando-se a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas e outras formas de associação de catadores de materiais recicláveis, o monitoramento e a fiscalização ambiental, a educação ambiental, os incentivos fiscais, financeiros e creditícios (BRASIL, 2010).

Com a finalidade da redução dos impactos gerados pelos resíduos sólidos, a PNRS se estrutura na concepção de primeiramente evitar a geração de resíduos sólidos, porém em casos onde isso não for possível seguir com a seguinte ordem:

- Redução;
- Reutilização;
- Reciclagem;
- Tratamento do resíduo e a destinação adequada (BRASIL, 2010).

Para auxiliar os processos citados acima, a lei estipula algumas metas importantes, sendo estas, o fechamento de todos os lixões, a participação de toda sociedade para o planejamento do plano diretor, a criação do Sistema Nacional de sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) para o fornecimento de informações sobre armazenamento e tratamento dos resíduos sólidos e os planos e gerenciamento dos resíduos a níveis estaduais, municipais e regionais tanto para órgãos públicos como privados.

A lei em questão, também faz uso de alguns instrumentos econômicos para sua implementação como incentivos fiscais do governo para linhas de financiamentos para desenvolvimento de projetos de gestão dos resíduos sólidos de caráter intermunicipal, de pesquisas voltadas para tecnologias limpas, sistemas de gestão

ambiental e empresarias voltada para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos.

### 3.3 SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA E O LODO RESIDUAL

A água é um elemento de vital importância para o meio ambiente a todos os elementos que o compõe. Porém em muitos casos, a sua forma de disposição *in natura* representa um sério risco à saúde humana, tornando indispensável seu tratamento prévio. A falta de um tratamento deste recurso natural antes de seu consumo pode causar graves problemas à saúde. No Brasil, essa situação é responsável por 65% das internações hospitalares e 40% das mortes infantis (CARDOSO, LAMEIRA, 2009, p.18)

A água bruta que chega às estações de tratamento de água (ETA) passa por diversos processos antes da sua forma final de abastecimento ou disposição final no meio.

“exposta a processos químicos e físicos, como coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, correção do pH e fluoração, até que está atinja a condição adequada para o consumo (potável)”(SUGUINO, FREITAS, VASQUE, 2013).

O tratamento completo ou convencional da água é composto pelas etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção. Esse processo tem como produto final a água dentro dos padrões ambientais e o lodo residual do tratamento, gerado na separação da parte líquida da parte sólida.

O lodo é o principal resíduo do processo de tratamento de água. Sendo produto da remoção dos sólidos presentes na água bruta, devido a isso, suas características variam conforme a origem da água bruta.

”De modo geral, considera-se como lodo de uma estação de tratamento o resíduo constituído de água e sólidos suspensos originalmente contidos na fonte de água acrescida de produtor resultante dos reagentes aplicados à água nos processos de tratamento (RICHTER, 2001, p. 2).”



Os sólidos presentes na água são removidos com finalidade de redução de cor e turbidez da água, entre outras. Essa remoção ocorre principalmente pela adição de coagulantes, pelo processo de decantação e de filtração. Segundo Richter (2001, p. 3), dependendo das características da água bruta, da eficiência hidráulica do processo e do tipo e dose do coagulante aplicado, cerca de 60% a 95% do lodo gerado será depositado nos decantadores e o restante nos filtros. Devido a isso, o lodo apresenta, em sua composição, elevado valor de óxidos gerados pela presença do coagulante.

O lodo é composto basicamente pelas características da água bruta e seus coagulantes. Sendo este “hidróxido de ferro ou sulfato de alumínio” (TSUTIYA, HIRATA, 2001, p. 2), pois são os coagulantes mais comuns. Entretanto sua composição e características específicas que variam conforme seu processo de formação.

Segundo Richter (2001, p. 3) o lodo proveniente do processo de coagulação, tanto por sulfato de alumínio como sais de ferro, são líquidos não newtonianos, gelatinosos, com uma fração de sólidos compostas por hidróxido de alumínio/ferro, partículas inorgânicas, coloides de cor e outros resíduos que estavam presentes na água bruta, como bactérias e organismos.

Um dos grandes problemas das ETA e ETE é a destinação correta deste lodo de forma que não gerem prejuízos econômicos, ambientais e que seja vantajosa.

“Historicamente, os resíduos gerados em ETAs têm sido lançados diretamente nos corpos de água, geralmente no mesmo manancial que a ETA processo água. Porém sabe-se que o lançamento de qualquer resíduo líquido ou sólido, altera significativamente a qualidade do corpo receptor (SILVEIRA, 2014, p. 34)”

As possíveis destinações para o lodo são:

- Lançamento em cursos de água;
- Lançamento ao mar;
- Lançamento na rede de esgotos sanitários;
- Lagoas;
- Aplicação ao solo;
- Aterro sanitário;

- Aproveitamento de subprodutos.

“O tratamento e a disposição benéfica de lodo de ETAs vem sendo tratado como oportunidade para aumentar a receita e principalmente, redução de custo e de impactos ambientais em empresa de saneamento básico de todo o mundo (TSUTIYA, HIRATA, 2001, p. 2).”

Outro benefício desta utilização é a redução do volume de resíduo destinado aos aterros sanitários, aumentando com isso a vida útil do mesmo. “A utilização de lodo de ETA como matéria-prima pode reduzir a quantidade de recursos naturais utilizados, além de deixar de ocupar espaços em aterro sanitário” (HOPPEN et al.,2005 apud CORDEIRO,2000)

“O lodo possui coloração acinzentada, um aspecto pegajoso, forte odor e é facilmente fermentável. Com o processo de estabilização biológica obtém-se o lodo digerido, que também é chamado de biossólido. Este é o lodo que poderá ser utilizado na agricultura ou na fabricação de tijolos (SUGUINO, FREITAS, VASQUE, 2013)”

Porém, o uso deste lodo na agricultura não é muito utilizado devido à presença de metais pesados e de microrganismos, que podem ser patogênicos. Estes metais presentes podem ser prejudiciais para as plantas e os animais que delas se alimentam, podendo ainda bioacumular. Este aspecto é de grande relevância tendo-se em conta que os metais pesados podem aumentar sua disponibilidade em solos ácidos, que são comuns no Brasil. “No caso do tratamento de água, o lodo consiste em água, microrganismos, sólidos orgânicos e não orgânicos e sólidos do coagulante utilizado no processo (MACHADO, ARAÚJO, 2014)”

No caso da utilização na produção de tijolos, a presença destes constituintes não causam malefícios ao meio ambiente, pois eles ficaram em sua forma inerte.

