

Projeto residencial sustentável feito com substituição parcial do cimento Portland por cinzas de cascas de *Pinus caribaea caribaea*.

Sustainable residential project made with partial replacement of Portland cement by ash of barks of *Pinus caribaea caribaea*.

Leticia de Souza Santos, estudante de Arquitetura e Urbanismo

leticiaadesouza269@outlook.com

Ariadine Fernandes Collpy Bruno, mestranda em arquitetura, projeto e história UNESP-Bauru/PPGARQ-2017

Ariadine.bruno@hotmail.com

Resumo

A construção civil no Brasil se apresenta como o segundo maior setor econômico, é possível encontrar momentos em que houve baixa em sua procura, mas nunca houve sua paralisação total. Porém, este é o setor que mais polui e degrada o meio ambiente, desde da produção de seus materiais até mesmo durante processo de construção. Cerca de 35% de todos os materiais extraído da natureza anualmente são usados pela construção civil, além dos recursos naturais utilizados, mais de 50% de toda a energia produzida no Brasil é usada por este. Objetivou-se então projetar uma residência sustentável e de arquitetura bioclimática, produzida com substituição parcial do cimento Portland por cinzas residuais de cascas de *Pinus caribaea caribaea*, desde a fundação até o seu acabamento, fazendo com que houvesse uma diminuição do uso do cimento Portland. Chegou a conclusão com comprovação bibliográfica que seria sim viável a substituição parcial do cimento Portland por cinzas residuais de cascas de *Pinus caribaea caribaea*, ficando evidente que ao utilizá-la no projeto residencial o custo final da obra seria menor, dando a possibilidade de investir ainda mais em tecnologias que contribuam com sustentabilidade.

Palavras-chave: Sustentabilidade; substituição parcial; residencia sustentável; cinzas de casca de *Pinus caribaea caribaea*;

Abstract

Civil construction in Brazil presents itself as the second largest economic sector, it is possible to find moments when there was a low in its search, but there was never its total shutdown. However, this is the sector that most pollutes and degrades the environment, from the production of its materials even during the construction process. About 35% of all materials extracted from nature annually are used by civil construction, in addition to the natural resources used, more than 50% of all energy produced in Brazil is used by this. It was then designed to design a sustainable residence and bioclimatic architecture, produced with partial substitution of the Portland cement by residual ash from the barks of Pinus Pine Pine, from the foundation to its finish, making There was a decrease in the use of Portland cement. It came to the conclusion with bibliographic proof that it would be feasible to partially replace the Portland cement with residual ash from Pinus pine pine shells, becoming evident that by using it in the residential project the final cost of the work would be less, Giving the possibility to invest even more in technologies that contribute with sustainability.

Keywords: sustainability; Partial substitution; Sustainable residence; Ash of bark of Pinus pine pine;

1. Introdução

Para FERNANDEZ “se a construção consome algo como metade dos recursos não renováveis do mundo – em combustíveis, metais, etc. – se deve analisar ou discutir o modo como a arquitetura se acomoda a essa situação”. Pois as cidades nunca abrigaram tantas pessoas e essa intensa urbanização acarreta no aumento do consumo de seus recursos naturais, como água e energia, e o aumento da poluição gerada. Observando a quantidade de residências consideradas sustentáveis, notou-se que há uma pequena quantidade dessas, pois as pessoas leigas têm em mente que uma residência de arquitetura ecológica não pode ser atraente do ponto de vista estético, ledô engano pois a mesma pode ser atraente e ecológica além de ser globalmente necessária e correta socialmente.

Para alcançar uma residência ecológica devem ser aplicadas técnicas sustentáveis desde do desenvolvimento do projeto, pois assim podem ser feitos um estudo detalhados de como se portará a construção e de como serão tratados os resíduos gerados por ela, de modo a não afetar (ou reduzir drasticamente este efeito) o ambiente que circunda o imóvel; levando-se em consideração o uso de materiais certificados que professem as mesmas crenças em relação à diminuição dos impactos ambientais e das emissões de gases poluentes.

