

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE QUÍMICA
CURSO DE BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA**

JANAINA SILVÉRIO

**DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E
APROVEITAMENTO DE CINZAS DA QUEIMA DA LENHA DE
EUCALIPTO PARA PRODUÇÃO DE ÁGUA SANITÁRIA
ECOLÓGICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2013

JANAINA SILVÉRIO
PRISCILA APARECIDA HORN

**Determinação da composição química e aproveitamento de cinzas
da queima da lenha de eucalipto para produção de água sanitária
ecológica.**

Trabalho de Conclusão de Curso como
requisito a conclusão do Curso Bacharelado
em Química – habilitação bacharelado da
UTFPR – Campus Pato Branco.

Professora Orientadora: Dra. Cristiane Regina
Budziak-Fukamachi.

Pato Branco
2013

FOLHA DE APROVAÇÃO

O trabalho de diplomação intitulado **Determinação da composição química e aproveitamento de cinzas da queima da lenha de eucalipto para produção de água sanitária ecológica**, foi considerado APROVADO pela banca examinadora N°052B2 de 2013.

Fizeram parte da banca os Professores:

Cristiane Regina Budziack Fuchamaki

Flávia Caroline Bedin

Elidia Aparecida Vetter Ferri

AGRADECIMENTOS

Agradecemos em primeiro lugar a nossos pais, que nos ensinaram o valor de um sonho e deram apoio e estrutura para buscá-lo; aos amigos que nos mostraram através de sinceridade, lealdade e amor, o verdadeiro sentido da amizade; aos mestres que cruzamos durante nossa vida acadêmica, a nossos colegas de faculdade; A nossa orientadora Cristiane Budziak-Fukamachi., que sempre nos incentivou, ajudou e principalmente mostrou o verdadeiro papel do educador; a Deus, por proporcionar que esta vitória tenha sido alcançada; Aos colaboradores desse projeto, fazendo com que o mesmo tenha sido realizado.

"Nunca desistas de um sonho.
Só trate de ver os sinais que te
levam a ele."

Paulo Coelho

RESUMO

SILVÉRIO, Janaina; HORN, Priscila Aparecida. Determinação da composição química e aproveitamento de cinzas da queima da lenha de eucalipto para produção de água sanitária ecológica. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química Industrial), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

A queima da madeira gera uma quantidade significativa de cinzas, onde o principal nutriente encontrado é o cálcio presente na forma de cal viva (CaO) que aos poucos passa a carbonato de cálcio (CaCO_3) e ao adicionar água à cal, forma-se hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2), que é a cal extinta. Essas características promovem ao material ação alcalina o que pode contribuir para a correção da acidez do solo. Realizando análises da composição química da cinza e do produto preparado por intermédio de análises de DRX, FTIR, absorção atômica e fotometria de chama, este trabalho desenvolveu uma metodologia de reaproveitamento de cinzas da madeira de eucalipto, elaborando um produto semelhante a água sanitária comercial de modo a estimular uma postura ecologicamente correta.

Palavras-chave: Cinzas, Composição Química, Produção água sanitária

ABSTRACT

SILVÉRIO, Janaina; HORN, Priscila Aparecida. Determination of chemical composition and utilization of ash from burning wood of eucalyptus for production of ecological bleach. 35f. Work of Course Completion (Bachelor of Industrial Chemistry), Federal Technological University of Paraná. Pato Branco, 2013.

The burning of wood generate a significant amount of ash, where the main nutrient found is the calcium present in the form of quicklime (CaO) which gradually becomes calcium carbonate (CaCO_3) and to add water to the lime, so hydroxide calcium ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) which is slaked lime. These features promote alkaline material action which may contribute to correct soil acidity. Performing analysis of the chemical composition of the ash and the product prepared by XRD, FTIR, atomic absorption and flame photometry, this paper develops a technique of reusing ash eucalyptus wood, producing a product similar to commercial bleach stimulating Eco posture.

Keywords: Ash, Chemical Composition, Production bleach

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVOS GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REFERENCIAIS TEÓRICOS	13
3.1 MADEIRA DE EUCALIPTO.....	13
3.1.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA DE EUCALIPTO.....	13
3.2 CARVÃO	15
3.3 ÁGUA SANITÁRIA COMERCIAL.....	16
3.3.1 ÁGUA SANITÁRIA ECOLÓGICA.....	16
3.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	17
3.4.1 pH.....	17
3.4.2 DETERMINAÇÃO DE ÍONS Ca e K POR FOTOMETRIA DE CHAMA.....	17
3.4.3 ESPECTROSCOPIA NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO	18
3.4.4 DIFRATOMETRIA DE RAIOS-X	19
3.4.5 ESPECTROSCOPIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA.....	20
4 METODOLOGIA	22
4.1PREPARO DA ÁGUA SANITÁRIA ECOLÓGICA.....	22
4.1.1 MATERIAIS NECESSÁRIOS	22
4.3 TESTE DE EFICIÊNCIA.....	25
4.4 DETERMINAÇÃO DE Ca E Mg POR ABSORÇÃO ATÔMICA	27
4.5 ESPECTROFOTOMETRIA NO INFRAVERMELHO (FTIR).....	27
4.6 DIFRATOMETRIA DE RAIOS-X (DRX)	28
5.1 pH E TESTE DE EFICIÊNCIA.....	29
5.2 ABSORÇÃO ATÔMICA.....	30
5.3 INFRAVERMELHO	31
5.4 DIFRATOMETRIA DE RAIOS X.....	33
5.5 FOTOMETRIA DE CHAMA	34
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Difratoograma de raios X da cinza da lenha de eucalipto	15
Figura 2 - Geometria θ - 2θ de um Difratorômetro de raios X	20
Figura 3 - 1-Cinza; 2-Balde; 3-Peneira; 4-Água e espátula.....	22
Figura 4 - Separação de partículas maiores.....	23
Figura 5 - Cinza peneirada.....	24
Figura 6 - Mistura cinza com água	24
Figura 7 - Panos sujos de lama.....	25
Figura 8 - Preparo das soluções	26
Figura 9 - Tecidos sujos imersos em solução. Da esquerda para direita - água sanitária ecológica, da direita para esquerda - água sanitária comercial.	26
Figura 10 - Piso sujo. Esquerda para a direita (água sanitária ecológica); e (água sanitária comercial).	27
Figura 12 - Panos enxaguados. Direita (água sanitária comercial); esquerda (água sanitária ecológica).	29
Figura 13 - Depois de limpo (Esquerda: água sanitária ecológica); Direita (água sanitária comercial)	30
Figura 14 - Curva padrão para determinação de Mg.....	30
Figura 15 - Curva padrão para determinação de Ca	31
Figura 16 - Espectro de infravermelho da cinza de eucalipto.....	32
Figura 17 - Difratoograma de raios X da cinza de eucalipto.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição Química das cinzas da lenha de eucalipto (% peso).....	14
Tabela 2 – Características organolépticas da água sanitária ecológica.....	29
Tabela 3 - Posições no infravermelho de vibrações de ligações presentes na amostra de cinzas	33

1 INTRODUÇÃO

A madeira é o energético provavelmente mais antigo usado pelo homem, tendo grande importância nos dias de hoje para fins industriais e principalmente utiliza-se a madeira em forma de lenha como fonte de “combustível”.

