

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA  
CAMPUS JARAGUÁ DO SUL  
CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA (MODALIDADE: INTEGRADO)**

**CARACTERIZAÇÃO DO PÓ CERÂMICO A PARTIR DA ARGILA PROVENIENTE  
DO LODO DE ETA PARA POSSÍVEL APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA COSMÉTICA**

**ALINE REPULA DOS SANTOS  
ANATANA MILEIDE WACHHOLZ  
JONATHAN FRANZEN FAGUNDES  
KARINA CASTRO DE AMORIM  
MAYARA CRISTINA DE AZEVEDO**

**JARAGUÁ DO SUL**

**2016**

**ALINE REPULA DOS SANTOS  
ANATANA MILEIDE WACHHOLZ  
JONATHAN FRANZEN FAGUNDES  
KARINA CASTRO DE AMORIM  
MAYARA CRISTINA DE AZEVEDO**

**CARACTERIZAÇÃO DO PÓ CERÂMICO A PARTIR DA ARGILA PROVENIENTE  
DO LODO DE ETA PARA POSSÍVEL APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA COSMÉTICA**

**Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo formativo  
diversificado “Conectando Saberes” do Curso  
Técnico em Química (Modalidade: Integrado) do  
Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia  
de Santa Catarina - Câmpus Jaraguá do Sul.**

**Orientador: Prof. Giovani Pakuszewski**

**Co-orientadora: Profa. Ana Paula Aparecida Duarte  
Souza**

**Coordenador: Prof. Elder Correa Leopoldino**

**JARAGUÁ DO SUL**

**2016**

## SUMÁRIO

<b>1. TEMA</b> .....	3
<b>2. DELIMITAÇÃO DO TEMA</b> .....	3
<b>3. QUESTÃO PROBLEMA</b> .....	3
<b>4. HIPÓTESES</b> .....	3
<b>5. OBJETIVOS</b> .....	4
<b>5.1. Objetivo geral</b> .....	4
<b>5.2. Objetivos específicos</b> .....	4
<b>6. JUSTIFICATIVA</b> .....	5
<b>7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	6
<b>7.1 Solo</b> .....	6
7.1.1 Tipos de solo.....	6
7.1.2 Solo argiloso.....	7
7.1.3 Composição genérica de solos argilosos.....	7
<b>7.2 Tipos de argila</b> .....	8
7.2.1 Aplicações da argila.....	9
<b>7.3 Cerâmica</b> .....	10
7.3.1 Caulim.....	11
<b>7.4 Composição do pó facial</b> .....	11
<b>7.5 pH cutâneo</b> .....	12
<b>7.6 Tratamento de água do SAMAE</b> .....	13
<b>7.7 Lodo</b> .....	14
7.7.1 Lodo de ETA.....	14
7.7.2 Legislação referente ao lodo de ETA.....	15
<b>8. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	15
<b>8.1 Preparação das amostras</b> .....	15
<b>8.2 Calcinação e caracterização</b> .....	16
<b>9. CRONOGRAMA</b> .....	16
<b>10. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO</b> .....	17
<b>11. ANEXOS</b> .....	21

## **1. TEMA**

Preparação e caracterização do pó cerâmico originário do lodo do Rio Itapocu proveniente de ETA e do lodo do Rio Itapocu, não tratado, para aplicação na indústria cosmética.

## **2. DELIMITAÇÃO DO TEMA**

Preparação e caracterização de pós cerâmicos a partir da argila proveniente do lodo de ETA (estação de tratamento de afluentes), tratado pelo SAMAE, e do lodo sem tratamento do Rio Itapocu para verificar a possibilidade de aplicação na indústria cosmética, especificamente na produção de pó facial.

## **3. QUESTÃO PROBLEMA**

O pó cerâmico produzido das argilas provenientes do lodo da região de Jaraguá do Sul está dentro dos parâmetros para aplicação na indústria cosmética?

## **4. HIPÓTESES**

- Os pós cerâmicos a serem analisados possuem composição similar aos pós cerâmicos utilizados para a produção de pó facial na indústria cosmética.
- O teor de matéria orgânica presente no lodo tratado pelo SAMAE é menor se comparado ao teor de matéria orgânica presente no lodo sem tratamento prévio.
- A proporção de minerais existente no lodo de ETA tratado pelo SAMAE é menor do que a proporção existente no lodo de ETE determinada pelo Ministério do Meio Ambiente - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 375, de 29 de agosto de 2006.

- A quantidade de elementos nocivos é relativamente alta no lodo não tratado originário do Rio Itapocu.
- É possível tratar o lodo do Rio Itapocu e o lodo proveniente do SAMAE para que o teor de elementos nocivos não seja prejudicial à saúde humana e ao meio ambiente.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo geral**

Preparar e caracterizar físico-quimicamente os pós cerâmicos do lodo proveniente da ETA do SAMAE e do lodo não tratado do Rio Itapocu para possível aplicação na indústria cosmética.