2. A substituição parcial do cimento Portland pelas cinzas residuais das cascas de *Pinus caribaea caribaea*

A produção do cimento tem sido apontada como geradora de impactos tanto ambientais, como sociais. Impactos relacionados com as comunidades no entorno das fábricas eram corriqueiros, e alguns deles causavam conflitos com seus habitantes, tanto por gerarem problemas no meio natural como por questões relacionadas à saúde humana, tais como: contaminação no ar, na água ou no solo. Atualmente, nem todas as fábricas de cimento são problemáticas, já que parte delas cada vez mais vem se comportando de forma a atender legislações, buscando uma maior responsabilidade sócio-ambiental. Entretanto, ainda há casos de impactos a populações que vivem nas proximidades de algumas plantas industriais e, mais recentemente, com a questão do aquecimento global e das mudanças climáticas em foco, o setor passou a ser visado por emitir gases de efeito-estufa, causando impactos em escala mundial (IPCC, *apud* MC, 2006).

A indústria do cimento é responsável por aproximadamente 3% das emissões mundiais de gases de efeito estufa e por aproximadamente 5% das emissões de CO² (CSI, 2002).

A figura 1 mostra que a queima de combustíveis fósseis contabiliza cerca de 54%, o desmatamento por queimadas 9% e outras emissões de gases efeito estufa 14,8%. Nas emissões específicas da indústria do cimento, aproximadamente 50% referem-se ao processo produtivo,

cerca de 5% ao transporte, 5% ao uso da eletricidade e os outros 40% ao processo de clínquerização (WBCSD, 2002)

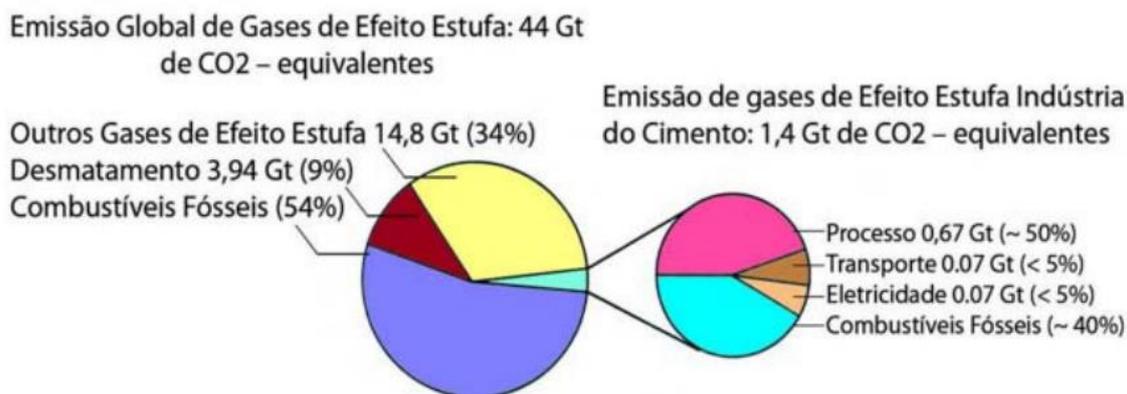


Figura 1 : Emissão de gases de efeito estufa da indústria de cimento, 2000, Fonte: Adaptado de WBCSD, do artigo Sustentabilidade em Debate - Brasília, v.3, n.1, p.75-96, jan/jun 2012

Além do macro impacto relacionado à emissão de CO₂ e ao consequente aquecimento global, os impactos gerados pelo processo produtivo do cimento ocorre em todas as suas fases, desde a extração, passando pela produção, até a sua disposição final.

A exposição dos trabalhadores a material particulado na indústria de produção de cimento é potencialmente uma das mais preocupantes em função do fato de trabalharem com material sólido, expondo o trabalhador a riscos. Relatório técnico sobre as indústrias cimenteiras de Cantagalo (Rio de Janeiro), realizado por equipe do Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana destaca que:

[...] os trabalhadores estão constantemente expostos, a vários fatores de riscos à saúde, tais como, a alta concentração de partículas em suspensão; falta de equipamentos de proteção, segurança e comunicação. Os resultados das avaliações técnicas realizadas na fábrica de Cantagalo demonstram que a empresa possui um parque tecnológico obsoleto e poluidor, com altos níveis de contaminação individual que se reflete em casos de pneumoconioses, dermatites de contato e irritações diversas das vias aéreas superiores, altos índices de incidentes críticos e acidentes leves. (Maury; Blumenschein, appud (2002) *etal*, 2012, p.81)

A figura 2 ilustra os vários aspectos e impactos ambientais e a saúde humana causados no processo produtivo do cimento.