No Brasil, o alto custo ou a inacessibilidade ao botijão de gás obriga as parcelas mais carentes da população a utilizarem fogões à lenha, com baixo aproveitamento energético.

De acordo com o Ministério de Minas e Energia (2008) e citado por GODOY (2008) dados do Boletim Energético Nacional de 2006 mostram que a lenha é a principal fonte do consumo total de energia residencial no Brasil, representando 37,5% do total. Frequentemente, o fogão a lenha é utilizado como complemento ao gás de cozinha.

A queima da madeira gera uma quantidade significativa de cinzas, dentre os nutrientes que podem ser encontrados nas cinzas de madeira, o cálcio o qual se apresenta sob a forma de cal viva (CaO) que aos poucos passa a carbonato de cálcio (CaCO_3) e ao se adicionar água à cal, forma-se hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2), que é a cal extinta. Essas características promovem ao material ação alcalina o que pode contribuir com a correção da acidez dos solos. (CHIRENJE & Ma, 2002; apud GONÇALVES, et. AL.2002).

Além de serem muito utilizadas para correção do solo, as cinzas oriundas da queima da madeira (lenha) pode ser utilizada também como material de limpeza, e com um custo baixo podendo atender as necessidades de qualquer classe social.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAL

Desenvolver um produto ecológico de baixo custo e alta eficiência, reaproveitando cinza de madeira.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Análises físico-químicas do material;
- Determinar a composição química da madeira utilizada;
- Testar o produto e comparar eficiência ao produto comercial;

3 REFERENCIAIS TEÓRICOS

3.1 MADEIRA DE EUCALIPTO

O plantio de Eucalipto vem se tornando muito comum nos últimos anos, em virtude de muitas empresas usarem este como fonte de energia para caldeiras, e também muito utilizada em domicílios em fogões a lenha, onde o eucalipto torna-se também fonte de energia, sendo substituído pelo botijão de gás, onde muitas famílias carentes não têm acesso.

A madeira do gênero *Eucalyptus*, tem sido bastante utilizada por apresentar rápido crescimento e também por possuir uma matriz energética renovável mais segura.

De acordo com (SANTANA, 2009), o uso da madeira como fonte de energia tem diversas vantagens ambientalmente benéficas, potencializando-o como alternativa aos combustíveis fósseis.

A madeira de eucalipto tem muitas finalidades, na região sul principalmente é muito utilizada a lenha como fins de combustível doméstico. No Brasil, a lenha também é utilizada como combustível industrial.

“Além dos usos tradicionais, como lenha, estacas, carvão vegetal, celulose e papel, chapas de fibras e de partículas, há uma forte tendência em utilizá-la, também, para usos mais nobres, como fabricação de casas, móveis e estruturas, especialmente nas regiões Sudeste e Sul” (PEREIRA; STURION; HIGA; et. al., 2000)

3.1.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA DE EUCALIPTO

De acordo com (SANTANA, 2009), a composição química da madeira é caracterizada pela presença de componentes elementares, macromoleculares e acidentais (extrativos e cinzas).

A autora ainda compartilha a ideia de que uma madeira é composta por 50% de carbono, 44% de oxigênio, 6% de hidrogênio e 0,4% de nitrogênio. Além desses elementos, são encontradas pequenas quantidades de enxofre, o que contribui para

menores problemas de poluição com compostos sulfurados, quando comparado aos combustíveis fósseis.

Segundo (PASTORE, 2004), a composição da madeira, em termos médios, é representada por:

- Celulose: 40-45%
- Hemiceluloses: 20 – 30%
- Lignina: 18 – 25% para folhosas e 25-35% para coníferas
- Extrativos: 3 – 8%
- Cinzas: 0,4%

“A parte inorgânica da constituição química da madeira é composta pelos seguintes componentes: potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), dentre outros, ou seja, é a fração que permanece como resíduo após a combustão da matéria orgânica. O teor de cinzas varia de acordo com a espécie, quantidade de casca, e pela presença de terra e areia na madeira” (SANTANA, 2009)

Quanto maior a proporção de materiais minerais na madeira, maior será a percentagem de cinzas no carvão.

A composição da lenha, estrutura, organização dos elementos constituintes são os fatores principais que determinam as suas propriedades físicas, e a finalidade comercial.

Os compostos em maior quantidade determinados na cinza da lenha de eucalipto estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1- Composição Química das cinzas da lenha de eucalipto (% peso)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	MnO ₂	Cl	SO ₃	P ₂ O ₅	SrO	PF
16,9	2,7	0,8	7,0	2,4	7,2	32,6	0,39	0,15	4,4	3,7	0,27	21,5

Fonte: [http://www.scielo.br/pdf/ce/v51n319/26791.pdf_\(2005\)](http://www.scielo.br/pdf/ce/v51n319/26791.pdf_(2005))

Segundo o trabalho realizado por GONÇALVES et al.(2009), foram encontrados para a madeira eucalipto um teor de umidade de 12% e peso específico de 0,57 g/cm³, e um poder calorífico de 4,691 Kcal/ kg.

Os autores BORLINI et al., (2005), determinaram análise da composição química da cinza proveniente da queima da lenha de eucalipto, a qual foi utilizada

em indústrias de cerâmica e obtiveram o seguinte resultado representado na figura 1.

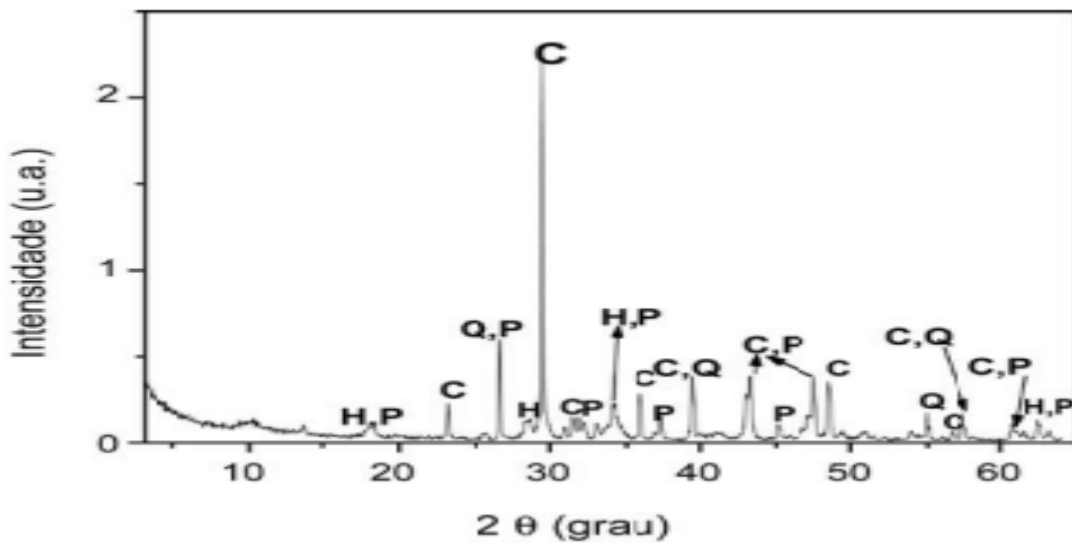


Figura 1 - Difratograma de raios X da cinza da lenha de eucalipto

Segundo a análise do difratograma de raios X, pode-se identificar os compostos presentes em maior quantidade (C = carbonato de cálcio, H = hidróxido de cálcio, P = fosfato de cálcio, Q = quartzo).