Os microrgânicos presentes no lodo residual são eliminados no processo produtivo dos tijolos, devido à elevada temperatura atingida, aproximadamente 900°C. Valor este que ultrapassa o ponto de morte dos microrgânicos patógenos.

Organismos	Temperatura (°C)
<i>Salmonella typhosa</i>	Parada de crescimento a 46°C; morte 30 min. a 55-60°C
<i>Salmonella spp</i>	Morte 15-20 min. A 60°C; 1 h a 55°C
<i>Escherichia coli</i>	Morte 15-20 min. A 60°C; 1 h a 55°C
<i>Endamoeba histolytica</i>	Morte a 68 °C
<i>Taenia saginata</i>	Morte em 5 min. A 71 °C
<i>Trichinella spiralis</i>	Redução efetiva 1h em exposição a 50°C; morte 62-72°C
<i>Necator americanus</i>	Morte 50 min. a 45 °C
<i>Micrococcus pyogenes</i>	Morte 50 min. a 50 °C
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Morte 10 min. a 54 °C
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Morte 15-20 min. a 66 °C

**Quadro 1 - Ponto de morte térmica de patógenos que causam doenças ao ser humano. Fonte: GOLUEKE, 1984, p. 322.**

Assim sendo, a utilização deste lodo em indústrias cerâmica seria viável ambientalmente, porém, ainda faltam estudos sobre o feito econômico da introdução desta matéria prima nestas indústrias.

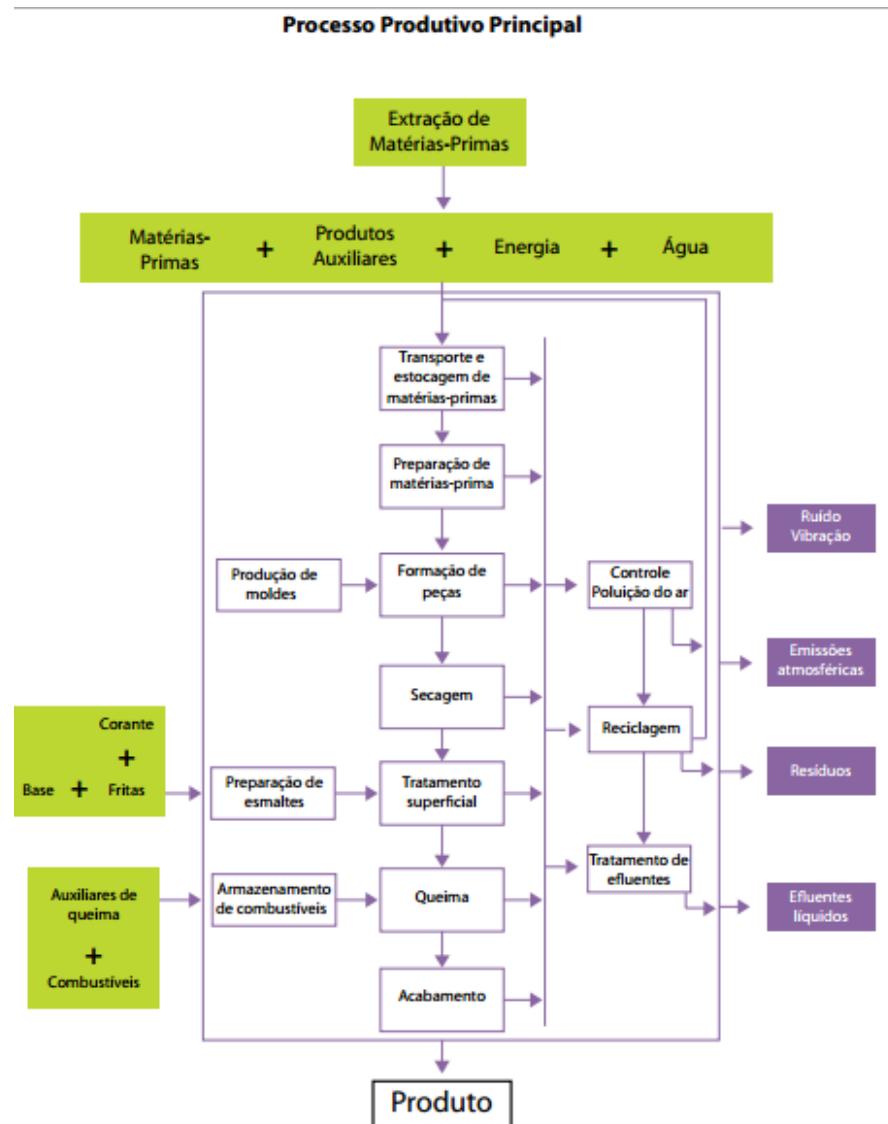
### 3.5 PRODUÇÃO DE CERÂMICAS VERMELHAS – TIJOLOS

Segundo CETESB (2008, p. 22), a indústria cerâmica representa um papel muito importante na economia nacional, participando com cerca de 1% do Produto Interno Bruto (PIB). Esse ramo produtivo ocupa este patamar pelo fato da abundância de matérias-primas, no caso a argila, fontes de energéticas e disponibilidade de tecnologias embutidas nos equipamentos industriais. Representando assim uma fonte de oportunidades de empregos diretos e indiretos.