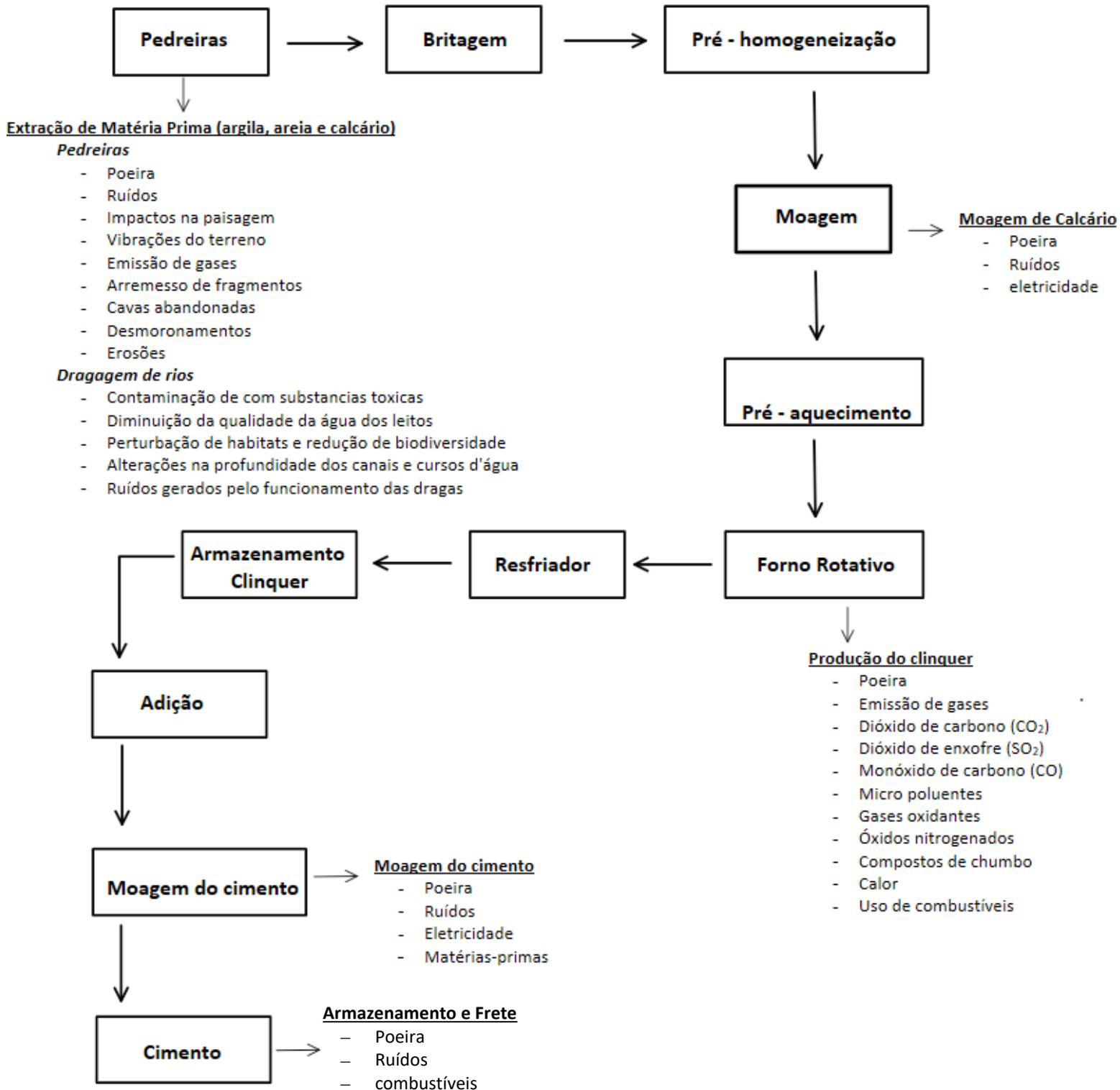


Figura 2: Aspectos e impactos ambientais e sociais no processo produtivo do cimento. Fonte: elaborado pelo aluno, através do software Word do pacote Office.

Diante disto se tornou emergencial a busca de novas tecnologias a fim de colaborar para a diminuição do consumo do mesmo.

Tornando viável o uso das cinzas residuais da queima das cascas de *Pinus caribaea caribaea*, segundo a norma:

As cinzas provenientes de atividades agroindústrias tem potencialidade para serem empregadas como adição mineral em substituição parcial do cimento Portland em argamassas e concretos segundo a Norma NBR 12653 (2014) versão corrigida 2015.

