



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Campus Universitário de Curitibanos

Curso de Ciências Rurais

Rod. Municipal Ulisses Gaboardi, km 3

CEP 89.520-000

Curitibanos – Santa Catarina

PROJETOS EM CIÊNCIAS RURAIS

PROFESSORAS: BEATRIZ GARCIA MENDES BORBA E MÔNICA AGUIAR DOS SANTOS

UTILIZAÇÃO DE CINZAS DE BIOMASSA FLORESTAL NA
FABRICAÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS

ACADÊMICO: ANDRÉ TONOLLI MONTOVANI

CURITIBANOS, NOVEMBRO DE 2012.

UTILIZAÇÃO DE CINZAS DE BIOMASSA FLORESTAL NA
FABRICAÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS

Projeto de Ciências Rurais apresentado no
Curso de Ciência Rurais da Universidade
Federal de Santa Catarina.

Orientadoras: Prof^a. Dra. Beatriz Garcia
Mendes Borba e Prof^a. Dra. Mônica Aguiar dos
Santos.

RESUMO

Com o aumento da geração de energia a partir de fontes renováveis, como a biomassa, a consequência de uma grande quantidade de geração de resíduos sólidos são inevitáveis. Este projeto, busca avaliar os efeitos da adição das cinzas geradas pela queima de biomassa florestal, nas propriedades de blocos não estruturais de solo-cimento, com o objetivo de obter composições de solo-cimento-cinzas com potencial para a fabricação de um material de construção inovador, o tijolo ecológico. Foram analisadas cinco amostras com diferentes teores de incorporação de resíduos, as análises buscaram avaliar a resistência à compressão e absorção de água, para que fosse possível determinar o teor de incorporação ideal para ser aplicado em blocos destinados à construção. O seguinte projeto busca encontrar uma alternativa viável e sustentável para a engenharia civil.

PALAVRAS-CHAVE: Tijolo ecológico, biomassa, cinzas, resíduos, solo.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	JUSTIFICATIVA	5
3	OBJETIVOS	5
	3.1 OBJETIVO GERAL	5
	3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	5
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
	4.1 ENERGIA DE USINA DE BIOMASSA	6
	4.2 BIOMASSA FLORESTAL	9
	4.3 RESÍDUOS SÓLIDOS DE BIOMASSA FLORESTAL.....	10
	4.4 TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO E A INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS.....	.12
5	MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
	5.1 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.....	14
	5.2 FABRICAÇÃO DOS TIJOLOS.....	14
6	RESULTADOS ESPERADOS.....	15
7	CRONOGRAMA	16
8	ORÇAMENTO	16

1 INTRODUÇÃO

No passado pensava-se apenas em lucros e rendimentos, sem levar em conta o meio ambiente e sua preservação, porém nos dias de hoje as grandes indústrias e empresas pensam de outra maneira. São cada vez mais exigidas medidas de preservação e recuperação do ambiente trabalhado. Novas ideias têm surgido, o que era julgado como impossível hoje se torna realidade.

A maioria dos processos realizados por indústrias fazem o uso de matérias-primas para obtenção de produtos e conseqüentemente produzem resíduos no final do procedimento. Todos sabem que qualquer forma de geração de energia causa conseqüências negativas ao meio ambiente. A geração de energia com o produto da biomassa tornou-se popular em razão da consciência ambiental envolvido em sua utilização. É muito perceptível que a geração de energia através da biomassa é bem menos prejudicial que a queima de combustíveis fósseis e seus derivados. Mas mesmo sendo menos prejudicial do que a queima de combustíveis fósseis a queima de biomassa também trás impactos negativos ao ambiente, o ideal seria que esses impactos se aproximassem cada vez mais do zero, porém isso é quase impossível. (NOGUEIRA, LORA 2003).

A queima da biomassa produz compostos tóxicos em forma de gases e também poluentes sólidos, as chamadas cinzas. Como forma de aproveitamento das chamadas cinzas, podemos produzir tijolos ecológicos, os quais trazem inúmeras vantagens, dentre elas redução da queima de madeira, baixo custo e alta qualidade do produto.