### **5.2. Objetivos específicos**

- Coletar o lodo proveniente de ETA do SAMAE;
- Coletar o lodo diretamente do Rio Itapocu sem tratamento prévio;
- Calcinar o lodo de ETA e o lodo não tratado;
- Padronizar a granulometria de ambos os pós cerâmicos obtidos;
- Realizar análises físico químicas com os pós cerâmicos;
- Verificar a possibilidade de aplicação dos pós cerâmicos provenientes do lodo na produção de pós faciais;
- Verificar a viabilidade financeira de produção do pó facial a partir dos pós cerâmicos obtidos;
- Comparar o pó cerâmico originário do lodo de ETA tratado pelo SAMAE com o pó cerâmico proveniente do lodo do Rio Itapocu não tratado.

## 6. JUSTIFICATIVA

O SAMAE (Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto) é a instituição responsável pelos serviços de saneamento básico na cidade de Jaraguá do Sul. A corporação conta com sete ETAs na cidade, tendo como principal a estação de tratamento situada no bairro Chico de Paula, cuja qual trata cerca de 375 L/s.

Durante o processo de tratamento de afluentes, é gerado o lodo nos tanques de decantação, na estação, pode-se estimar uma produção média de 1.500 kg/dia, ou 45 toneladas, por mês de lodo como resíduo sólido.

Segundo Achon, Barroso e Cordeiro (2013), o lodo é definido como resíduo sólido, e, portanto, deve estar em consonância com os preceitos da Lei 12.305/2010 (artigo 3º, inciso XVI) (BRASIL, 2010) e da série de normas NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004).

A legislação direta a qual a instituição segue, é a Resolução Conama nº 357/2005. Além disso há a Lei nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e a Lei Municipal nº 6.529 de 20/11/2012, que aprova o Plano Municipal de Saneamento Básico.

O SAMAE por sua vez, possui somente um sistema de deságue de lodo, mecanizado, do tipo prensa parafuso de operação contínua que, atualmente, são removidas no máximo 20 toneladas por mês, que são encaminhados para aterro industrial.

A instituição gasta em média R\$ 163,48 por tonelada, resultando em aproximadamente R\$ 39.235,20/ano em transporte e destinação de lodo de ETA. Sem considerar os custos com o desaguamento, mão de obra, produtos químicos, energia elétrica, manutenção e depreciação.

Este resíduo, uma vez depositado em aterro sanitário, permanece inerte e não sofre degradação nem quaisquer outro tipo de decomposição natural, além do que, o lodo proveniente de uma ETA pode possuir agentes químicos acumulativos que a longo prazo pode causar alguns danos ambientais, como contaminação do solo, se não destinado de maneira correta.

Segundo Tartari *et al.* (2011), dentre os componentes básicos do lodo de ETA, está presente a argila mineral:

A composição química do lodo é formada por 74 % dos óxidos de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . A perda ao fogo de 20,4 % se deve à presença

de águas intersticiais de coordenação zeolítica, hidroxilas dos argilominerais e dos hidróxidos existentes, como também, pode originar-se parcialmente dos componentes de matéria orgânica volátil. (TARTARI *et al.*, 2011)

Com base nisso, a pesquisa em questão visa calcinar o lodo proveniente deste tipo de tratamento para a produção de pó cerâmico verificando, assim, uma possível reutilização do mesmo para a aplicação na indústria cosmética, dando uma finalidade sustentável para esse resíduo, conseqüentemente, diminuindo a quantidade de matéria destinada para o aterro sanitário.

## **7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **7.1 Solo**

Citando Melo e Alleoni (2009), o solo é um elemento natural de recurso renovável de extrema importância para a vida de muitas espécies. É dele que se originam todos os alimentos que necessitamos para nossa sobrevivência e também é dele que provém várias das nossas construções.

O solo pode ser agrupado pela sua cor, conforme Coelho (2003) *avermelhados e amarelos* - possuem grande quantidade de óxido de ferro, *escuros* - indicam alta presença de materiais orgânicos, *claros* - indicam ausência ou fraca presença de materiais orgânicos.

#### **7.1.1 Tipos de solo**

Segundo Melo e Alleoni (2009) o solo é dividido em alguns grupos, sendo estes: solo humoso, solo calcário, solo arenoso, e solo argiloso.

O solo humoso, também chamado de terra preta, é rico em húmus e é bastante fértil, pois o húmus tende a manter a água no solo tornando poroso, desta forma acontece a decomposição de materiais orgânicos e a produção de sais minerais que as plantas necessitam. É o tipo de solo mais apropriado para a agricultura.

O solo calcário, típico de regiões desérticas, é um solo impróprio para o plantio por ser formado por muitas partículas rochosas.

O solo arenoso, também chamado de solo leve, tem como a maior parte da sua composição a areia, geralmente possui desfalque de nutrientes, são porosos e possuem grande permeabilidade a água.

O solo argiloso, chamado de solo pesado, contém em sua composição uma grande parte de argila, é impermeável a água e é rico em nutrientes. Apesar de seus grãos serem menores este solo é compacto devido ao condensamento de partículas. Em altas temperaturas diminui a porosidade apresentando rachaduras e, se encharcado, prejudica o crescimento das plantas.

### **7.1.2 Solo argiloso**

De forma geral, o solo argiloso é um material resultante de um processo de decomposição lento de rochas que pode ser definido como “um material natural de textura terrosa e de baixa granulometria, que desenvolve plasticidade quando misturado com uma quantidade limitada de água” (AGUIAR; NOVAES, 2002). Existem vários tipos de argilas, que apresentam cores diversas e estão presentes em grande parte da superfície da terrestre, chegando a cerca de 75% das rochas sedimentares do planeta.