3.2 CARVÃO

O carvão vegetal é um subproduto florestal resultante da pirólise da madeira, também conhecida como carbonização ou destilação seca da madeira, um método destrutivo. (FONTES et al, 2005)

“No processo de carbonização, a madeira é aquecida em ambiente fechado, na ausência ou presença de quantidades controladas de oxigênio, a temperaturas acima de 300 °C, desprendendo vapor d'água, líquidos orgânicos e gases não condensáveis, ficando como resíduo o carvão.” (FONTES et al, 2005).

Segundo OLIVEIRA; PEREIRA; CARNEIRO; et. al. (...), os processos utilizados juntamente com as características da matéria prima irão definir os caracteres qualitativos do produto gerado, necessitando de testes para conhecimento das características físicas e químicas do carvão vegetal produzido.

De acordo com a Sociedade Brasileira de Silvicultura (2006), o Brasil é um dos maiores produtores de carvão vegetal, respondendo por cerca de 1/3 da

produção mundial. O setor industrial caracteriza-se como o principal consumidor de carvão vegetal, sendo responsável pelo consumo de 89% das 10,5 milhões de toneladas de carvão vegetal produzido no ano de 2007. (BEN, 2008).

3.3 ÁGUA SANITÁRIA COMERCIAL

O Hipoclorito de sódio (NaClO), é usada como desinfetante e como agente alvejante, é mais conhecido por seu nome comercial “água sanitária”.

O hipoclorito de sódio pode ser preparado pela absorção do gás cloro em solução de hidróxido de sódio mantida em resfriamento (abaixo dos 40 °C).

A equação está descrita abaixo:



O NaClO é produzido industrialmente pela eletrólise de uma solução de sem nenhuma separação entre o e o ânodo.

De acordo com a ANVISA “as soluções aquosas à base de hipoclorito de sódio ou cálcio, com teor de cloro ativo entre 2,0 a 2,5% p/p, durante o prazo de validade (máximo de 6 meses). Produto poderá conter apenas hidróxido de sódio ou cálcio, cloreto de sódio ou cálcio e carbonato de sódio ou cálcio como estabilizante”.

O hipoclorito de sódio (água sanitária) é utilizado como alvejante para a remoção de manchas de roupas, para desinfecção de algumas superfícies, assim como para ajudar a limpar alimentos, entre outros.

3.3.1 ÁGUA SANITÁRIA ECOLÓGICA

Na busca de novas alternativas de reaproveitamento e reutilização de recursos naturais, o termo sustentabilidade tem sido muito utilizado a modo de manter a preservação ambiental, aproveitando os materiais já existentes, como os lixos que podem ser reciclados.

Segundo GAGLIARDI (2007) o desenvolvimento sustentável consiste “em criar um modelo econômico capaz de gerar riqueza e bem estar enquanto promove a coesão social e impede a destruição da natureza”. Contudo isso busca o não

comprometimento da natureza para as gerações futuras, utilizando os recursos naturais de maneira consciente melhorando a qualidade de vida.

Dentro dessa linha de pensamento, este trabalho desenvolve uma técnica de reaproveitamento de cinzas da madeira de eucalipto, estimulando uma postura ecologicamente correta.

3.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

3.4.1 pH

As análises de pH estão entre as grandezas químicas mais importantes e mais determinadas em todos os processos químicos.

Esta grandeza foi determinada pela IUPAC (International Union of Pure and applied Chemistry). Através do valor de pH descobre-se o grau de acidez ou basicidade de uma solução.

É definido como sendo igual o logaritmo negativo da atividade do íon hidrogênio ($\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$).

As soluções podem ser consideradas ácidas ou básicas de acordo com o valor de seu pH:

- ÁCIDAS: $\text{pH} < 7,00$; $[\text{H}^+] > 1,0 \times 10^{-7} \text{ M}$
- BÁSICAS: $\text{pH} > 7,00$; $[\text{H}^+] < 1,0 \times 10^{-7} \text{ M}$
- NEUTRAS: $\text{pH} = 7,00$; $[\text{H}^+] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ M}$

Existem várias maneiras de medir o pH sem cálculos matemáticos, uma maneira bastante utilizada, é através do pHmetro.

Segundo CHEMINDUSTRY, (1999-2012), o funcionamento básico de um pH consiste em um eletrodo acoplado a um medidor de pH com uma escala que converte a tensão em valores de pH de uma solução.

3.4.2 DETERMINAÇÃO DE ÍONS Ca e K POR FOTOMETRIA DE CHAMA

A fotometria de chama é uma técnica analítica simples baseada em espectroscopia atômica, a amostra contendo íons cátions metálicos é inserida em uma chama e analisada pela quantidade de radiação emitida pelas espécies atômicas ou iônicas excitadas. Os elementos, ao receberem energia de uma chama, geram espécies excitadas que, ao retornarem para o estado fundamental, liberam parte da energia recebida na forma de radiação, em comprimentos de onda característicos para cada elemento químico. (HARRIS, 2005)

Os elementos emitem radiação eletromagnética na região do visível em uma chama ar-gás combustível (GLP), que opera entre 1700 e 1900°C. A energia fornecida é baixa, mas é suficiente para excitar Ca e K, que geram emissão de linhas atômicas características de cada elemento (CÂMARA, 2011).

3.4.3 ESPECTROSCOPIA NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO

A espectroscopia estuda a interação da radiação eletromagnética com a matéria, sendo um dos seus principais objetivos o estudo dos níveis de energia de átomos ou moléculas.

O espectro infravermelho de um composto químico é considerado uma de suas propriedades físico-químicas mais características e, por conta disto, a espectroscopia na região do infravermelho tem extensa aplicação na identificação dos compostos (MOREIRA, 2001).

A região do espectro eletromagnético correspondente ao infravermelho se estende de aproximadamente 0,75 μm até quase 1 mm, mas o segmento mais frequentemente utilizado pelos químicos está situado entre 2,5 e 25 μm (4000 a 400 cm^{-1}), conhecido como região fundamental ou infravermelho médio (SILVERSTEIN, 2007)

Um espectrofotômetro de infravermelho funciona da seguinte forma: radiações em comprimentos de onda específicas são geradas e essas radiações entram em contato com a amostra que, por sua vez, irá interagir com a radiação incidente, gerando absorções em comprimento de onda específicos, correspondente ao tipo de composto, ligação e interação existente na amostra. Normalmente o espectro de infravermelho é registrado em transmitância versus número de onda (cm^{-1}) (SKOONG; HOLLER, 2002).