Por motivo de pesquisas ainda muito recentes, os tijolos ecológicos podem ser preparados por diferentes maneiras não existindo estudos detalhados que demonstre qual seria a composição mais indicada para sua fabricação. Sendo assim, entende-se que a mistura ideal é a que representa maior segurança e eficácia em uma construção.

2 JUSTIFICATIVA

A fabricação de tijolos ecológicos traz grandes vantagens, pois pode garantir produtos mais resistentes e baratos, com uma alta aceitação nas construções, além disso fará o aproveitamento da biomassa.

Com o crescimento das usinas de biomassa, cada vez mais resíduos sólidos são gerados, o que será utilizado para a produção dos tijolos ecológicos.

Com a produção do tijolo, surgiriam muitas oportunidades de emprego, o que deve ser levado em conta, conseqüentemente o barateamento de casas e edifícios tornaria a construção civil acessível às pessoas mais carentes.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar o potencial de utilização de cinzas da combustão de biomassa florestal na fabricação de tijolos.

3.2 Objetivo específico

- Avaliar a resistência à compressão de tijolos ecológicos com quantidades de diferentes percentuais de cinza;
- Avaliar a capacidade de absorção de água de tijolos ecológicos com incorporação de diferentes percentuais de cinza;
- Comparar com tijolos convencionais.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 ENERGIA DE USINA DE BIOMASSA

Atualmente, a biomassa tem forte associação à geração de energia, uma vez que tem sido considerada por muitos, como medida mitigadora ou método paliativo para a redução de poluentes lançados na atmosfera. “Entende-se por medidas mitigadoras qualquer ação prevista para diminuir os efeitos dos impactos negativos.” (FOGLIATTI; FILIPPO; GOUDARD, 2004, p.12). Para Brand (2010), é importante ressaltar que a biomassa é considerada uma fonte primária de geração de energia, desta forma, faz-se necessário diferenciar os dois tipos de classificação utilizados para esse tipo de fonte energética: recurso renovável e recurso não renovável.

É considerado recurso renovável, aquele que, apesar de consumido e extraído pelos seres humanos e também por outros seres que constituem o meio ambiente, tem capacidade de resiliência, ou seja, capacidade de se reconstituir. Recursos não renováveis são considerados aqueles que necessitam de um grande espaço de tempo para serem constituídos ou formados com as características e componentes conhecidos nos dias de hoje. (HALL; HOUSE; SCRASE, 2005).

A biomassa é considerada um recurso renovável e é amplamente utilizada em processos de conversão de energia. Brand (2010) destaca que os combustíveis derivados da biomassa são denominados biocombustíveis e são divididos em Biomassa Florestal, Agrícola e Agroindustrial e de Resíduos Urbanos. Uma das grandes vantagens do uso da biomassa para geração de energia é que ela não lança CO₂ na atmosfera. Sendo produzida de maneira sustentável, a biomassa traz muitos benefícios se comparada aos combustíveis fósseis. Tais benefícios envolvem um maior controle de resíduos, reciclagem de nutrientes, redução nas emissões de CO₂ (gás carbônico), uso de áreas agrícolas excedentes nos países industrializados, o fornecimento de vetores energéticos modernos a comunidades rurais nos países em desenvolvimento e geração de empregos (HALL; HOUSE; SCRASE, 2005). Os biocombustíveis podem se apresentar em três grupos principais, de acordo com a matéria que os constitui. Desta forma, existem os

biocombustíveis da madeira (dendrocombustíveis), os combustíveis de plantação não florestal (agrocombustíveis) e os resíduos urbanos.

Biocombustível da madeira (dendrocombustível): Basicamente composto por lenha, a qual pode ser produzida e obtida de maneira sustentável a partir de reflorestamentos ou de florestas nativas ou também com o desmatamento de áreas de mata nativa, com o intuito de implantação de atividades agropecuárias nessas áreas. Pode-se também obter estes combustíveis através de atividades que processam ou utilizam a madeira com outras finalidades, como em indústrias de celulose e serrarias. (NOGUEIRA, LORA 2003).