As argilas formaram-se na crosta terrestre pela desintegração de rochas ígneas sob a ação incessante dos agentes atmosféricos. Sua origem mais comum são os feldspatos, minerais existentes nos granitos e pórfiros [...] Do ponto de vista químico, as argilas são formadas essencialmente por silicatos hidratados de alumínio, ferro e magnésio. Todas as argilas são constituídas basicamente por partículas cristalinas bastante pequenas de um número restrito de minerais conhecidos como argilominerais. (ARAÚJO, 2008)

### **7.1.3 Composição genérica de solos argilosos**

De acordo com Melo e Alleoni (2009), a argila é composta, basicamente, por silicato de alumínio hidratado, também chamado de caulinita, ou caulim  $Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$  óxidos e

hidróxidos de ferro e alumínio, e, variados minerais típicos de cada região, como feldspato, diversos silicatos, carbonatos, fosfatos, silício, alumínio, ferro, magnésio e cálcio. Os autores ainda afirmam que os solos argilosos têm em sua maior parte caulinita, que é um mineral de extrema importância para essa pesquisa:

Nos solos desenvolvidos sob condições tropicais úmidas, a caulinita, normalmente, é o principal mineral da fração argila [...] A caulinita interfere em vários processos físico-químicos do solo: formação de agregados, porosidade, retenção de água, drenagem, reações de troca, lixiviação de nutrientes, etc. (MELO; ALLEONI, 2009)

## 7.2 Tipos de argila

Conforme Amorim e Piazza (200\_), a argila possui vários tipos e funções dentro da estética e entre as mais utilizadas estão as argilas branca, verde, vermelha, rosa, preta, amarela e roxa.

A argila branca, também nomeada por caulim, é abundante em compostos minerais agentes de coloração e ação terapêutica.

Este padrão de argila é oriundo da transformação de rochas e sua coloração deve-se a ausência de alguns traços e por apresentar alta quantidade de alumínio oferece propriedades cicatrizantes. Sua composição mineralógica é constituída por uma mistura de quartzo e caolinita. Na estética é reconhecida por facilitar a circulação sanguínea e promover ação antisséptica da pele. (AMORIM; PIAZZA, 200\_)

A argila verde ou acinzentada, possui abundante quantidade de silício e zinco, oferecendo propriedade adstringente e purificadora. A presença de óxido de ferro é responsável pela coloração, atuando em coesão com outros minerais presentes em sua composição. A formação mineralógica da mesma corresponde a uma mistura de quartzo, esmectita, illita e caulinita. No campo estético, a argila verde é usada para combater a celulite e ainda é indicada para peles oleosas.

A argila vermelha é rica em óxido de ferro e cobre, que são elementos importantes na respiração celular e na transferência de elétrons. Sua composição mineralógica qualitativa corresponde a uma mistura de quartzo, esmectita, illita e caulinita. É reguladora do fluxo sanguíneo e vascular, tem efeito anti-flacidez e ativadora da microcirculação.

A argila rosa pode ser definida como “uma mistura de argila branca e vermelha, menos absorvente e mais suave do que a argila verde” (AMORIM; PIAZZA, 200\_). É composta por quartzo, esmectita, illita e caulinita e na estética tem efeito antioxidante, calmante e muito usada para peles secas e sensíveis.

Em concordância com Amorim e Piazza (200\_) a argila preta, ou lama-negra, é associada a grandes quantidades de matéria orgânica e à água, formando uma lama viscosa e de cor escura. É uma das mais raras argilas e, além de anti-inflamatória, possui capacidade cicatrizante, antiartrósica e antitumoral.

A argila amarela é abundante em silício e potássio, sendo remineralizante de colágeno da pele, tem como função ajudar na nutrição e na reconstituição celular, retardando e contribuindo desta maneira para o anti envelhecimento cutâneo.

Conforme Amorim e Piazza (200\_), Argila roxa é farta em magnésio, induz à síntese regeneradora do colágeno e é usada para promover a nutrição celular e na eliminação de toxinas.

### **7.2.1 Aplicações da argila**

A argila tem inúmeras propriedades, desta forma tendo também diversas aplicações na área da medicina e no domínio da cerâmica, onde as suas propriedades básicas são a plasticidade e o endurecimento quando a argila é cozida ou queimada. Com as argilas cauliníticas pode-se fabricar faianças domésticas e sanitárias e usando fornos de alta temperatura produzem-se porcelanas devido à vitrificação. Outra função para argila é a aplicação no setor de construção civil, no qual a argila é usada como matéria-prima para telhas e tijolos. Dentre os diferentes campos de aplicação da argila estão também as indústrias do papel, do cimento, de refratários, da borracha, de aglomerantes de areia em moldes para fundição, dos plásticos, de tintas plásticas, entre outros. (GEOMUSEU, 200\_)

Além destas, pode-se ressaltar sua extrema importância na área cosmética:

O uso de argilas na área cosmética tem despertado interesse, sobretudo por suas propriedades como calmante, cicatrizante, absorvente, esfoliante suave e adstringente, devido à presença de elementos como silício (Si), alumínio (Al), ferro (Fe), potássio (K), entre outros. O uso de argilas vem sendo cada vez mais divulgado no âmbito da Cosmetologia, principalmente em máscaras faciais e corporais devido à capacidade das argilas absorverem lipídios e toxinas presentes na pele. No entanto, por serem oriundas da natureza, antes de serem incorporadas em formulações cosméticas, devem passar por processo de descontaminação para reduzir a quantidade microbiana a valores aceitáveis, especificados pela legislação brasileira (Resolução nº 481, de 23 de setembro de 1999 – ANVISA), para que não sejam comprometidas as características físico-químicas do produto cosmético e preservadas a segurança e eficácia do produto ao consumidor. (PETERLE, 2014)

### 7.3 Cerâmica

Acordando com A Evolução dos Materiais. Parte1: da Pré-história Ao Início da Era Moderna (2006), a cerâmica, derivada do grego “kéramos” (terra queimada), é um material de grande resistência, frequentemente encontrado em escavações arqueológicas. A cerâmica é produzida há aproximadamente 15 mil anos pelo aquecimento de solos argilosos. O uso da cerâmica tornou-se necessário após o período de Pré-História quando a humanidade se desenvolveu no âmbito agrícola necessitando de recipientes para guardar alimentos e sementes.

Conforme Bylaardt *et al.* (2016), a cerâmica passou a substituir a pedra trabalhada, a madeira e os utensílios feitos de outros materiais como coco. As primeiras cerâmicas das quais de tem conhecimento são vasos de barro que possuíam cor de argila natural ou eram enegrecidas por óxidos de ferro.

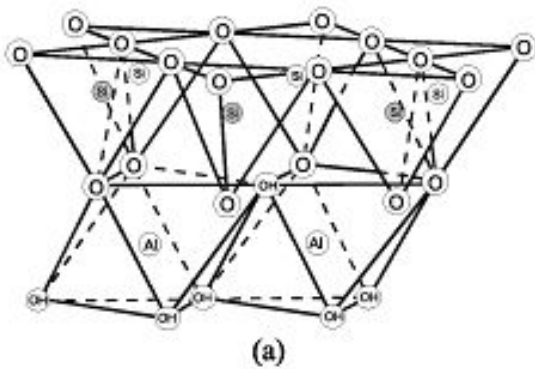
Fatos históricos também demonstram a utilização da argila, juntamente com a farinha de arroz, para a produção do pó de arroz (o pó facial da antiguidade). Todavia, com o passar dos anos a utilização da cerâmica foi sendo aperfeiçoada industrialmente, desde a produção de materiais civis à produção de cosméticos, inclusive na produção de pó facial.

Segundo Motta, Zanardo e Cabral Junior (2001), o processamento da argila para obtenção do pó cerâmico é realizado em função da queima da mesma a temperaturas entre 800°C e 1.200°C, em escala laboratorial é possível a produção do mesmo em muflas.

A cerâmica possui vários componentes, e a mesma apresenta variação de cor conforme a quantidade de compostos presentes na mesma, genericamente possui na sua composição o talco ( $Mg_3 (Si_4O_{10}) (OH)_2$ ) >10% (PONTES; ALMEIDA, 2005), calcário (>10%), quartzo (entre  $\approx$  10% e 20%) e o caulim ( $\approx$  20%). (MOTTA; ZANARDO; CABRAL JUNIOR, 2001).

### 7.3.1 Caulim

Acordando com Grim (1958), o termo caulim é utilizado para denominar a rocha que contém a caulinita ( $Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$ ) como o seu principal constituinte e para o produto resultante do seu beneficiamento. A definição de caulinita pode ser dada como “ o principal mineral constituinte dos minérios de caulim e um dos principais minerais de ganga presente nos minérios bauxíticos” (RODRIGUES, 2012).



**Figura 1:** Esquema da estrutura cristalina da caulinita.  
Adaptação de Lemes, Figueiredo Filho e Pires (2002)

A caulinita é um argilomineral de alumínio hidratado, com cristalografia pseudo-hexagonal, composto por 39,5 % de  $Al_2O_3$ , 46,5 % de  $SiO_2$  e 14,0 % de  $H_2O$  (VARELA *et al.*, 2005). Acordando com Coelho (2003), esse mineral tem funcionalidades diversas e é a matéria-prima básica da indústria cerâmica, utilizada na fabricação de porcelana, em pigmentos à base de anilina, como veículo inerte para inseticida, na medicina como absorventes de toxinas, na

fabricação de borracha de alta qualidade, na fabricação de plásticos e na fabricação de cosméticos, estando presente na composição do pó facial.

#### 7.4 Composição do pó facial

De acordo com Moore (2008), a composição do pó facial industrial se dá pela junção de substâncias absorventes, adstringentes, texturantes, fixantes, emolientes e responsáveis pelo cheiro e pela cor. O caulim, sendo uma das substâncias absorventes, é facilmente encontrado na argila:

*Tabela 1. Formulação típica do pó facial*

<b><i>Ingrediente</i></b>	<b><i>Função</i></b>	<b><i>Porcentagem</i></b>
Talco	Absorvente	60-70%
Óxido de zinco	Adstringente	10-15%
Caulim	Absorvente	10-15%
Estearatos de magnésio e zinco	Textura	5-25%
Álcool cetílico	Fixador	1%
Óleo mineral	Emoliente	2%
Lanolina, perfume, tintura	Amolecer, cheiro, cor	2%

*Fonte: MOORE, 2008*

#### 7.5 pH cutâneo

Visando a possibilidade do material que virá a ser obtido entrar em contato com a pele humana, o pH deste mesmo material é de extrema importância. Desta forma observa-se que várias técnicas foram desenvolvidas para o estudo da variável pH, destacando-se as medidas potenciométricas. "Essas medidas são feitas com diversos tipos de eletrodos: hidrogênio, quinidrona, antimônio". (LEONARDI; GASPAR; CAMPOS, 2002).