O espectro infravermelho de um composto químico é considerado uma de suas propriedades físico-químicas mais características e, por conta disto, a espectroscopia na região do infravermelho tem extensa aplicação na identificação dos compostos.

3.4.4 DIFRATOMETRIA DE RAIOS-X

Essa técnica é usada para determinar o arranjo dos átomos nos compostos sólidos e para determinar comprimentos e ângulos de ligação. (ATKINS; JONES 2006).

“ A principal aplicação da difração de raios X refere-se a identificação de compostos cristalinos, sejam eles inorgânicos ou orgânicos. Um difratograma consiste de um registro da intensidade de raios difratados versus o dobro do ângulo de difração (2θ). Como o comprimento de onda da radiação-X é conhecido, é possível, por intermédio da lei de Bragg, determinar os valores dos d's para cada pico ou banda de difração. Nos trabalhos de determinação qualitativa de fases cristalinas, a prática comum é gerar um espectro com ângulo (2θ) variando de 2° a 110° ou menos, sendo as intensidades registradas em porcentagem da relação entre a raia mais intensa (100%) com os demais picos da fase. A interpretação de espectros de amostras de boa cristalinidade e monofásicas, ou de misturas simples, é muito fácil, e geralmente os próprios motores de busca dos softwares de interpretação de espectros de difração mais modernos identificam corretamente as fases presentes. À medida que coexistam na amostra diversos minerais diferentes, a complexidade das estruturas aumenta, ou que seja necessário identificar minerais presentes em pequena quantidade, a intervenção do operador se torna mais importante” (WOOD,1998).

O instrumento onde as amostras são analisadas por DRX é o Difratômetro de raios-X e nele são gerados os difratogramas.

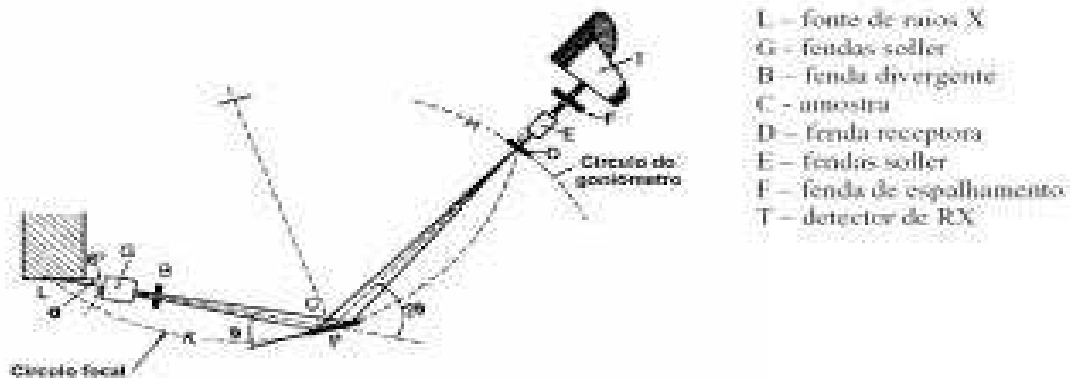


Figura 2 - Geometria θ - 2θ de um Difratômetro de raios X

A partir da fonte, os raios X atravessam a fenda Soller ou colimadores paralelos (G), a fenda de divergência (B) e irradiam a superfície da amostra (C). Os raios difratados em determinado ângulo 2θ convergem para a fenda de recepção (D). Antes ou depois da fenda de recepção pode ser colocado um segundo conjunto de colimadores (E) e uma fenda de espalhamento (F). Um monocromador do feixe difratado pode ser colocado após a fenda de recepção, na posição da fenda de espalhamento (KAHN, ...).

3.4.5 ESPECTROSCOPIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

O método baseia-se na absorção da energia radiante pelas espécies atômicas neutras, não excitadas, em estado gasoso. Cada espécie atômica possui um espectro de absorção formado por uma série de estreitas raias características devidas a transições eletrônicas envolvendo os elétrons externos. A maioria dessas transições corresponde a comprimentos de ondas nas regiões ultravioletas e visíveis. Certa espécie atômica, neutra e no estado fundamental, é capaz de absorver radiações de comprimentos de onda iguais aos das radiações que ela, quando excitada, é capaz de emitir. (SKOONG; HOLLER, 2002).

Na absorção atômica, o elemento a determinar é levado à condição de uma dispersão atômica gasosa através da qual se faz passar, então, o feixe de radiação de uma fonte apropriada. O processo usual consiste em introduzir a solução da amostra, na forma de um aerossol, em uma chama apropriada. A chama cumpre, assim, a função da célula na absorciometria convencional. A extensão da absorção, que se processa a custa de transições eletrônicas do estado fundamental a um

estado energético mais alto, é uma medida da população de átomos do elemento responsável presente na chama e, portanto, da concentração do elemento na amostra. (HARRIS, 2001)

Na absorção atômica, o objeto da medida é a radiação absorvida pelos átomos neutros no estado fundamental. Atualmente qualquer metal da tabela periódica pode ser determinado por absorção atômica, com maior ou menor dificuldades.

4 METODOLOGIA

4.1 PREPARO DA ÁGUA SANITÁRIA ECOLÓGICA

4.1.1 MATERIAIS NECESSÁRIOS

- 2kg de cinza de eucalipto (A queima da lenha foi realizada em uma churrasqueira previamente limpa)
- 4 litros de água;
- Recipiente de plástico (balde);
- Balança;
- Espátula;
- Peneira comercial;



Figura 3 - 1-Cinza; 2-Balde; 3-Peneira; 4-Água e espátula

Para o preparo do produto, peneirou-se a cinza para remover as partes mais grosseiras (Figura 5). Após esse processo pesou-se 2 kg da mesma, transferiu-se

para o recipiente de plástico, adicionou-se 4 litros de água, e, posteriormente com o auxílio de uma espátula, a mistura foi homogeneizada (Figura 6 e 7).

Todo o corpo que existe recebe a radiação solar essa radiação refletida faz com que ocorra um aumento de temperatura do ambiente, elevando essa temperatura a amostra preparada evapora mais rapidamente. Por isso é de extrema importância que após o preparo da água sanitária ecológica, a mesma seja mantida em local seco e de baixa incidência de luz. Salientando que uma marca deve ser feita no recipiente, pois durante o processo pode ocorrer vaporização, sendo necessária a adição de água para manutenção do volume desejado, para permanecer o pH adequado, se deixar que a evaporação aconteça a amostra fica muito concentrada.



Figura 4 - Separação de partículas maiores



Figura 5 - Cinza peneirada



Figura 6 - Mistura cinza com água

Após o preparo da água sanitária ecológica, a mesma ficou em repouso até decantar toda a cinza, posteriormente mediu-se o pH repetindo a avaliação após uma semana quando o produto estava pronto.

4.2 DETERMINAÇÃO DE K e Na POR FOTOMETRIA DE CHAMA

Essas análises foram realizadas no Laboratório de Solos do departamento de Agronomia da UTFPR Campus Pato Branco.

Teve por objetivo identificar a concentração de íons de Na e K presente na água sanitária ecológica preparada.