Biocombustíveis não florestais (agrocombustíveis): Tipicamente produzidos a partir de cultivos sazonais. Apresentam um teor de umidade mais elevado que os dendrocombustíveis. Seu uso, na maioria das ocasiões, demanda primeiramente de uma conversão em outra fonte de energia mais adequada. Nesta classe tem-se como exemplo a cana-de-açúcar, o esterco e outros subprodutos como o bagaço da cana, cascas de arroz e café. (NOGUEIRA, LORA 2003).

Resíduos urbanos: a maior parte do lixo e de praticamente toda a parte orgânica das águas de esgotos é composta por biomassa. A utilização para fins energéticos destes resíduos pode significar um considerável benefício ambiental e uma significativa eliminação de materiais contaminantes que provocam grandes e crescentes dificuldades nas cidades. Basicamente, a umidade interfere na transformação desses resíduos em outros produtos energéticos. Podem ser empregados nessas situações métodos como a combustão direta, ou a biodigestão anaeróbia. (NOGUEIRA, LORA 2003).

O uso de combustíveis derivados da biomassa para a geração de energia garante vantagens em larga escala, devido à melhor combustão, as emissões atmosféricas absolutas podem ser reduzidas, e enquanto isso, em função de uma maior eficiência na geração elétrica, menores emissões por unidade de energia elétrica gerada devem se tornar eminentes (TOLMASQUIM, 2003).

Atualmente, ambientalistas defendem o uso da biomassa, em função de seu pequeno potencial poluidor e de seu grande potencial energético, o que pode ser encarado de maneira positiva, uma vez que a prática conservadora do meio ambiente ganha muitos adeptos. Porém, vale ressaltar, que se não for produzida e empregada de forma sustentável, ou seja, ambientalmente correta, pode causar

muitos impactos negativos, os quais podem ser, além de ambientais, obviamente, de ordem econômica e social, interferindo até mesmo na produção de alimentos. (BAJAY; FERREIRA, 2005). A seguir temos na figura 1 o consumo mundial de energia.