Em conformidade com Leonardi, Gaspar e Campos (2002), em meio aos diversos recursos usados para hidratar a pele, a adição de substâncias ativas em formulações cosméticas tem sido um fato bastante frequente, cujo as quais influenciam no pH da pele humana. O equipamento responsável pela medição do pH é o pHmetro que, neste caso, avalia o pH superficial da pele

O pH, isto é, a concentração hidrogeniônica da superfície cutânea é visto por alguns autores como um importante indicador funcional da pele, devendo-se à produção de ácido láctico e conferindo à superfície cutânea aquilo que se convencionou designar por “manto ácido cutâneo. (LEONARDI; GASPAR; CAMPOS, 2002).

Ainda de acordo com Leonardi, Gaspar e Campos (2002), a pele apresenta pH levemente ácido (4,6 – 5,8), o que contribui para que ocorra proteção bactericida e fungicida em sua superfície. A determinação e o controle do pH cutâneo, sob o ponto de vista cosmético e dermatológico, são de grande utilidade, pois o contato com substâncias agressivas, como detergentes, costuma ser frequente no dia a dia, ou até mesmo para evitar a utilização de produtos tóxicos não propícios à pele humana.

## **7.6 Tratamento de água do SAMAE**

O processo de tratamento de afluente utilizado pelo SAMAE é constituído pelas etapas de captação, calha Paschal, floculador, flotor, decantador, filtro, tanque de contato, e, casa de bombas, em que cada etapa se encarrega por determinadas funções:

**Captação:** etapa responsável pela retirada de água do rio através de balsas, nas quais estão as bombas que facilitam o processo. Após retirada, a água é submetida a uma série de grades, a fim de impedir a passagem de elementos macroscópicos com o restante da água.

**Calha Paschal:** logo após a captação, a água passa por uma espécie de canal denominado “Calha Paschal” no qual a água forma um coágulo com certas partículas eletromagnéticas desestabilizadas suspensas na água, juntando-as.

**Floculador:** o floculador é composto por vários tanques nos quais há a agitação da água, unindo ainda mais as partículas desestabilizadas junto ao coágulo formado na etapa anterior,

formando os chamados flocos.

Flotador: nesta etapa os flocos são levados até a superfície do tanque através da injeção de micro-bolhas de ar, posteriormente sendo retirados com lâminas especiais.

Decantador: há o repouso da água antes agitada na floculação, fazendo com que os flocos se depositem no fundo, separando-se da água. O lodo do fundo é conduzido para tanques de depuração, em seguida prensado em filtros-prensa e mandado ao aterro sanitário.

Filtro: após passar pelo decantador, a água é direcionada para o filtro onde a mesma passa por um meio poroso, escorrendo por entre camadas de carvão antracito, pedras e areias de diferentes tamanhos que reterão as impurezas presentes.

Tanque de Contato: há a adição do Cloro para matar as bactérias, do Flúor para a prevenção de cáries dentárias e do alcalinizante a fim de corrigir o caráter ácido (pH) da água, na medida estabelecida por lei, tornando-a potável e consumível.

Casa de Bombas: posteriormente, a água passa pela casa de bombas que realiza a análise de certos fatores como o pH, a turbidez e a cor, garantindo a eficiência do tratamento.

Ressaltando que o lodo resultante da decantação dos flocos virá a ser usado neste trabalho como um dos objetos de estudo e análise.

## **7.7 Lodo**

Conforme Tartari *et al.* (2011), o lodo é uma reserva de terras misturadas a matérias orgânicas em decomposição, que se produz no fundo das águas do mar, de rios, de lagos, entre outros locais inundados ou em meio aquoso.

### **7.7.1 Lodo de ETA**

O lodo de ETA é proveniente da etapa de decantação do material em suspensão na água bruta que vem das represas para a ETA, através da adição de produtos químicos. Refere-se, principalmente, de um tipo de barro rico em ferro e manganês, além dos produtos utilizados no tratamento da água, como cloro policloreto de alumínio (acrescentado na etapa de floculação), carvão ativado e flúor (SALUSTIANO, 2009).

Por conter elementos nocivos ao ecossistema, após o tratamento da água, o lodo é tratado pelo SAMAE antes de ser destinado ao aterro sanitário. Tartari *et al.* (2011) afirma: “Os lodos de ETA contêm concentrações elevadas de elementos químicos (Al, Fe, Si, Ti, Mg, entre outros) que, quando dispostos de forma inadequada, podem gerar impactos de ordem ambiental e social”.

### **7.7.2 Legislação referente ao lodo de ETA**

Devido a falta de normas a respeito dos procedimentos que devem ser tomados nas estações de tratamento de afluentes, faz-se necessário o uso da Resolução N° 375, de 29 de agosto de 2006.

Nesta resolução, encontram-se os critérios e procedimentos que devem ser tomados a respeito do uso agrícola de lodos e esgotos gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus derivados, assim como as devidas providencias para seus fins.