“No Brasil há instalados mais de dez mil estabelecimentos produtores de cerâmica estrutural, ou cerâmica vermelha, constituindo-se num importante segmento industrial que produz mais de dois bilhões de peças por ano e emprega mais de quatrocentas mil pessoas [NASCIMENTO, 2007, p. 20].”

De um modo geral, a manufatura de produtos cerâmicos compreendem as etapas de:

- Preparação da matéria-prima e da massa;
- Formação das peças;
- Tratamento térmico;
- Acabamento.



**Figura 2: Fluxograma genérico do processo produtivo das indústrias cerâmicas.**  
 Fonte: CETESB ( 2006, P. 29).

Devido aos variados tipos de matérias primas, propriedades e aplicações, há diferentes tipos de segmento nesse setor. Segundo CETESB (2008, p. 22), são estes:

- Cerâmica branca;
- Cerâmica de revestimentos;
- Cerâmica vermelha;
- Materiais refratários;
- Isolantes térmicos.

“As cerâmicas vermelhas compreendem materiais com coloração avermelhada empregados na construção civil (tijolos, blocos, telhas, elementos vazados, lajes, tubos cerâmicos e argilas expandidas), e também utensílios de uso doméstico e de decoração. Segmento formado em geral pelas olarias e fábricas de louças de barro (SETESB, 2006, p. 22).”

Este produto, em seu modelo de produção tradicional é composto apenas por argila e água, solidificados pelo processo de queima. Apesar da grande oferta de argila para produção cerâmica no Brasil, por ser um mineral encontrado áreas ribeirinhas de deposição de sedimentos, regiões muito comum devido à disponibilidade hídrica nacional e seu relevo. O setor enfrenta empecilhos para a exploração das matérias primas, argila e lenha, sendo a última, utilizada no processo de queima.

“As dificuldades no setor da indústria cerâmica advêm, em primeiro plano, das intensas restrições ambientais sobre o fornecimento de matérias-primas (argilas) e lenha (madeiras) e em segundo plano, da onerosa carga tributária incidente sobre a atividade produtiva brasileira (NOGUEIRA, 2005, p. 81).”

Logo, se faz essencial a implementação de técnicas produtivas mais econômicas no setor. Quanto à obtenção de lenha para os fornos, são utilizadas fontes de reflorestamento, reduzindo em impactos ambientais nesse aspecto e mantendo a eficiência do processo.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 TIPO DE PESQUISA E MÉTODO

Segundo Lakatos e Marconi (2003, p.83), métodos são atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar um objetivo. Assim sendo, a metodologia é o caminho a ser seguido com intuito de alcançar o objetivo definido evitando ao máximo possíveis erros. Neste sentido, esta pesquisa realizou a análise de composição de custo a partir de informações coletadas pelo contato com fontes bibliográficas.

A princípio, as informações seriam coletadas por meio de entrevista com representante de uma cerâmica e seria realizado o estudo de caso para apenas uma empresa da cidade de Jataizinho – PR. Entretanto, a empresa a qual foi mantido o contato, se recusou, provavelmente por normas de sigilo da empresa, de informar os dados necessários para a análise. Desse modo, foram coletados dados de fontes bibliográficas de trabalhos referentes às cerâmicas da cidade.

O estudo em questão trata-se de uma pesquisa aplicada, ou seja, voltada “à aquisição de conhecimentos com vistas à aplicação numa situação específica (GIL, 2010, p. 27)”. Pois, será analisada o custo para produção de tijolos ecológicos no caso da utilização de lodo como parte da matéria-prima, desconsiderando outras possíveis matérias-primas sustentáveis.

Segundo Gil (2010, p. 27) toda pesquisa tem seus objetivos, e em relação aos objetivos mais gerais esta pesquisa é caracterizada como pesquisa descritiva. Pois visa identificar a relação entre variáveis, ou seja, a relação da economia com a implementação de uma matéria prima alternativa e sustentável no processo produtivo de tijolos ecológicos.

Esta pesquisa também pode ser classificada segundo a sua natureza de dados, como um método quantitativo, pois faz uso de variáveis numéricas. Uma variável quantitativa é tudo que pode ser mensurados em números, classificados e analisados (DALFOVO; LANA; SILVÉRIA, 2008).

Quanto ao seu ambiente de coleta, onde são subdivididos em “pesquisa de campo ou de laboratório” (GIL, 2010, p. 29), esta é classificada como uma pesquisa de campo, por se tratar de um estudo de caso. O estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que compreende um método que abrange tudo em abordagens específicas de coletas e análise de dados (YIN 2007). Os estudos de caso são muitas vezes utilizados como facilitadores para uma tomada de decisão, pois este faz uso da investigação do funcionamento de um fenômeno partindo de uma situação similar em um cenário real.

Sendo assim, esta pesquisa analisará a composição de custo da utilização do lodo como parte da matéria-prima na produção de tijolos possibilitando maior compreensão acerca da tecnologia a ser usada em olarias.

#### 4.2 UNIDADE DE CASO E COLETA DE DADOS

A presente pesquisa caracteriza-se em estudo de caso único, onde “refere-se a um indivíduo, um grupo, uma organização, um fenômeno etc.” (GIL, 2010, p.118). Neste sentido utilizou um grupo composto por quatro olarias para levantamento dos dados para a realização da análise. A partir destes indivíduos foram coletadas as informações necessárias para o presente estudo, por meio de pesquisas bibliográficas.

Segundo Gil (2010, p. 119), os estudos de caso requerem a utilização de fontes documentais, entrevistas e observações. Considerando estas necessidades, foram realizadas pesquisa documentadas sobre as seguintes olarias.