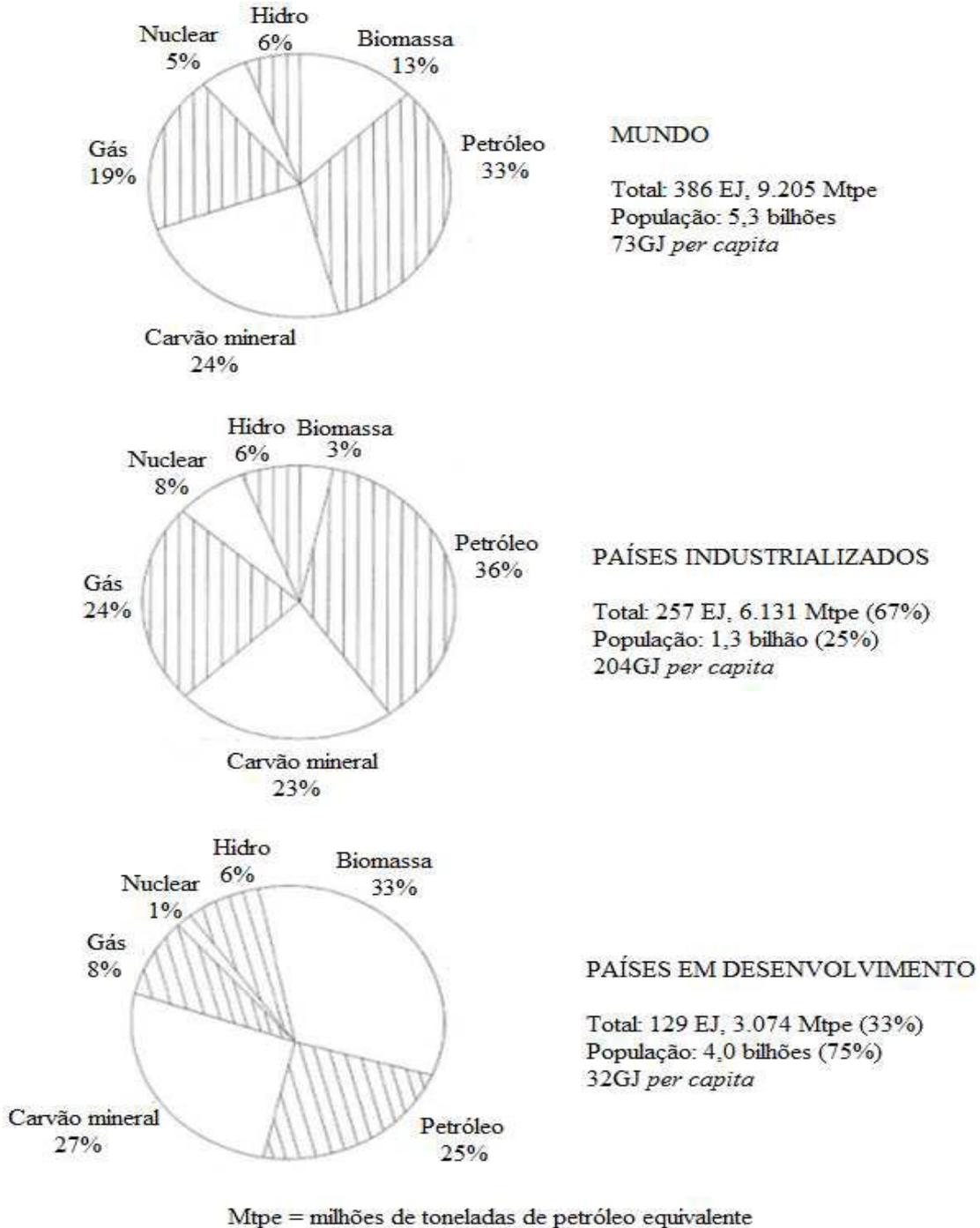
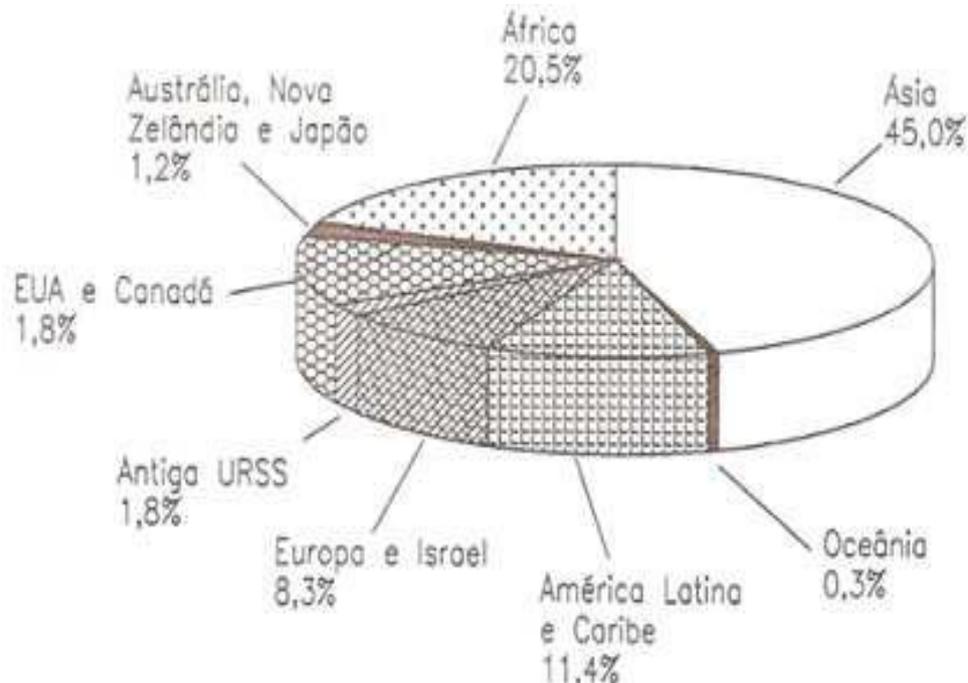