As normas estabelecidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) tem como visão principal a consideração de que devido a fatores naturais e acidentais, os lodos de esgotos são resíduos que podem conter metais pesados, compostos orgânicos persistentes e patógenos em concentrações nocivas à saúde e ao meio ambiente.

Em anexo, é encontrado a resolução por completa, incluindo tabelas que contem as quantidades permitidas de substancias orgânicas, inorgânicas, bem como cargas teóricas de substancias inorgânicas.

## **8. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **8.1 Preparação das amostras**

Primeiramente, será realizado as coletas do lodo às margens do rio Itapocu próximo da empresa de tratamento e do lodo dos tanques de decantação do processo de ETA. Para a calcinação, o lodo será submetido a um processo de secagem.

Ambos os lodos serão pesados e levados a uma estufa onde serão submetidos a temperatura de 105°C por 20 minutos, em seguida transferidos para o dessecador, para então

serem pesados novamente, estes procedimentos serão repetidos até a massa das amostras permanecerem estáveis, apontando que não há mais perda de água.

## 8.2 Calcinação e caracterização

A calcinação de 40g de cada lodo, será realizada em uma mufla à temperatura de 800°C, para a obtenção do pó cerâmico. Feito isso, decorrerá a padronização da granulometria do pó cerâmico com peneiras de malha com diferentes Mesh (número de abertura por polegada linear) para obtenção de uma granulometria de 74  $\mu$ m.

Para a caracterização do pó cerâmico e do pó facial, será feito ensaios para identificação de argilominerais por difração de raios X, com base na metodologia proposta por ALBERS, A. O. F. *et al* (2002).

Este método utiliza 20 g do pó cerâmico para a preparação de uma suspensão 200 mL de água destilada e 5 mL de hidróxido de amônio (NH<sub>4</sub>OH) 1M, em seguida, a suspensão deve ser agitada e transferida para uma proveta de 250 mL onde permanecerá em repouso durante 24 h. Com uma pipeta, será retirada uma fração fina da suspensão sem a perturbação do material grosseiro depositado ao fundo da proveta, em seguida, essa fração fina será seca em estufa a 100°C, posteriormente será preparada uma suspensão pó-cerâmico-água 60,0 mg de pó por 1 cm<sup>3</sup> de água destilada. Após isso, será depositada sobre uma lâmina de vidro 3,0 mL da suspensão preparada para posteriormente ser seca em estufa e fazer possível o ensaio de difração de raios X, varrendo-se de 2 a 30° (escala 2 $\theta$ ) com velocidade de 1°/min.

## 9. CRONOGRAMA

	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
<b>Coleta de ambos os lodos</b>	X				
<b>Calcinação da argila</b>	X				
<b>Execução das</b>		X	X		

<b>análises</b>					
<b>verificação da aplicação e comparação dos pós cerâmicos</b>			X	X	
<b>Revisão bibliográfica</b>		X	X	X	
<b>Apresentação do projeto final</b>					X

## 10. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABEL, Aldori. **Caracterização de argilas para uso em saúde e estética**. Criciúma: Dezembro de 2009. Disponível em: <<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000040/000040D1.pdf>>. Acesso em: 28 jun 2016.

ACHON, Cali Laguna; BARROSO, Marcelo Melo; CORDEIRO, João Sérgio. **Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro**. 2. ed. São Pedro: Eng Sanit Ambient, 2013. 18 v. (2). Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v18n2/a03v18n2.pdf>>. Acesso em: 28 jun 2016.

**A EVOLUÇÃO DOS MATERIAIS. PARTE1: DA PRÉ-HISTÓRIA AO INÍCIO DA ERA MODERNA**. Campina Grande: R. F. Navarro, v. 1, 02 jun. 2006. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, V.1, 1 (2006) 01-11. Disponível em: <<https://aplicweb.feevale.br/site/files/documentos/pdf/32246.pdf>>. Acesso em: 02 jul 2016.

AGUIAR, Mônica R. M. P.; NOVAES, Amanda C. **REMOÇÃO DE METAIS PESADOS DE EFLUENTES INDUSTRIAIS POR ALUMINOSSILICATOS**. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v25n6b/13130.pdf>> . Acesso em: 05 jul 2016.

ALBERS, A. O. F. *et al.* **Um método simples de caracterização de argilominerais por difração de raios X.** Disponível em: <[www.scielo.br/pdf/0D/ce/v48n305/a0848305.pdf](http://www.scielo.br/pdf/0D/ce/v48n305/a0848305.pdf)>. Acesso em: 05 de jul. 2016.

AMORIM, Monthana Imai de; PIAZZA, Fátima Cecília Poletto. **USO DAS ARGILAS NA ESTÉTICA FACIAL E CORPORAL.** 200\_. Disponível em: <[http://siaibib01.univali.br/pdf/Monthana Imai de Amorim.pdf](http://siaibib01.univali.br/pdf/Monthana%20Imai%20de%20Amorim.pdf)>. Acesso em: 04 mai 2016.

ARAÚJO, Janiara Ferreira. **A influência da adição de caulim, quartzo e feldspato potássico na formulação de massas cerâmicas para telhas: Modelo Estatístico.** 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/15568/1/JaniaraFA.pdf>> Acesso em: 05 jul 2016.