---

**Cerâmicas em análises**

---

**Cerâmica Palmeira Ltda****Cerâmico Brasil Germano Ltda****Cerâmica Princesa do Norte Ltda****Cerâmica Planalto Ltda**

---

**Quadro 2: Cerâmicas analisadas.  
Fonte: Autoria Própria.**

Os dados foram coletados por meio de pesquisas bibliográficas contendo estudos anteriores, à respeito das olarias da Cidade de Jataizinho e sobre utilização de lodo de ETA em produções de cerâmicas vermelhas.

A partir dos trabalhos foram coletados os dados econômicos das empresas que juntamente com os cálculos realizados no presente trabalho representaram os índices aplicados aos indicadores econômicos.

#### 4.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRA

A realização de uma análise de viabilidade econômico-financeira antes de implementar um projeto permite o empreendedor a possibilidade de analisar o retorno e a rentabilidade do investimento bem como projetar sua receita, custos e despesas. Esta análise consiste na aplicação de técnicas de orçamento de capital. As abordagens mais comuns envolvem a integração de procedimento de valor de dinheiro no tempo, considerações quanto ao risco e retorno e conceitos de avaliação para selecionar investimentos de capital condizentes com o objetivo da empresa de maximizar a riqueza dos proprietários (GITMAN, 2010).

Esse tipo de estudo não projeta o cenário exato que projeto o passará, ele permite ao empreendedor noção das possíveis situações financeiras de seu futuro negócio.



#### 4.4 VERIFICAÇÃO DA ECONOMIA DE MATÉRIA PRIMA

Diversos fatores afetam a economia ou custo aplicado à incorporação de novas matérias primas em um processo industrial. Dentre os aspectos que devem ser considerados nesses cálculos estão os custos ou economia envolvida na incorporação da nova matéria prima e a economia da convencional. O principal fator a ser pesquisado é a diferença do custo da aquisição da nova matéria prima, lodo da ETA, em relação a padrão, argila de jazidas naturais.

Esta análise será composta por três etapas, sendo estas:

- Análise do percentual que lodo e argila utilizados;
- Volume de argila economizado por empresa;
- Valor referente ao volume de argila economizado.

A primeira etapa, que consiste na análise percentual de lodo aceitável a incorporação no processo produtivo de tijolos ecológicos sem o comprometimento da qualidade do produto final. Por meio de pesquisas bibliográficas foi quantificada a melhor relação argila/lodo para que seja possível incorporar este resíduo ao lodo, de modo, que não afete as características estruturais do tijolo, mantendo-o assim dentro das normas de qualidade.

Após descoberto o valor ideal de argila a ser utilizado, analisou-se o quanto esse percentual representa ao consumo total de argila de cada cerâmica analisada. Possibilitando verificar o volume total de consumo de argila reduzido com a hipotética incorporação do lodo no processo produtivo.

Por fim, transformou-se esse volume reduzido do consumo total de lodo em função do valor gasto em matéria prima.

#### 4.5 VERIFICAÇÃO DO CUSTO DE TRANSPORTE

Para verificação do custo desse aspecto foi considerada a distância entre a localização das fontes da matéria-prima e a empresa que a receberá.

Desse modo foi verificada a localização de cada olaria analisada, obtendo seus respectivos endereços a partir da sua disponibilidade na internet. Posteriormente,

foram localizadas a jazidas minerais na região de Jataizinho – Paraná, atuais fontes de argila utilizada na produção de tijolos de cerâmica vermelha. Foi obtida também a localização da ETA da SAAE - Jataizinho, potencial fonte de lodo, produto em análise a ser empregado.

Assim, com os dados em mãos, foram calculadas a diferença da nova distância em cada situação, por meio de programas online de localização, no caso GoogleMaps, pois esse programa verifica a distância por meio de transporte rodoviário, informação importante pois será o possível caminho realizado pelos automóveis de transporte.

Ao final, foram realizados cálculos a partir do valor gasto no total em transporte por empresa e o valor que a nova rota da calcula, considerando que esta nova rota será utilizada apenas para transporte do percentual utilizado em lodo e o restante ainda faria uso das rotas tradicionais, por se tratar da argila que ainda será utilizada.

#### 4.6 VERIFICAÇÃO DO CUSTO DE TRATAMENTO DO LODO

Foram realizadas por meio de pesquisas bibliográficas a viabilidade da aplicação desta matéria-prima alternativa no processo produtivo de cerâmicas vermelhas. Caso comprovada a necessidade de tratamento do lodo, foi verificado o devido tratamento e o custo para que torne esta matéria-prima, oriundo da Estação de Tratamento de Água de Jataizinho- Pr , regida pelo Sistema Autônomo de Água e Esgoto, a SAAE, viável no processo produtivo de tijolos ecológicos. Essa análise ocorreu através de pesquisas bibliográficas que afirmam ou não a necessidade deste tratamento.

No caso afirmativo, foram analisados os possíveis tratamentos e seu respectivo custo, sendo selecionado o de menor custo para a aplicação nos cálculos. Caso não seja necessário o tratamento prévio desse lodo, essa variável será dispensada nos cálculos.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 ECONOMIA DE MATÉRIA PRIMA

Muitos são os estudos a respeito da incorporação do lodo como parte da matéria prima para a produção de cerâmicas vermelhas. Para a confirmação da possibilidade dessa utilização é necessária a realização de teste mecânicos e físico-químicos para que os parâmetros atendam aos padrões da qualidade exigidos pela norma NBR-7171 que estipula as condições exigíveis no recebimento de blocos cerâmicos a serem utilizados em obras de alvenaria com ou sem revestimento (ABNT, 1992).

Por falta de estudos, quanto à incorporação do lodo da ETA de Jataizinho foram usados como referência estudos de outras localidades. Assim foram realizadas pesquisas referentes a artigos, monografias e dissertações sobre o tema. Todos os trabalhos utilizados como referências se tratavam de lodo de ETA na produção de cerâmicas vermelhas para manter-se a confiabilidade quanto à utilização destes dados nos estudos em questão.