Figura 1: Consumo mundial de energia
 Fonte: Adaptado de Hall; House e Scrase (2005)

4.2 BIOMASSA FLORESTAL

O termo biomassa florestal engloba os chamados dendrocombustíveis, os quais erroneamente são muitas vezes caracterizados apenas como lenha e carvão. De acordo com Brand (2005), a gama de materiais que constituem a biomassa florestal é muito grande e engloba galhos, folhas, raízes, frutos, serrapilheira, extrativos (graxas, gomas, resinas) e resíduos da indústria de base florestal com grande variação de tamanho, forma e contaminação com componentes do processo produtivo, que podem ainda ser sólidos (casca, cavacos, serragem, pó e destopos) ou líquidos (licor negro das indústrias de celulose e papel, por exemplo).

Sabe-se hoje, que diferente das usinas termoelétricas, as quais em sua maioria geram energia através da queima de combustíveis de origens fósseis ou então derivados dos mesmos, as usinas de biomassa florestal são responsáveis por impactos ambientais muito menores. As usinas de biomassa, hoje, ganham, de maneira progressiva, popularidade, decorrente do apelo ambiental envolvido.



Fonte: Fao (1998), citado por Nogueira e Lora (2003)

A Figura 2 ilustra a distribuição da demanda dendroenergética no mundo

4.3 RESÍDUOS SÓLIDOS DE BIOMASSA FLORESTAL

Os resíduos sólidos resultantes da queima de biomassa são classificados como cinzas, e podem ser divididos em duas diferentes categorias: poluído (de contaminação) ou natural. A quantidade e o conteúdo de cinzas naturais da biomassa são derivados das substâncias inorgânicas que compõem a nutrição dos vegetais, enquanto estes estão vivos e realizam processos metabólicos. O teor de cinzas geradas na queima varia em função da espécie, idade, local de crescimento e também pela posição da biomassa no vegetal (BRAND, 2010). A Tabela 1 contém os diferentes teores de cinzas dos componentes de *Pinus taeda* em diferentes idades. A Tabela 2 mostra os diferentes teores de cinzas de madeira de diferentes espécies de *Eucalyptus*.

Tabela 1: Teor de cinzas (%) de componentes de *Pinus taeda* em diferentes idades

Componente	Média	Idade				
		6 anos	10 anos	12 anos	14 anos	24 anos
Copa	0,75	-	1,09	0,60	0,82	0,50
Acículas	3,13	3,36	3,04	3,25	3,94	1,59
Galhos	0,90	0,84	0,69	0,93	1,56	0,60
Casca	0,85	-	1,00	0,40	0,70	0,30

Fonte:

Brand et al (2009), apud Brand (2010)

Tabela 2: Teor de cinzas (%) da madeira de diferentes espécies de Eucalyptus

Espécie	Teor de Cinzas
<i>Eucalyptus saligna</i> (4anos)	0,41
<i>Eucalyptus microcorys</i> (4anos)	0,41
<i>Eucalyptus tereticornis</i> (4anos)	0,52
<i>Eucalyptus cloesiana</i> (4anos)	0,53

Fonte: Brito e Barrichello (1982), apud Brand (2010)

Tabela 3: Teor de cinzas de diferentes tipos de biomassa sem contaminação

Biomassa	Teor de Cinzas (%)
Casca de <i>Pinus taeda</i>	1,36
Casca de <i>Eucalyptus dunnii</i>	3,00
<i>Pinus taeda</i> com casca	0,42
<i>Pinus taeda</i> sem casca	0,36
<i>Eucalyptus dunnii</i> com casca	0,85
<i>Eucalyptus dunnii</i> sem casca	0,40

Fonte: Adaptado de Brand (2007), apud Brand (2010)

4.4 TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO E A INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS

Partindo-se do pressuposto que tecnologia é um conjunto de conhecimentos que se aplicam a determinadas atividades visando maximizar benefícios, melhoria ou desempenho, pode-se afirmar com segurança que as tecnologias limpas são o caminho para alcançar-se o desenvolvimento sustentável (SCHENINI, 2005).