BRASIL. Lei numero 9.605, 12 de Fev. 1998. *Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.* DF, 12 fev. 1998; 177º da independência e 110º da República. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm)>.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução N°375, de 29 de agosto de 2006.* Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. CONAMA.

BYLAARDT, Marina Paulino *et al.* **A ORIGEM DA CERÂMICA.** 2016. Disponível em: <<http://www.eba.ufmg.br/alunos/kurtnavigator/artes artesanato/origem.html>>. Acesso em: 13 jun 2016.

COELHO, Maurício Rizzato *et al.* **Solos: tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas.** 2003. Disponível em:  
<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/974201/1/Ecosystemacap3C.pdf>>.  
Acesso em: 02 jul 2016.

GEOMUSEU - **Ficha técnica das argilas.** 200\_. Disponível em:  
<<http://geomuseu.ist.utl.pt/BIMineral/.../Argilas/Ficha%20-%20ARGILAS.doc>>. Acesso em: 12 jun 2016.

GRIM, R. E. (1958). **Clay Mineralogy.** New York: McGraw-Hill, (Geological Science Series), p. 29.

LEMES, Marcos José de Lima; FIGUEIREDO FILHO, Paulo Miranda; PIRES, Maria Aparecida Faustino. **INFLUÊNCIA DA MINERALOGIA DOS SEDIMENTOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS MOGIGUAÇU E PARDO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO.** 2002. Disponível em:  
<<http://www.scielo.br/pdf/qn/v26n1/14294.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2016.

LEONARDI, Ricci Gislaíne; GASPAR, Rigo Lorena; CAMPOS, Maia Patrícia. **Estudo da variação do pH da pele humana exposta à formulação cosmética acrescida ou não das vitaminas A, E ou de ceramida, por metodologia não invasiva:**Investigação Clínica, Laboratorial e Terapêutica. 2002. Disponível em:  
<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-05962002000500006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-05962002000500006)>. Acesso em: 29 mai 2016.

MELO, Vander de Freitas; ALLEONI, Luís Reynaldo Ferracciú. **Química e mineralogia do solo:** Parte I - Conceitos Básicos. Viçosa - Mg, 2009.

MOORE, John T. **Química Para Leigos.** Alta Books Editora, 2008.

MOTTA, José Francisco Marciano; ZANARDO, Antenor; CABRAL JUNIOR, Marsis. **As Matérias-Primas Cerâmicas. Parte I: O Perfil das Principais Indústrias Cerâmicas e Seus Produtos**. 6. ed. - São Paulo: Março/Abril, 2001 p. 28-39 Disponível em: <[http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v06n02/v6n2\\_4.pdf](http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v06n02/v6n2_4.pdf)>. Acesso em: 08 jul. 2016.

PETERLE, Jonathan Parisotto. Aplicação de argilas oriundas da extração da areia em produtos cosméticos. In: XXVI SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRGS, 26., 2014, Porto Alegre. **Aplicação de argilas oriundas da extração da areia em produtos cosméticos**. Caxias do Sul: UCS, 2014

PONTES, Ivan Falcão; ALMEIDA, Salvador Luiz Matos de. **Talco**. 2005. Rochas e Minerais Industriais – CETEM. Disponível em: <[http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/handle/cetem/1086/29.TALCO ok.pdf?sequence=1](http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/handle/cetem/1086/29.TALCO%20ok.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 08 jul. 2016.

RODRIGUES, Otávia Martins Silva. **FLOTAÇÃO DE CAULINITA EM MINÉRIOS DE FERRO E BAUXÍTICO**. 2012. Disponível em: <[http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-8TFLQR/tese\\_final\\_\\_\\_otavia\\_\\_\\_flotacao\\_de\\_caulinita\\_em\\_minerios\\_de\\_ferro\\_e\\_bauxitico.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-8TFLQR/tese_final___otavia___flotacao_de_caulinita_em_minerios_de_ferro_e_bauxitico.pdf?sequence=1)> Acesso em: 08 jul 2016.

SALUSTIANO, Vagner. **Coden é uma das primeiras da RMC a ter todo o processo de tratamento do lodo da ETA licenciado**. 2009. Prefeitura Municipal de Nova Odessa. Disponível em: <<http://www.novaodessa.sp.gov.br/NoticiasImprimir.aspx?IDNoticia=6795>>. Acesso em: 28 jun 2016.

TARTARI, Rodrigo *et al.* **Lodo gerado na estação de tratamento de água Tamanduá, Foz do Iguaçu, PR, como aditivo em argilas para cerâmica vermelha: Parte I: Caracterização do lodo**

e de argilas do terceiro planalto paranaense. 2011. Disponível em:  
<<http://www.scielo.br/pdf/ce/v57n343/06.pdf>>. Acesso em: 03 jul 2016.

VARELA, M. L. *et al.* **Otimização de uma metodologia para análise mineralógica racional de argilominerais**. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v51n320/29536.pdf>>. Acesso em: 06 jul 2016.

## 11. ANEXOS

Devido a falta de normas a respeito dos procedimentos que devem ser tomados nas estações de tratamento de afluentes, faz-se necessário o uso da Resolução N° 375, de 29 de agosto de 2006.