Como as características dos lodos originais das Estações de Tratamento de Água variaram muito conforme os produtos utilizados no seu tratamento e a sua fonte de origem, verificou-se uma variação em relação ao percentual aceitável de lodo a ser incorporado.

Cardoso (2009) realizou estudo-da-arte da utilização do lodo de ETA como matéria-prima na indústria cerâmica brasileira, buscando um percentual aceitável de utilização desse lodo. Esta pesquisa realizou ensaios dos produtos finais com diferentes percentuais de lodo, sendo estes 0%, 3%, 5%, 7% e 10%. Por fim concluiu que a incorporação de lodo em cerâmicas vermelhas é aceitável até o valor 10% de lodo volume/volume.

Dias et. al (2004) realizou um trabalho similar por meio da utilização do lodo da estação de tratamento de água Meia Ponte, em Goiânia, para a fabricação de tijolos cerâmicos. Concluindo que 10% é o valor ideal de aproveitamento do lodo sem alterar a classe do tijolo formado.

“Os blocos fabricados com 10 % de lodo atenderam as exigências da ABNT e se enquadraram na Classe 15 de resistência à compressão, classe em que se enquadravam 100% dos blocos originalmente fabricados na cerâmica; A adição de 20% de lodo à argila, atendeu a legislação, mas os blocos foram enquadrados na Classe 10 de resistência à compressão, inferior ao padrão de produção da Cerâmica; Os blocos com adição de lodo variando entre 30 e 50% não atenderam à legislação (DIAS et. al, 2004)”

Em sua pesquisa, Muller (2009) obteve um percentual de 12% de incorporação de lodo em massa cerâmica, mantendo-se dentro das normas de qualidade. Seu estudo analisou ensaios de resistência, absorção de água, dimensões adequadas e aspecto visual para valores de 10%, 12% e 20% de lodo na massa cerâmica de tijolos. Por fim, concluiu que os valores de 10% e 12% de lodo obtiveram os melhores resultados, indicando que o percentual de argila adicionada ao processo de incorporação pode ser de até 12%.

Assim, apesar de nenhuma das pesquisas chegarem a um valor em comum, todas atenderam as normas requeridas pela ABNT em um percentual próximo um do outro. Neste caso foi adotado para o presente trabalho o percentual de 10% pois atende todos os valores encontrados nos trabalhos referenciados.

Aplicando esse percentual aos valores de consumo de argila de cada empresa foram obtidos os seguintes valores, de acordo com a tabela 2:

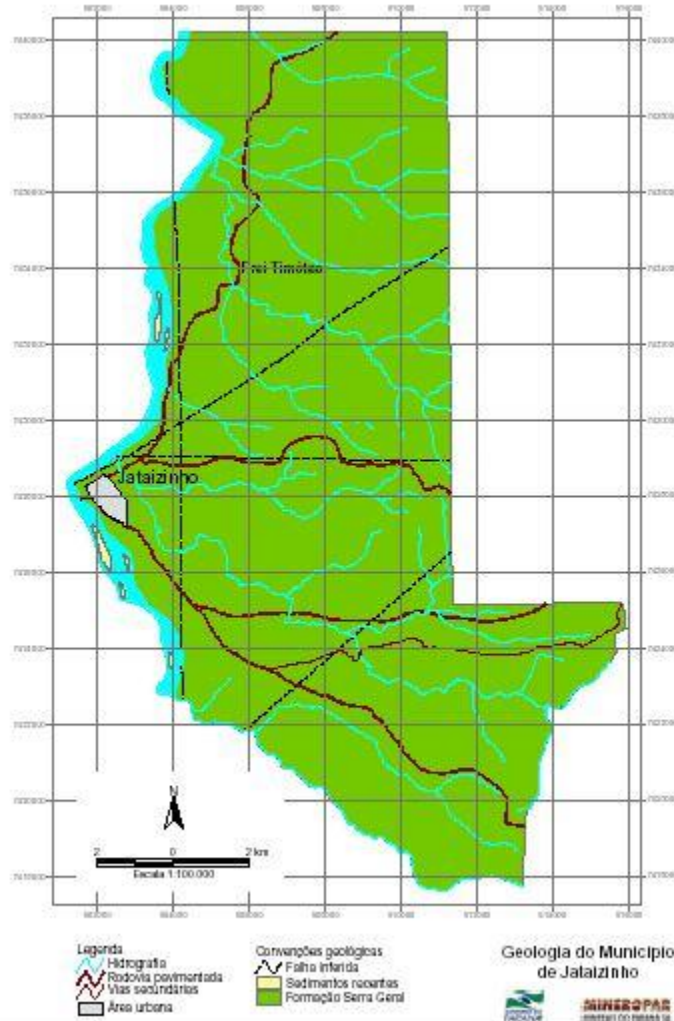
Cerâmica	Palmeira	Brasil nano	Princesa do Norte	Planalto	Total
<b>Volume de Argila Inicial (m3 )</b>	615	680	1000	500	2795
<b>Volume de Argila Reduzido (m3)</b>	61,5	68	100	50	279,5
<b>Custo Matéria Prima (R\$)</b>	18300	19000	21000	10800	69100
<b>Redução do Custo (R\$)</b>	1830	1900	2100	1080	6910

**Tabela 2: Consumo de matéria-prima das cerâmicas referentes ao mês de julho de 2003.**  
Fonte: adaptado de NOGUEIRA 2005.

Apesar dos dados de referência de valor de consumo e custo da matéria-prima se tratar de dados obsoletos, esse valor possibilita uma perspectiva da importância do uso de matérias primas sustentáveis e econômicas no processo. Sendo o lodo um resíduo sólido da estação de tratamento de água e sua destinação gera custo para a ETA, é possível a obtenção dessa matéria-prima de forma gratuita. Tornando esse uso viável tanto para indústria cerâmica quanto para a estação de tratamento.