Para realizar a calibração do equipamento, utilizaram-se os seguintes padrões: K^+ (20, 40, 60, 80, 100, 120, 150 ppm respectivamente) e para Na^+ (10,20, 30, 40, 50, 60 ppm respectivamente).

Após feito a calibração do equipamento, diluiu-se a amostra na concentração de 1:100, realizando a leitura da concentração de K^+ e Na^+ .

4.3 TESTE DE EFICIÊNCIA

Comparou-se a eficiência da água sanitária ecológica com a água sanitária comercial por intermédio de teste realizado com dois tecidos que foram igualmente sujos com lama (Figura 7). O primeiro tecido foi colocado imerso em um recipiente contendo uma solução de 1L de água para 60 mL de água sanitária ecológica, o segundo tecido foi colocado em um recipiente o qual continha água sanitária comercial com mesma quantidade da solução comparada (Figura 8). Ambos tecidos foram deixados de repouso por tempo equivalente a 30 min., sendo avaliada posteriormente quanto à eficácia do produto (Figura 9).



Figura 7 - Panos sujos de lama



Figura 8 - Preparo das soluções



Figura 9 - Tecidos sujos imersos em solução. Da esquerda para direita - água sanitária ecológica, da direita para esquerda - água sanitária comercial.

Outro teste para comparar a eficiência, foi realizado em um piso sujo (Figura 10). Ao lado direito foi adicionado 50 mL de água sanitária comercial no rejunte, a mesma quantidade foi adicionada de água sanitária ecológica no lado esquerdo no rejunte. Deixou agir durante 5 min.



Figura 10 - Piso sujo. Esquerda para a direita (água sanitária ecológica); e (água sanitária comercial).

4.4 DETERMINAÇÃO DE Ca E Mg POR ABSORÇÃO ATÔMICA

A análise de absorção atômica permitiu conhecer as concentrações de Ca e Mg na amostra.

Realizou-se a curva padrão com as concentrações conhecidas de solução padrão de cada elemento 2, 4, 8 e 14 $\mu\text{g}/\text{mL}$, emitindo em cada concentração um valor de absorbância, permitindo a elaboração do gráfico de curva padrão.

4.5 ESPECTROFOTOMETRIA NO INFRAVERMELHO (FTIR)

As medidas de espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier foram realizadas em um espectrofotômetro Perkin Elmer modelo Frontier. As análises foram realizadas no modo transmitância na faixa de 4000 a 400 cm^{-1} com uma resolução de 2 cm^{-1} e acumulações de 8 varreduras. Estas análises foram realizadas na Central de Análises da UTFPR Câmpus Pato Branco.

Preparou-se a pastilha de brometo de potássio (KBr) com a amostra de cinza, e em seguida realizou-se a leitura no espectrofotômetro.

4.6 DIFRATOMETRIA DE RAIO-X (DRX)

Estas análises foram realizadas no departamento de Química da UNICENTRO, Câmpus Guarapuava, em colaboração com os professores Fauze Jacó Anaissi e Vanderlei Aparecido de Lima. As amostras em pó foram colocadas em porta amostra circular com 25 mm de diâmetro e analisadas com difratômetro Bruker modelo D2 Phaser, utilizando radiação Cu K α , com tubos de raios X sendo alimentado com voltagem de 40 kV e corrente elétrica de 30 mA, em ângulos de varredura entre 3 e 70°.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 pH E TESTE DE EFICIÊNCIA

Os resultados obtidos a partir da leitura do pH mostram que após uma semana a água sanitária ecológica se equipara ao pH da água sanitária comercial, sendo:

- pH água sanitária comercial: 11,5 a 13,0 (a 25°C)
- pH água sanitária ecológica recém preparada: 14,3 (a 25°C)
- pH água sanitária ecológica após 1 semana de preparo: 12 (a 25°C)

As características organolépticas da água sanitária ecológica são demonstradas, na tabela abaixo:

Tabela 2 – Características organolépticas da água sanitária ecológica

<i>Características Organolépticas</i>	<i>Resultado</i>
Aparência	Semelhante água sanitária comercial
Cor	Amarelado fraco
Odor	Inodoro

Após a realização dos testes de eficiência nas condições estabelecidas, obtiveram-se os comparativos de eficiência de limpeza. Pode-se perceber que a água sanitária ecológica se equipara a água sanitária comercial (Figura 12) e (Figura 13).



Figura 11 - Panos enxaguados. Direita (água sanitária comercial); esquerda (água sanitária ecológica).



Figura 12 - Depois de limpo (Esquerda: água sanitária ecológica); Direita (água sanitária comercial)

5.2 ABSORÇÃO ATÔMICA

Na absorção atômica através dos gráficos (Figura 14 e 15) da curva padrão e equação da reta, podemos determinar a concentração de Mg e Ca na amostra de cinza.