O setor de fabricação de MDF é o que mais cresce nos últimos anos, este o é mais requerido pelas marcenarias e fabricas de moveis, pois é de fácil manuseio e traz consigo diversas possibilidades de cores e texturas, fazendo com que haja maiores possibilidades de criação.

Porém notou-se que durante processo industrial para fabricação de MDF utiliza-se como combustível a queima da casca de madeira *Pinus caribaea caribaea*. Após a queima, é gerado um resíduo, cinzas, de granulometria fina, sendo classificada como resíduo de classe II A – não inerte (BARDINI, 2008). Esta, na maior parte das vezes, por não ter uso adequado é descartada de forma incorreta pelas indústrias, preferindo a consequência financeira a longo prazo, como a multa, ao invés de ter gastos fazendo o descarte correto.

Essas cinzas seriam utilizadas para substituir o cimento Portland, para que houvesse uma diminuição da produção do cimento, em consequência a poluição gerada; as cinzas residuais da fabricação do MDF não seriam mais descartadas de forma que incorreta, pois teriam uso.

3. Projeto arquitetônico

O projeto foi desenvolvido no intuito de alcançar uma residencia ecológica, no qual seria utilizada a argamassa com substituição parcial do cimento Portland, por cinzas residuais das cascas de *Pinus caribaea caribaea*. Foi utilizada como base a casa localiza da em Leon Springs, no Texas, Estados Unidos, representada na figura 3 e 4, esta é prova de que é possível usar recursos sustentáveis sem deixar de lado conforto e beleza. Esta recebeu a certificação LEED (Leadership in Energy Environmental Desing). A preocupação com o meio ambiente esteve presente desde o início. Outro ítem importante inserido no projeto foi da utilização racional da água, reutilizando a água da chuva para regar plantas e jardins, lavar áreas externas e nas descargas sanitárias. Desta forma, a economia de água pode chegar até 30% em relação a uma construção normal. A execução ficou por conta dos profissionais do escritório *Lake Flato Architects*, do mesmo estado.



Figura 3: Residência localizada em Leon Springs, no Texas, Estados Unidos, projetada pelo escritório *Lake Flato Architects*. Fonte: site oficial do escritório *Lake Flato Architects*.



Figura 4: Garagem da residência, com telhado coberto de placas solares. Fonte: site oficial do escritório *Lake Flato Architects*.

Ao projetar buscou-se alcançar uma residência não muito diferente das habituais, que fosse adequada e confortável, pois o objetivo é mostrar para as pessoas leigas que uma residência ecológica pode ser sim atraente, ao ponto de vista estético, e, não fora do comum como imaginam. No projeto foi aplicada a arquitetura bioclimática, como pode ser visto na figura 5.