Os tijolos de solo-cimento, atualmente, mais conhecidos como tijolos ecológicos, por pertencerem a essa classe, são oriundos de tempos bastante antigos. De acordo com material disponível no site da empresa Lapin (www.lapintijolos.com.br), fabricante de tijolos ecológicos, a primeira aplicação conhecida do solo cimento para edificação residencial é datada de aproximadamente 10.000 anos, na construção da Cidade de Jericó, que foi totalmente construída com solo, utilizando como estabilizante urina de animais e dejetos vegetais. Ao longo do tempo as aplicações e técnicas foram evoluindo e alcançando também a área de pavimentações de rodovias e pisos.

Aproximadamente, em 1867, foi instalada a primeira olaria mecanizada por queima, na cidade de Campinas -SP, e a partir daí a larga aplicação deste tipo de tecnologia.

O fabricante de tijolos ecológicos Intijol (www.intijol.com.br) apresenta algumas das inúmeras vantagens relacionadas aos tijolos de solo-cimento, tais como:

- Obra limpa;
- Melhor aproveitamento dos materiais evitando entulho e desperdício;
- Mais agilidade e facilidade na construção;
- Diminuição de até 80% na utilização de cimento;
- Facilita instalações elétricas e hidráulicas;
- Medidas exatas evitando trincas e diferenças no nivelamento das paredes;
- Paredes totalmente niveladas permitindo que azulejos e outros revestimentos sejam aplicados diretamente sem necessidade de nenhum tipo de reboco;
- Reduz sensivelmente a espessura da camada de reboco, quando utilizado;

- Processo de construção de fácil aprendizagem e semelhante às técnicas estruturais já utilizadas;
- Permite que sejam feitas colunas sem necessidade de caixarias;
- Termo-acústicos, deixando os ambientes internos frescos e menos ruidosos;
- Resistente a mudanças climáticas e maresia;
- Obras muito mais rápidas e que exigem número menor de operários;
- Valor compatível com os tijolos tradicionais;
- Proporciona uma economia ao final da obra de até 40%.

Projetos de pesquisa e desenvolvimento dedicados à fabricação e estudo desses tijolos têm ganhado espaço e sua difusão no mercado da construção civil começa a crescer. Os tijolos ecológicos são vendidos, atualmente, a preços bastante semelhantes aos tijolos de barro, além de possuírem o fator de preservação do meio ambiente associada a sua compra. A extração da matéria-prima dos tijolos comuns é um impacto ambiental eminente e preocupante e é acompanhada de perto de outro fator negativo, a queima de combustíveis para aquecer o material durante o processo de fabricação.

O presente projeto é de grande importância porque envolve o estudo de misturas de solo-cimento- cinza para possível utilização em elementos construtivos. Busca-se também uma maneira de minimizar a possível degradação ambiental quando aqueles materiais são produzidos a partir do aproveitamento de resíduos agroindustriais.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Basicamente, a matéria prima utilizada na confecção dos tijolos é composta de resíduo sólido de caldeira de queima de biomassa, solo e Cimento Portland V – ARI (Alta Resistência Inicial).

O resíduo sólido será coletado em uma usina de biomassa florestal no município de Otacílio Costa/SC. O solo a ser utilizado será retirado do município de Ponte Alta/SC, sendo coletado em um areial. Tal solo atende os requisitos para a construção dos blocos de tijolos, tendo como material predominante Areia Fina/Média-Fina e tem utilização recomendada para concretos estruturais, pisos, argamassas utilizadas em alvenaria, chapisco e reboco.