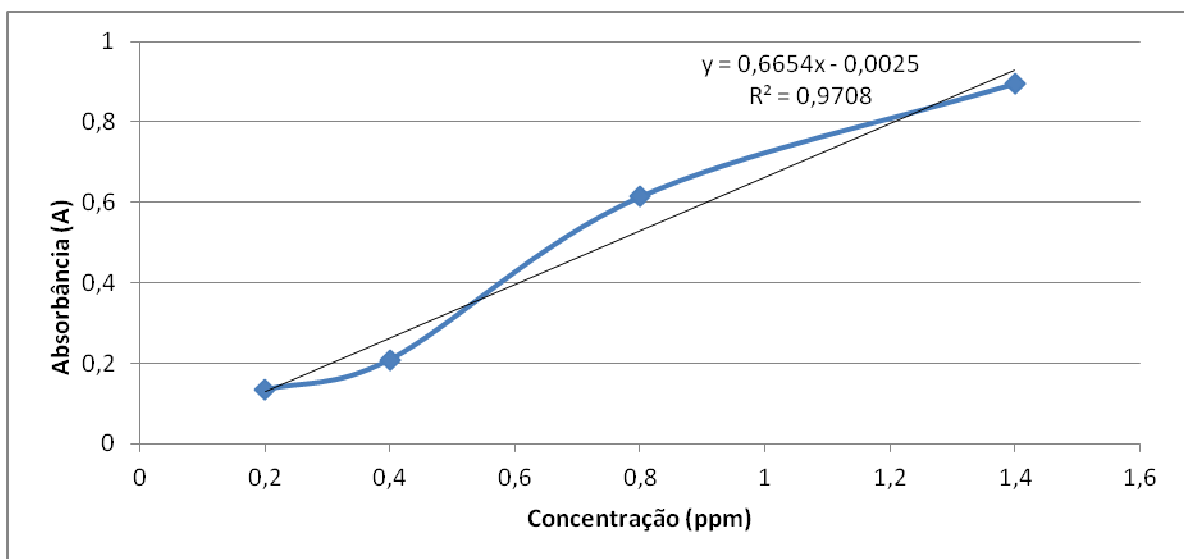


Figura 13 - Curva padrão para determinação de Mg

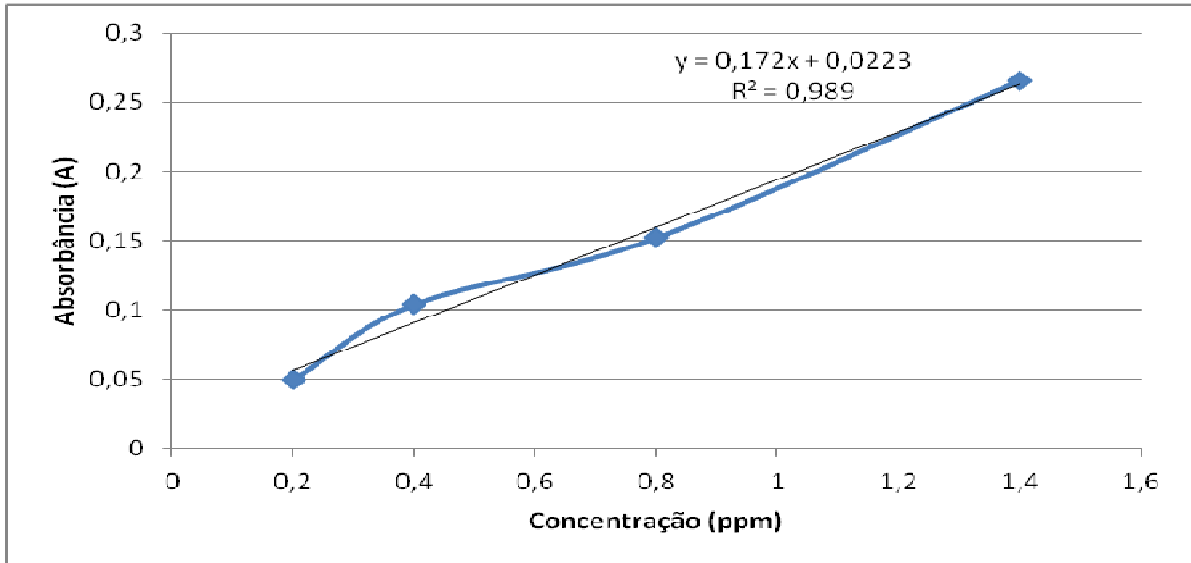


Figura 14 - Curva padrão para determinação de Ca

A partir da amostra de cinza, obteve-se um valor de absorbância igual a 2,15 para o Mg, e um valor de 0,477 para o Ca.

Logo a partir dessas absorbâncias encontradas para cada elemento é possível calcular as respectivas concentrações através da equação da reta gerada pela curva padrão de cada elemento.

$$\begin{aligned} \text{Para o Mg:} \quad & \text{Abs} = 0,6654 x - 0,0025 \\ & 2,15 = 0,6654 \cdot [\text{Mg}] - 0,0025 \\ & [\text{Mg}] = 3,23 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Para o Ca:} \quad & \text{Abs} = 0,172 x + 0,0223 \\ & 0,477 = 0,172 \cdot [\text{Ca}] + 0,0223 \\ & [\text{Ca}] = 2,64 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Utilizando-se o método de absorção atômica, determinou-se a concentração de íons de Mg e Ca na amostra de cinzas. Visto que não existem trabalhos e análises relacionadas, não foi possível fazer um comparativo, mas pode-se dizer de acordo com os resultados, a amostra apresenta uma grande quantidade desses íons.

5.3 INFRAVERMELHO

De acordo com o as análises de infravermelho, pode-se determinar os compostos presentes na amostra de cinza de eucalipto.

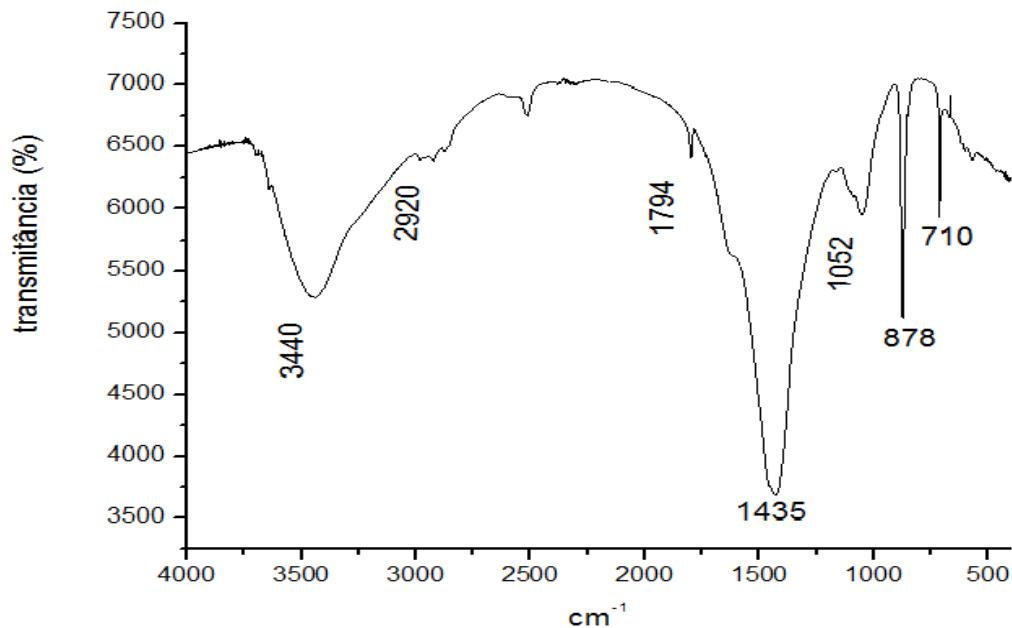


Figura 15 - Espectro de infravermelho da cinza de eucalipto

As faixas do espectro de infravermelho indicam os compostos presentes na amostra de acordo com o comprimento de onda.

De acordo com SILVERSTEIN (2007) as áreas mais importantes para o exame preliminar dos espectros são as regiões de 4000 a 1300 cm^{-1} e de 900 a 650 cm^{-1} . Nessa região, ocorrem as absorções que correspondem a grupos funcionais importantes, como OH, NH e C=O.

As frequências características dos grupos funcionais mais comuns de OH aparecem na faixa de 3600 e 3200 cm^{-1} , nas bandas de 1800 e 1600 cm^{-1} é característico do C=O, em 1600 e 1400 cm^{-1} deformação axial de NO_2 , as bandas na região de baixas frequências, entre 900 e 675 cm^{-1} provêm da deformação angular fora do plano das ligações C-H e em 3000 a 2840 cm^{-1} ocorre vibrações de deformação axial. As bandas atribuídas para as vibrações axiais de C-C aparecem entre 1200 e 800 cm^{-1} . Bandas características de vibrações de carbonato em 1440 e 1040 cm^{-1} , indicando a presença de minerais carbonatos na cinza (SCOTT,1993).

Em 3400 cm^{-1} observa-se vibrações de deformação axial de OH do grupo SiO-H presente como quartzo.

A presença de carbonatos deve-se a uma pequena porção carvão resultante da combustão incompleta da madeira.

Os resultados estão representados na Tabela 3.