## 5.2 CUSTO DE TRANSPORTE

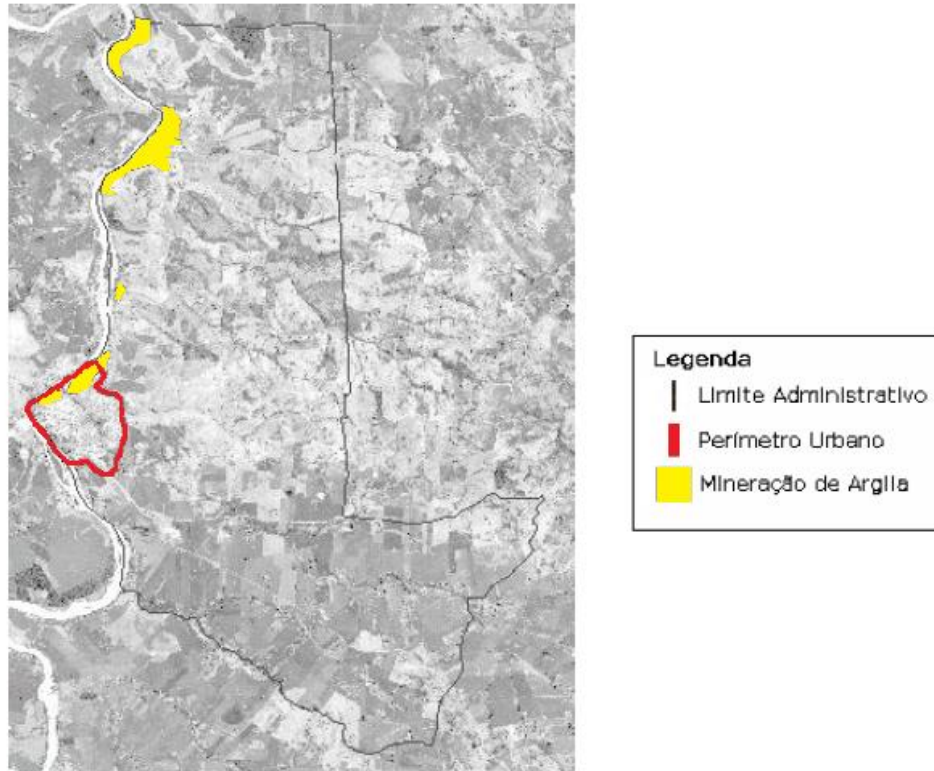
O município de Jataizinho localizado no norte do Estado do Paraná, pertence à região metropolitana da Londrina e teve seu desenvolvimento ao longo do Rio Tibaji. Conforme pode ser observado na figura 3.



**Figura 3 – Localização do município de Jataizinho em relação às margens do Rio Tibaji.**  
**Fonte: NOGUEIRA (2005).**

“A região em questão é abrangida pela porção sudeste da Bacia Sedimentar do Paraná, da qual compõem-se regionalmente as formações sedimentares permianas (formações Rio do Rastro, Terezina e Irati), as rochas juro-triássicas do grupo São Bento; diques intrusivos cretácicos e os sedimentos continentais cenozóicos (areias de rios e as argilas de várzeas)(NOGUEIRA,2005)”

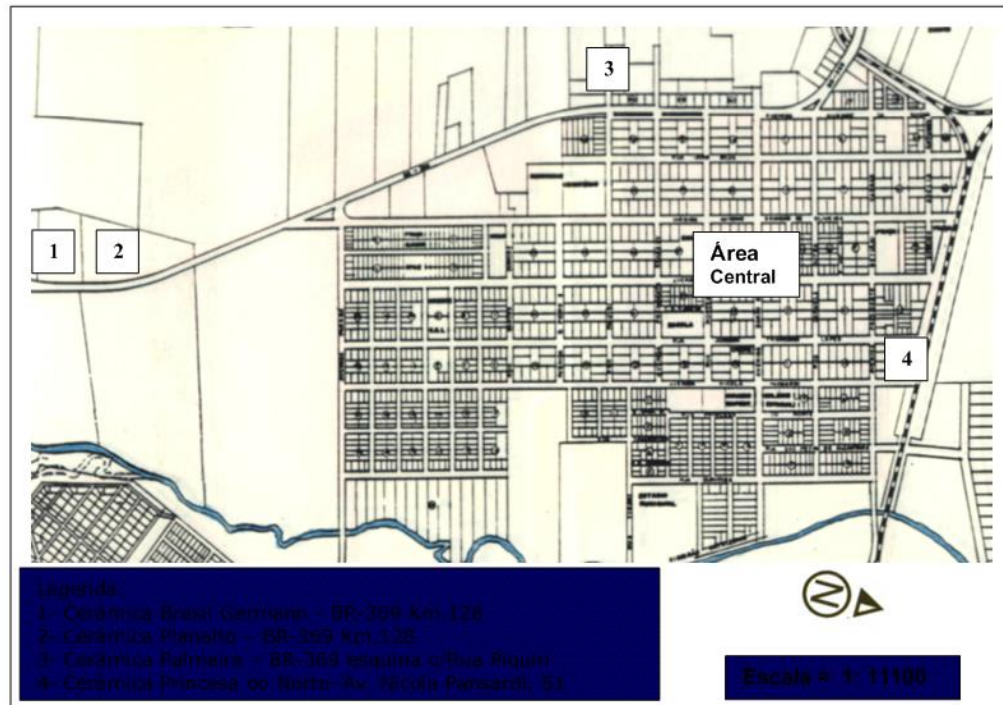
Assim, a cidade de Jataizinho – Paraná tem em sua proximidade região de jazidas de argila e desenvolveu-se explorando esse potencial mineral.



**Figura 4 – Delimitação das jazidas de argila e a região de Jataizinho.**  
Fonte: NOGUEIRA (2005).

O sistema de abastecimento de água e tratamento da região de Jataizinho é realizado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE de Jataizinho. Esta é uma Autarquia Municipal com personalidade jurídica de direito público, sendo sede e foro da cidade (SAAE,2013). Esta localiza-se na região central da cidade no logradouro Rua Piquiri, 500 - Jataizinho – Paraná.