Objetivando uma maior resistência à compressão, o cimento de alta resistência inicial seria a melhor opção a ser utilizada.

5.1 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Para a fabricação dos tijolos é necessário um molde, o qual seria confeccionado de acordo com a dimensão dos tijolos ecológicos. O molde será confeccionado com chapas de aço. Para a execução do experimento será utilizada uma prensa fabricada em ferro fundido com capacidade de 2000kgf (quilogramas força). Será também necessário para a realização do experimento uma balança com capacidade máxima de 20kg e mínima de 100g. O depurador mecânico a ser utilizado possui uma combinação de peneiras de três dimensões diferentes, será usado para peneirar os materiais.

5.2 FABRICAÇÃO DOS TIJOLOS

Com base nos estudos de (OLIVEIRA 2011) serão fabricados 60 tijolos, divididos em 5 experimentos contendo diferentes quantidades de resíduos sólidos

sendo: 10%, 20%, 30%, 40%, 50% e um último sem a presença de resíduos. A quantidade de cimento será fixa, sendo de 10% para cada experimento.

A depuração do solo será a primeira etapa para a fabricação dos tijolos, tem como objetivo eliminar as partículas maiores e corpos estranhos, buscando de tal maneira melhorar a qualidade do material a ser utilizado. Os solos mais adequados para a fabricação de elementos construtivos de solo-cimento são os que possuem as seguintes características: granulometria desuniforme, sendo 100% do solo passante na peneira 4,8mm e 10 a 50% passante na peneira 0,075mm; limite de liquidez menor ou igual a 45% e índice de plasticidade menor ou igual a 18%. As propriedades físico-mecânicas (resistência à compressão e absorção de água, por exemplo) do sistema solo-cimento compactado estão intimamente relacionadas com as condições de cura (umidade e temperatura) e compactação (ABCP, apud MILANI; FREIRE, 2006).

A mistura dos materiais será feita manualmente com o auxílio de uma colher de pedreiro e bacias de plástico juntamente com uma pequena quantidade de água.

A prensagem ocorrerá através de mais de uma etapa, sendo que a primeira prensagem visa ocupar todo o espaço do molde com a mistura já preparada, após isso a prensa é fechada onde será aplicada a força de 2000kgf sob a mistura. Posteriormente a prensagem, ocorrerá a retirada do tijolo.

A cura hidratada consiste em encharcar as misturas com água, os tijolos deverão ser mantidos em local coberto e livre da ação do vento. Após passarem do período de cura hidratada os tijolos passarão por mais 20 dias em cura a seco. Com o processo de cura a seco concluído, o processo de fabricação é encerrado.

Os tijolos serão submetidos a testes de resistência de compressão, a célula de carga a ser utilizada será de 10 toneladas, o que proporciona força suficiente para a realização dos testes. Para avaliar a absorção de água nos tijolos primeiramente deverá obter-se o peso do tijolo extremamente seco. Após obter-se a massa seca dos tijolos os mesmos serão colocados em um tanque com água por 24 horas. Passadas as 24 horas os tijolos serão pesados novamente para a obtenção da massa saturada.

6 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que todos os experimentos apresentem resultados satisfatórios, aprovando todas as classes de incorporação de resíduos tanto em relação a resistência à compressão de tijolos ecológicos com quantidades de diferentes percentuais de cinza e também em relação a capacidade de absorção de água de tijolos ecológicos com incorporação de diferentes percentuais de cinza;

7 CRONOGRAMA

Início – coleta dos resíduos, solo e cimento	01 de Dezembro de 2012
Divisão dos cinco experimentos contendo diferentes quantidades de resíduos	15 de Dezembro de 2012
Início da fabricação dos tijolos, depuração do solo, objetivando melhorar a qualidade do mesmo, mistura dos materiais e prensagem	30 de Dezembro de 2012
Cura hidratada e posteriormente a cura a seco.	15 de Janeiro de 2013
Os experimentos serão submetidos ao teste de resistência à compressão e também ao teste de absorção de água	15 de Fevereiro de 2013
Avaliação e conclusão do projeto	01 de Março de 2013