Tabela 3 - Posições no infravermelho de vibrações de ligações presentes na amostra de cinzas

<i>Ligação</i>	<i>Tipo</i>	<i>Número de onda por cm^{-1}</i>
OH	Estiramento	3440
C-H	Estiramento	2920
C=O	Estiramento	1794
NO ₂ ou CO ₃ ⁻²	Deformação axial	1435
C-O de CO ₃ ⁻²	Deformação axial	1052
C-C	Estiramento	878
C-H	Deformação angular fora do plano	710

5.4 DIFRATOMETRIA DE RAIOS X

Na figura 17 pode-se observar o difratograma de raios-X correspondente a amostra da cinza pura.

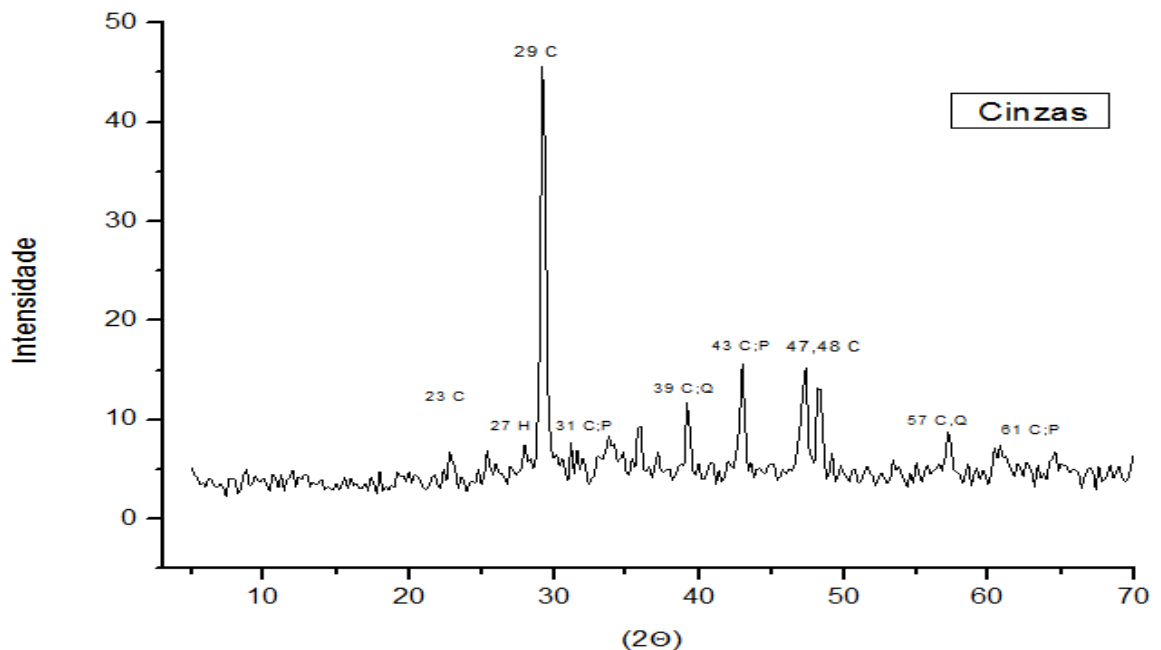


Figura 16 - Difratograma de raios X da cinza de eucalipto

As letras em cada pico representam: C – carbonato de cálcio; H – hidróxido de cálcio; P – fosfato de cálcio e Q – quartzo.

A principal fase cristalina apresentada na cinza é o carbonato de cálcio, demonstrada na região 2Θ de 29° . Observou também nas regiões 2Θ de $23, 31, 39, 43, 47, 48, 57$ e 61° respectivamente presença de carbonato de cálcio. Em aproximadamente 2Θ de 27° observou-se a presença de hidróxido de cálcio. Em 2Θ de $31, 43, 61^\circ$ referente a presença de fosfato de cálcio. E também apresentou pequenas quantidades de quartzo em 2Θ de 39 e 57° .

Comparando com os resultados encontrados pelos autores BORLINI, et. al. (2005), o difratograma obtido através da queima de eucalipto em indústrias de cerâmica se equipara com o resultado obtido da queima de eucalipto em churrasqueira previamente limpa.

A cinza obtida da combustão de lenha predominantemente de eucalipto, exibe como principal característica o cálcio, sendo composta predominantemente por carbonato de cálcio. Independente da maneira ou local que a madeira foi queimada a composição química básica é a mesma, podendo apresentar traços insignificantes de outros compostos.

5.5 FOTOMETRIA DE CHAMA

A leitura da amostra no fotômetro de chama apresentou um sinal de 126 ppm de K^+ para a amostra diluída, já para a amostra pura, um sinal de 12600 mg/L, ou seja, 12,6 g/L de K^+

Para o Na^+ obteve-se um sinal de 6 ppm para a amostra diluída, o que significa que a amostra pura possui 600 mg/L, ou seja 0,6 g/L de Na^+

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cinza obtida da combustão de lenha predominantemente de eucalipto, exibe como principal característica o cálcio, sendo composta predominantemente por carbonato de cálcio. Independente da maneira ou local que a madeira foi queimada a composição química básica é a mesma, podendo apresentar traços insignificantes de outros compostos.

A água sanitária ecológica obtida da base de cinza apresenta quantidades significativas de matéria inorgânica presentes na madeira, composta pelos íons de Mg^+ , Na^+ , Ca^+ , sendo que o predominante é o K^+ .

Concluiu-se que, uma das maneiras de reaproveitamento da cinza é a produção de água sanitária, pelo estudo realizado apresentou um bom resultado nas análises desenvolvidas de rendimento. Afirma-se que a água sanitária ecológica, possui um pH semelhante a água sanitária comercial determinado pela ANVISA. Quanto ao agente de limpeza se equipara com a água sanitária comercial.

As análises de DRX e FTIR mostram que a amostra de cinzas ainda apresenta certas concentrações de carvão, como observado por FTIR nas regiões de 1440 e 1040 cm^{-1} . Na análise de DRX a presença de quartzo deve-se ao SiO₂, proveniente das condições em que a madeira foi armazenada e queimada. Por intermédio dessas análises, observou-se que a combustão não foi completa devido a presença de O₂ no processo de queima da madeira.

A alternativa proposta neste trabalho possibilita à reutilização da cinza, que é gerada tanto de fogões a lenha quanto industrialmente. A produção visa alguns cuidados, mas feita nas proporções corretas, pode ser produzida por qualquer pessoa. Para a comercialização deste produto, é necessário desenvolver outras análises mais específicas, incentivando o desenvolvimento de novas pesquisas nessa área, constatou-se uma enorme carência de periódicos relatando estudos e experiências sobre o produto.

REFERÊNCIAS

AMS – Associação Mineira de Silvicultura. **ORIGEM NATURAL DO CARVÃO VEGETAL CONSUMIDO NO BRASIL**. Disponível em: <[HTTP://www.silviminas.com.br](http://www.silviminas.com.br)> Acesso em: 10/03/2013.

ANVISA (2003). Disponível em:<<http://www.anvisa.gov.br/saneantes/conceito.htm#%C3%81GUA%20SANIT%C3%81RIA>>. Acesso em 03/05/2012.

ATKINS, P.; JONES, L. **PRINCIPIOS DE QUÍMICA: QUESTIONANDO A VIDA MODERNA E O MEIO AMBIENTE** 5 Ed São Paulo, Bookman, 2006.