Corte AA

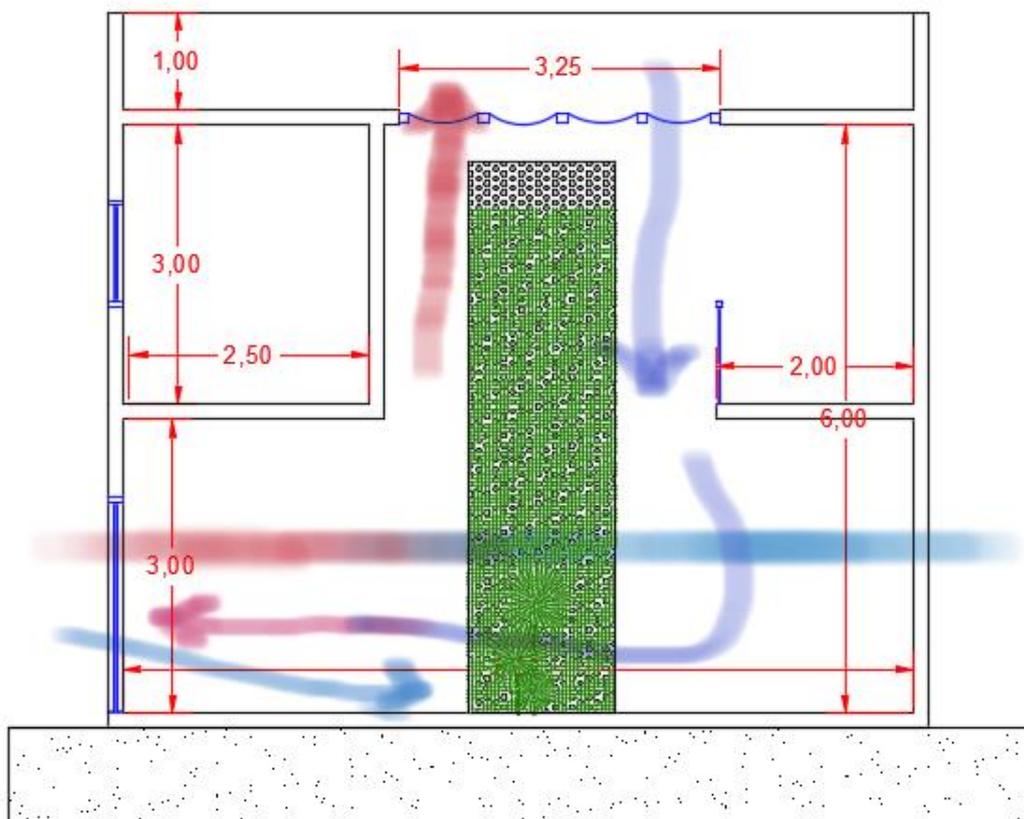


Figura 5: Corte AA - Arquitetura Bioclimática. Fonte: elaborado pelo aluno, através do software CAD.

No qual se fez necessária a criação de um ambiente fictício com as características do clima da região Sudeste. Com isso foi possível ter uma melhor disposição dos cômodos e com a geometria da residência representando na figura 6 e 7, levando em consideração a incidência de luz solar; especialmente ao posicionamento das janelas, aberturas utilizando telhado retrátil e brises para que em conjunto exerçam um impacto no desempenho térmico do edifício, por terem um papel determinante no uso das estratégias de ventilação natural, evitando o uso de climatizadores em determinados ambientes; aproveitando também a iluminação natural fazendo com que diminua o uso da iluminação artificial e para instalação de painéis solares; de forma que a casa seja eficiente energeticamente.

Planta Baixa

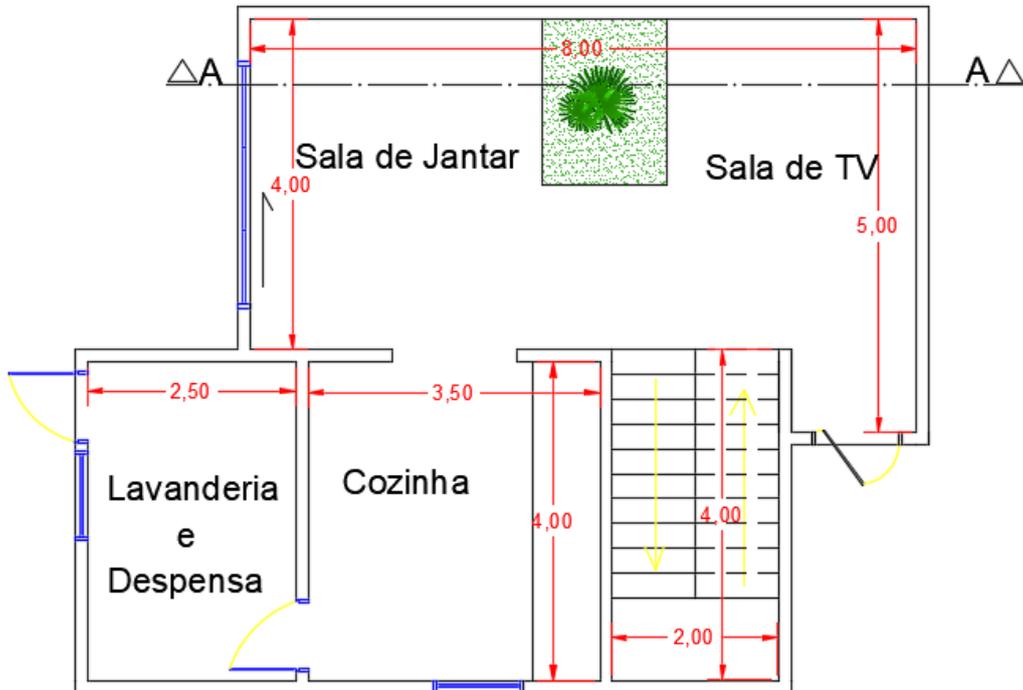


Figura 6: Planta baixa - Primeiro nível. Fonte: elaborado pelo aluno, através do software CAD.