### RESOLUÇÃO No 375 , DE 29 DE AGOSTO DE 2006

Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pelos arts. 6º , inciso II e 8º , inciso VII, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto no 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e

Considerando que a produção de lodos de esgoto é uma característica intrínseca dos processos de tratamento de esgotos e tende a um crescimento no mínimo proporcional ao crescimento da população humana e a solução para sua disposição é medida que se impõe com urgência;

Considerando que os lodos de esgoto correspondem a uma fonte potencial de riscos à saúde pública e ao ambiente e potencializam a proliferação de vetores de moléstias e organismos nocivos;

Considerando que devido a fatores naturais e acidentais os lodos de esgotos são resíduos que podem conter metais pesados, compostos orgânicos persistentes e patógenos em concentrações nocivas à saúde e ao meio ambiente;

Considerando a necessidade de dispor os lodos de esgoto provenientes das estações de tratamento de esgoto sanitário de forma adequada à proteção do meio ambiente e da saúde da população;

Considerando que o lodo de esgoto sanitário constitui fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as plantas e que sua aplicação no solo pode trazer benefícios à agricultura;

Considerando que o lodo de esgoto é um resíduo que pode conter elementos químicos e patógenos danosos à saúde e ao meio ambiente;

Considerando que o uso agrícola do lodo de esgoto é uma alternativa que apresenta vantagens ambientais quando comparado a outras práticas de destinação final.

Considerando que a aplicação do lodo de esgoto na agricultura se enquadra nos princípios de reutilização de resíduos de forma ambientalmente adequada.

**Art. 11.** Os lotes de lodo de esgoto e de produtos derivados, para o uso agrícola, devem respeitar os limites máximos de concentração dos quadros 1, 2, 3 e 4 a seguir especificadas:

### Quadro 1. Lodos de esgoto ou produto derivado - substâncias inorgânicas

Substâncias Inorgânicas	Concentração Máxima permitida no lodo de esgoto ou produto derivado (mg/kg, base seca)
Arsênio	41
Bário	1300
Cádmio	39
Chumbo	300
Cobre	1500
Cromio	1000
Mercurio	17
Molibdênio	50
Níquel	420
Selênio	100
Zinco	2800

Fonte: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO Nº 375, DE 29 DE AGOSTO DE 2006.

### Quadro 2. Cargas acumuladas teóricas permitidas de substâncias inorgânicas pela aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado em solos agrícolas

Substâncias inorgânicas	Carga acumulada teórica permitida de substâncias inorgânicas pela aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado (kg/ha)
Arsênio	30
Bário	265
Cádmio	4
Chumbo	41
Cobre	137
Cromio	154
Mercurio	1,2
Molibdênio	13
Níquel	74
Selênio	13
Zinco	445

Fonte: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO Nº 375, DE 29 DE AGOSTO DE 2006.

### Quadro 3 - Substâncias orgânicas potencialmente tóxicas a serem determinadas no lodo de esgoto ou produto derivado

<b>Substância</b>	
<b>Benzenos clorados</b>	<b>Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos</b>
1,2-Diclorobenzeno	Benzo(a)antraceno
1,3-Diclorobenzeno	Benzo(a)pireno
1,4-Diclorobenzeno	Benzo(k)fluoranteno
1,2,3-Triclorobenzeno	Indeno(1,2,3-c,d)pireno
1,2,4-Triclorobenzeno	Naftaleno
1,3,5-Triclorobenzeno	Fenantreno
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno	Lindano
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	<b>Poluentes Orgânicos Persistentes (POP's)</b> Constantes da Convenção de Estocolmo
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno	Aldrin
<b>Esteres de ftalatos</b>	Dieldrin
Di-n-butil ftalato	Endrin
Di (2-etilhexil)ftalato (DEHP)	Clordano
Dimetil ftalato	Heptacloro
<b>Fenóis não clorados</b>	DDT
Cresóis	Toxafeno
<b>Fenóis clorados</b>	Mirex
2,4-Diclorofenol	Hexaclorobenzeno
2,4,6-Triclorofenol	PCB's
Pentaclorofenol	Dioxinas e Furanos

Fonte: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO Nº 375, DE 29 DE AGOSTO DE 2006.

Quadro 4 - Concentrações permitidas de substâncias orgânicas em solos agrícolas.

Substância	Concentração permitida no solo (mg/kg)
<b>Benzenos Clorados</b>	
1,2-Diclorobenzeno	0,73
1,3-Diclorobenzeno	0,39
1,4-Diclorobenzeno	0,39
1,2,3-Triclorobenzeno	0,01
1,2,4-Triclorobenzeno	0,011
1,3,5-Triclorobenzeno	0,5
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno	0,16
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	0,01
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno	0,0065
<b>Ésteres de ftalatos</b>	
Di-n-butil ftalato	0,7
Di (2-etilhexil)ftalato (DEHP)	1
Dimetil ftalato	0,25
<b>Fenóis não clorados</b>	
Cresóis	0,16
<b>Fenóis clorados</b>	
2,4-Diclorofenol	0,031
2,4,6-Triclorofenol	2,4
Pentaclorofenol	0,16
<b>Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos</b>	
Benzo(a)antraceno	0,025
Benzo(a)pireno	0,052
Benzo(k)fluoranteno	0,38
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	0,031
Naftaleno	0,12
Fenantreno	3,3
Lindano	0,001

Fonte: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO Nº 375, DE 29 DE AGOSTO DE 2006.