BEN. **BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2008** – Base 2007. Brasília, 2008

BORLINI, M. C.; VIEIRA, C.M.F.; et.al. **CINZA DA LENHA PARA APLICAÇÃO EM CERÂMICA VERMELHA PARTE I: CARACTERÍSTICAS DA CINZA**. Cerâmica. Vol. 51, n. 319, p.192-196, São Paulo (2005).

CÂMARA, Brunno. **FOTOMETRIA DE CHAMA**. (2011). Disponível em <<http://www.biomedicinapadiao.com/2011/04/fotometria-de-chama.html>> Acesso em 17/05/2012.

CAMPANHARO, M.; MONNERAT, P. H.; et.al. **UTILIZAÇÃO DE CINZA DE MADEIRA COMO CORRETIVO DE SOLO**. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/arquivos/materias/%7B0111F796-D227-4C3C-B9849746DC3135C7%7D_61_1.pdf> Acesso em 29/04/2012.

CHEMINDUSTRY (1999-2012). Disponível em: <<http://www.chemindustry.com/db/yellowpages.asp?command=search>> Acesso em 17/05/2012.

DEVES, R.; FRANCIO, N. **A IMPORTÂNCIA DO APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE MADEIRA COMO ALTERNATIVA DE ENERGIA RENOVÁVEL DA EMPRESA BRIQUETES ALTO DAGLÓRIA**. Disponível em:<<http://projetos.unemat-net.br/ciclodepalestrasemcsa/historico/1/02.pdf>> Acesso em 30/05/2012

FONTES, A. A.; SILVA, M. L.; LIMA, J. E. **INTEGRAÇÃO ESPACIAL NO MERCADO MINEIRO DE CARVÃO VEGETAL**. Revista Árvore, Viçosa, v. 29, n. 6, dez. 2005.

GAGLIARDI, Andressa; **O QUE É DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**. (2007). Disponível em: <<http://www.pirenopolis.com.br/ExibeNoticia.jsp?pkNoticia=257>> Acesso em: 03/05/2012.

GATTO, D.A.; SANTINI, E.J.; et.al. **CARACTERÍSTICAS DA LENHA PRODUZIDA NA REGIÃO DA QUARTA COLÔNIA DE IMIGRAÇÃO ITALIANA DO RIO GRANDE DO SUL**. Ciência Florestal, v. 13, n. 2, p. 7-16, Santa Maria, 2003.

GODOY, I. **FOGÃO A LENHA: UM PASSATEMPO AGRADÁVEL, UMA ROTINA PERIGOSA** (2008). Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-37132008000900001> Acesso em: 03/05/2013.

GONÇALVES, José E.; SARTORI, Maria M.P.; et.al. **ENERGIA DE BRIQUETES PRODUZIDOS COM REJEITOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E MADEIRA DE EUCALYPTUS GRANDIS**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, n.5, p. 657-661, Paraíba, 2009.

GUARIZ, H.R.; PICOLI, M.H.S.; et.al. **USO DE CINZAS DE FORNOS DE CERÂMICA COMO FONTE DE NUTRIENTES PARA APROVEITAMENTO NA AGRICULTURA**. Disponível em: <http://www.fundagres.org.br/congressos/cd_cbro/cbro/Artigos/AGROECOLOGIA/Uso%20de%20cinzas%20de%20fornos%20de%20ceramica%20como%20fonte%20de%20nutrientes%20para%20aproveitamento%20na%20agricultura.pdf> Acesso em 04/05/2012.

HARRIS, Daniel C. **Análise química quantitativa**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001. 862 p.

KAHN H., PMI 2201: **Difração de Raios X**. 20--;

KLOCK, U.; MUÑIZ, G.I.B.; et. Al. **QUÍMICA DA MADEIRA**. 3º edição revisada. Curitiba, 2005. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/quimicadamadeira/quimicadamadeira.pdf>> Acesso em 10/05/2012.

MOREIRA, K.R.A. **APLICAÇÃO DA QUÍMICA ANALÍTICA DE PROCESSOS NA PRODUÇÃO DE FORMULAÇÕES FARMACÊUTICAS**. Dissertação de conclusão de curso, 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/37275/000818530.pdf?sequence=1>> Acesso em 05/04/2013

OLIVEIRA, A.C.; CARNEIRO, A. O; et. al. **PARÂMETROS DE QUALIDADE DA MADEIRA E DO CARVÃO VEGETAL DE EUCALYPTUS PELLITA F. MUELL. SCIENTIA FORESTALIS** (2010). Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr87/cap10.pdf> > Acesso em 10/05/2012.

OLIVEIRA, A. C.; PEREIRA, B.L.C.; et.al. **ANÁLISE FÍSICA E QUÍMICA DE CARVÃO VEGETAL UTILIZADO NA COZÇÃO DE ALIMENTO (...)**. Disponível em: <<http://www.renenergyobservatory.org/>> Acesso em 10/03/ 2013

PASTORES, C.M.T. **ESTUDO DO EFEITO DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA EM MADEIRAS POR ESPECTROSCOPIAS RAMAN (FT – RAMAN), DE REFLETÂNCIA DIFUSA NO INFRAVERMELHO E NO VISÍVEL**. Dissertação de pós-graduação, Brasília, 2004. Disponível em: <http://repositorio.bce.unb.br/bitstream/10482/1566/1/Tese_Tereza_Cristina_Monteiro_Pastore.pdf>. Acesso em 15/03/2013.

PEREIRA, J.C. D.; STURION, J. A.; et.al. **CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA DE ALGUMAS ESPÉCIES DE EUCALIPTO PLANTADAS NO BRASIL**. Embrapa Florestas, Paraná (2000). Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/doc38.pdf>> Acesso em 15/05/2012.

SANTANA, Wilma M. S.; **CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E PROPRIEDADES DA MADEIRA DE UM CLONE DE EUCALYPTUS GRANDIS E E. UROPHYLLA COM ENFOQUE ENERGÉTICO**.

Dissertação de pós-graduação, Minas Gerais, 2009. Disponível em: <<http://www.rsflorestal.com.br/arquivos/artigos/d/Espacamento%20x%20Fertilizacao.pdf>> Acesso em 15/05/2012.

SCOOT, Andrew, C. **Coal and Coal-bearing Strata: Recent Advances**. Imprensa London: The Geological Society, 1993.

SILVERSTEIN, Robert M. **IDENTIFICAÇÃO ESPECTROMÉTRICA DE COMPOSTOS ORGÂNICOS**. 7 Ed. Rio de Janeiro : LTC, 2007.

SKOOG, D.A.; HOLLER, F.J.; NIEMANN, T.A. **PRINCIPIOS DE ANÁLISE INSTRUMENTAL**. 5 Ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

VOGEL, I. A.; **QUÍMICA ANALÍTICA QUANTITATIVA**, 5ªed. p.271-273, São Paulo 1981

WOOD, G E. **MÉTODOS INSTRUMENTAIS DE ANÁLISE QUÍMICA**. Vol 1 São Paulo: Edgard Blucher 199.