8 ORÇAMENTO

Solo, resíduos e cimento	R\$ 1,000,00
Molde	R\$ 100,00
Prensa	R\$ 2,000,00
Balança	R\$ 20,000,00
Depurador Mecânico	R\$ 200,00
Outros	R\$ 5,000,00
Total	R\$ 28,500,00

REFERÊNCIAS

- BAJAY, S. V.; FERREIRA, A. L. A energia de biomassa no Brasil. In: ROSILLO-CALLE, F.; BAJAY, S. V.; ROTHMAN, H. (Org.). Uso da biomassa para produção de energia na indústria brasileira. Campinas: Unicamp, 2005. Cap. 2, p. 69-120.
- BRAND, M. A. Energia de biomassa florestal. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. 114 p.
- BRAND, M. A. Qualidade da biomassa florestal para o uso na geração de energia em função da estocagem. 2007. 148 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Florestal, Departamento do Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira, UFPR - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. 249 p.
- HALL, D. O.; HOUSE, J. I.; SCRASE, I. Visão geral de energia e biomassa. In: ROSILLO-CALLE, F.; BAJAY, S. V.; ROTHMAN, H. (Org.). Uso da biomassa para produção de energia na indústria brasileira. Campinas: UNICAMP, 2005. Cap. 1, p. 25-67.
- INTIJOL TIJOLO ECOLÓGICO. Web site da Empresa. Vantagens. Disponível em: <http://www.lapintijolos.com.br/2-2_SoloCimento.htm>. Acesso em 03 de Novembro de 2012.
- LAPIN TIJOLOS ECOLÓGICOS. Web site da Empresa. Home Page: Tijolos Lapin – O Solo Cimento. Disponível em: <http://www.lapintijolos.com.br/2-2_SoloCimento.htm>. Acesso em 03 de Novembro de 2012.
- MILANI, A. P. da S.; FREIRE, W. J. Avaliação física, mecânica e térmica de misturas de solo-cimento adicionadas de cinza de casca de arroz sem atividade pozolânica. Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.11, p.23-30, Abril, 2008.
- MILANI, A. P. da S.; FREIRE, W. J. Características físicas e mecânicas de misturas de solo, cimento e casca de arroz. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.26, n.1, p.1-10, jan./abr. 2006.
- NOGUEIRA, L. A. H.; LORA, E. E. S. Dendroenergia: Fundamentos e Aplicações. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. 199 p.
- OLIVEIRA, E. Tijolos solo cimento com utilização de dregs: uma alternativa ao meio ambiente. 2011. 49 f. Relatório de estágio supervisionado (graduação). Curso de Engenharia Industrial Madeireira UNIPLAC – Universidade do Planalto Catarinense. Lages, 2011.
- SCHENINI, P. C. Gestão empresarial sustentável. In: SCHENINI, P. C (Org.). Gestão empresarial sócio ambiental. Florianópolis: 2005. Cap. 2, p. 11-34.
- SCHENINI, P. C. et al. Logística reversa: Estudo de caso. In: SCHENINI, P. C. (Org.). Gestão empresarial sócio ambiental. Florianópolis: 2005. Cap. 5, p. 87-112.
- STRAUCH, M.. Gestão de recursos naturais e resíduos. In: STRAUCH, M.; ALBUQUERQUE, P. P. de. Resíduos: como lidar com recursos naturais. São Leopoldo: Oikos, 2008. Cap. 3, p. 29-82.
- TOLMASQUIM, M. T. (Org.). Geração de energia a partir da biomassa: (exceto resíduos do lixo e óleos vegetais). In: TOLMASQUIM, M. T. Fontes renováveis de energia no Brasil. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. Cap. 1, p. 1-92.