Quanto à localização das cerâmicas em análise temos duas localizadas na zona industrial ,sendo a Cerâmica Brasil Germano e a Cerâmica Planalto, outras duas próximas ao perímetro urbano, Cerâmica Princesa do Norte e a Cerâmica Palmeiras, como pode ser observado na figura 5.



**Figura 5: Localização das Cerâmicas.**  
**Fonte: NOGUEIRA (2005).**

A partir desses dados foi possível verificar a relação entre as distâncias da fonte do lodo e as cerâmicas analisadas.

Título:

Cerâmicas	Distâncias (km)		
	Jazida	SAAE	Redução (%)
<b>Brasil Germano</b>	3,2	1,6	50,0
<b>Planalto</b>	2,9	1,2	58,6
<b>Palmeira</b>	3,3	1,7	48,5
<b>Princesa do Norte</b>	0,5	1	-100,0

**Tabela 2: Distância das cerâmicas e fontes de matéria-prima.**  
**Fonte: Autoria Própria.**

Entretanto, esse valor reduzido seria referente apenas ao percentual de 10% da matéria-prima, pois ainda haverá o custo do transporte da argila, mineral que não pode ser substituído por completo na produção dos tijolos. Sendo assim uma redução que varia de 5% para a Cerâmica Brasil Germano, 5,86% para a Cerâmica Planalto,

4,85% para a Cerâmica Palmeira e uma aumento de 10% no caso na Cerâmica Princesa do Norte. Exceto a Cerâmica Princesa do Norte, localizada próxima a região de jazida, que teria custo adicional para o transporte da nova matéria prima, as demais empresa teriam uma econômica em questão de transporte de matéria-prima.

Por falta de dados referentes aos valores gasto em transporte, não foi possível verificar o custo real do transporte de matéria-prima das indústrias em questão, apenas o percentual de redução destas. Porém representa um valor a ser considerado, pelo fato de afeta diretamente na arrecadação mensal da empresa.

### 5.3 CUSTO DE TRATAMENTO DO LODO

Apesar de muitos os estudos sobre a incorporação do lodo em ETAs não foi encontrado nenhum que registrasse a necessidade de um tratamento prévio do material a ser utilizado. Sendo necessárias pesquisas mais aprofundada do assunto e ensaios laboratoriais para tal.

Segundo Richter (2001, p. 1), em casos de aplicações do lodo em terrenos, aterros sanitários e aproveitamento de subproduto, exigem de desidratação do lodo em um nível que permita facilitar seu manuseio e reduzir os custos de transporte, por meio de redução de volume e conseqüentemente aumento da densidade. Porém, esse custo esta envolvido com a estação de tratamento geradora do resíduo, não seria o caso a ser incluído aos custos das cerâmicas. O mesmo ocorre com as análises físico-químicas do lodo, para sua utilização seria essencial as análise desse lodo por lote de produção, porém, essas análises são de obrigação das ETAs, podendo ser disponibilizadas as cerâmicas.

Este procedimento, de utilização de lodo na produção de tijolos, apresenta benefícios ao meio ambiente, pois soluciona o problema de destinação do resíduo gerado nas estações de tratamento e reduz o uso de argila, principal matéria-prima de tijolos. Outras grandes vantagens desta destinação é a economia por parte da ETA em relação a disposição final deste resíduo, a possível geração de empregos diretos e indiretos, o aumento da vida útil dos aterros, entre outros.



## 6. CONCLUSÃO

Com o constante crescimento populacional, a geração de resíduos vem crescendo paralelamente e de forma acelerada, aumentando com isso a demanda por água potável e a necessidade de tratamento desses resíduos. Sendo este um dos problemas mais agravantes para a sociedade atual. Assim, torna-se indispensável a utilização de programas de minimização de resíduos, reaproveitamento e destinação adequada para os mesmos.

Sendo o lodo um resíduo oriundo do processo de tratamento de água e esgoto, e que tem como sua principal destinação os aterros sanitários, este destino diminui a vida do aterro, intensificando com isso, a problemática dos resíduos urbanos gerados. Devido a estes fatores, cresce a necessidade da utilização de tecnologias sustentáveis e econômicas, capazes de trazer benefícios para a sociedade como produtos de baixo custo e ao meio ambiente com redução de impactos ambientais.

Neste sentido, o trabalho teve como objetivo analisar a composição de custos da utilização do lodo oriundo do tratamento de água, como parte da matéria-prima utilizada na produção de tijolos em olarias de cerâmica vermelha, por meio de pesquisas bibliográficas e coleta de dados.

Foi verificado que é possível esta utilização e que a mesma acarretaria em uma redução de até 10% do volume de argila utilizado sem comprometer a qualidade do produto final. Pelo fato do lodo ser um resíduo de estação de tratamento de água, comumente localizada próxima à cidade que receberá o abastecimento, a utilização deste material pode representar uma economia nos custos envolvendo transporte de matéria-prima. Esta economia depende da localização da cerâmica, nos casos em análises chegaram até 5,86%. Quanto ao tratamento prévio deste material, não foram verificados nenhum custo, porém pesquisas mais aprofundadas devem ser realizadas nesse quesito.

Espera-se que esse trabalho sirva como influência desta nova metodologia de produção com a utilização da matéria-prima sustentável, assim como futuros estudos

nesta área. Sendo essa utilização uma alternativa muito vantajosa em quesitos ambientais e econômicos, sugiro pesquisas a partir deste estudo analisando características físico-químicas e biológicas do lodo da ETA de Jataizinho, confecção de tijolos modelos com este lodo em laboratório para análises estruturais visando atender as respectivas normas e análises econômico-financeiras para cada empresa utilizando os dados orçamentais destas, a demanda de espaço para a disposição da matéria-prima e o custo em equipamento de proteção de segurança, devido ao fato do lodo conter microrganismos patogênicos.

## REFERÊNCIAL TEÓRICO

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. São Paulo, 2004

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7171: Bloco cerâmico para alvenaria**. Rio de Janeiro: 1992.

BRASIL. **DECRETO Nº8.211, de 21 de março de 2014**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/\\_Ato2011-14/2014/Decreto/D8211.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-14/2014/Decreto/D8211.htm)>. Acesso em: 30 out. 2014.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)>. Acesso em: 20 abr. 2015

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 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: 20 out. 2014.

BRASIL. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em: 20 abr. 2015.

CARDOSO, Elis R. C.; LAMEIRA, Renato de O. L. **Estado-da-arte da utilização do lodo de ETA como matéria-prima na indústria cerâmica brasileira**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil - Universidade da Amazônia. Belém- PA .2009.

CETESB. **Guia técnico ambiental da indústria de cerâmica branca e de revestimento – Série P+L .de Produção mais Limpa**. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo – SP. 2008.

DALFOVO, Michael S.; LANA, Rogério A.; SILVEIRA Amélia. **Métodos quantitativos e qualitativos: Um resgate teórico**. Revista Interdisciplinar Ciência Aplicada. V.2, n.4, p.01-13, sem II. Blumenau – SC, 2008.

DIAS, Livia M. ; BATALIONE, Giovane; MORAIS, Flávio U. ; SOBRINHO, José F. ; RIBEIRO, Marlos C.; LISBOA, Murillo S. **Alternativa de destinação final do lodo de estação de tratamento de água – Fabricação de blocos cerâmicos**. Goiânia – GO.2004 . Disponível em:  
< <http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/dias.pdf>> . Acessado em : 27 abr. 2015.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Ed. 5, São Paulo: Editora Atlas, p. 26-30/118-119, 2010.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios da Administração Financeira**. Ed.12, São Paulo: Editora Pearson, p.364-380, 2010.

GOLUEKE, Clarence G. **When is compost safe?** Seção IV do Managing Sludge by Composting. Editado por BioCicle Journal of Waste Recycling, p. 322, 1984.

HOPPEN, Cinthya; PORTELLA, Kleber F.; ANDROELI Cleverson V. A.; SALES, Almir; JOUKOSKI, Alex. **Estudo de dosagem para incorporação do lodo de E.T.A em matriz de concreto, como forma de disposição final**. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23. Campo Grande-MT. Set. 2005.

IBGE. **Estimativa de População 2013**. Disponível em:  
<[ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas\\_de\\_Populacao/Estimativas\\_2013/populacoes\\_estimativas\\_BR\\_UF\\_TCU\\_31\\_10\\_2013.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2013/populacoes_estimativas_BR_UF_TCU_31_10_2013.pdf)> Acessado em 25 jan. 2015

LAKATOS, Eva Maria.; MARCONI Marina de A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: 5ª Edição. Atlas, p. 65, 2003.

MACHADO, Amanda O. ; ARAÚJO, Joyce A. **Avaliação de tijolos ecológicos compostos por lodo de ETA e resíduos da construção civil**. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia,11. Porto Alegre – RS. Out, 2014.

MULLER, Elzelis A. **Avaliação do uso de lodos de estação de tratamento de água como matéria-prima na confecção de tijolos cerâmicos: Estudo de caso – ETA Bolonha**. Dissertação de pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Pará. Belém - PA. 2009.

NASCIMENTO, Waldécio S. A. **Avaliação dos impactos ambientais gerados por uma indústria cerâmica típica da região do Seridó/RN**. Dissertação de mestrado para mestre em Engenharia Mecânica – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal- RN. 2007.

NOGUEIRA, Gilberto F. **Caracterização geográfica e aspecto socio-ambientais da mineração de argila em Jataizinho - PR**. Monografia de título de Bacharel em Geografia – Universidade Estadual de Londrina. Londrina - PR. 2005.

PORTELA, M. B.; GOME, J. M. A. **Os danos ambientais resultantes da extração de argila no bairro Olarias em Teresina-PI**. II Jornada Internacional de Políticas Públicas – Universidade Federal do Maranhão. São Luís – MA. Agosto, 2005.

PORRAS, Álvaro C.; ISAAC, Ricardo de L.; MORITA, Dione. **Incorporação de lodo de tratamento de água e agregado reciclado de resíduo da construção civil em elementos de alvenaria – Tijolos estabilizados com cimento**. Ciencia e Ingenieria Neogranadina. Universidad Militar Nueva Granada, Colômbia. vol. 18, n. 2, dezembro, 2008.

RICHTER, C. A. **Tratamento de Lodo de Estação de Tratamento de Água**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2001.

SAAE, 2013. **Sobre o SAAE** - Serviço Autônomo de Água e Esgoto. Jataizinho – PR. Disponível em: < [http://www.saejat.com.br/conteudo\\_texto\\_1.html](http://www.saejat.com.br/conteudo_texto_1.html)>. Acesso em: 28 abr. 2014.

SILVEIRA, Cristiane. **Desaguamento de lodo de estação de tratamento de água por leito de drenagem / secagem com manta geotêxtil**. Dissertação de mestrado para mestre em Engenharia de Edificações e Saneamento – Universidade Estadual de Londrina. Londrina- PR. 2012.

SNIS. **Tabelas completas de informações e indicadores dos prestadores de serviços regionais 2013**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=105>> . Acessado em: 15 abr. 2015

SUGUINO, Eduardo; FREITAS, Anielly de P. F.; VASQUE, Henrique. **Potencial de uso do lodo de estações de tratamento de água e esgoto**. Pesquisa & Tecnologia, vol. 10, n. 2, Jul-Dez, 2013.

TSUTIYA, Milton T.; HIRATA, Angélica Y. **Aproveitamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água do estado de São Paulo**. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21. João Pessoa – PA. Jul. 2001.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.