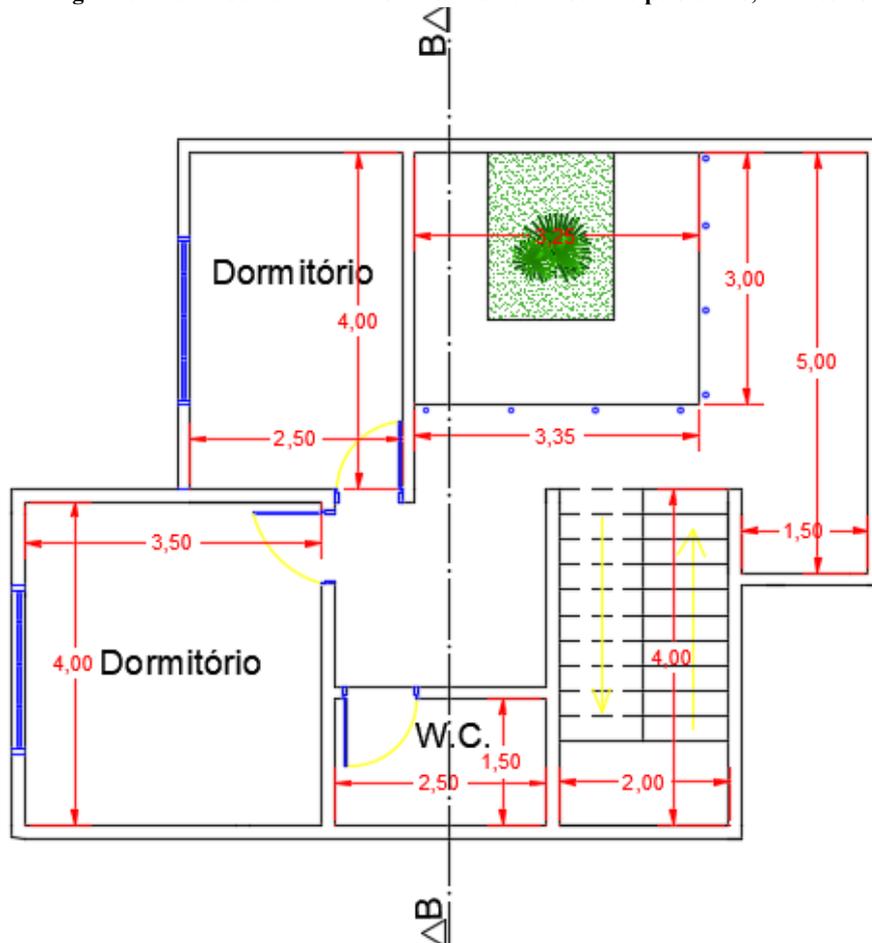


Figura 7: Planta Baixa. Fonte: elaborado pelo aluno, através do software CAD

Outro cuidado foi com o uso dos materiais que seriam utilizados, a exemplo das telhas de galvalume foram utilizadas para fazer cobertura da casa por serem duráveis e feitas de material reciclado e reciclável, que refletem a radiação solar e reduzem o arrefecimento da casa, uso de madeira manufaturada, blocos de concreto e principalmente o uso de concreto e argamassa com substituição parcial do cimento Portland, este seria utilizado desde a produção do alicerce até o acabamento, como exemplo o piso que seria de cimento queimado. As figuras 8 e 9 ilustram como seria a residência finalizada.



Figura 8: Interior da residência. Fonte: elaborado pelo aluno, através do software Sketchup.



Figura 9: Fachada. Fonte: elaborado pelo aluno, através do software Sketchup.

Os blocos colocados de forma revezada na fachada, representada na figura 9, foram colocados como forma de acabamento estético, mas, principalmente em função da arquitetura bioclimática, estes possibilitam a entrada de luz e de ventilação. Foram agregados a estas, placas de ferro, no qual seriam colocadas plantas de espécie pequena, como a trepadeira por exemplo, além de ser algo esteticamente agradável agregaria na questão do resfriamento da casa, pois este faz com que haja entrada de luz, porém, em menor quantidade e traz mais privacidade aos moradores, representado na figura 10.

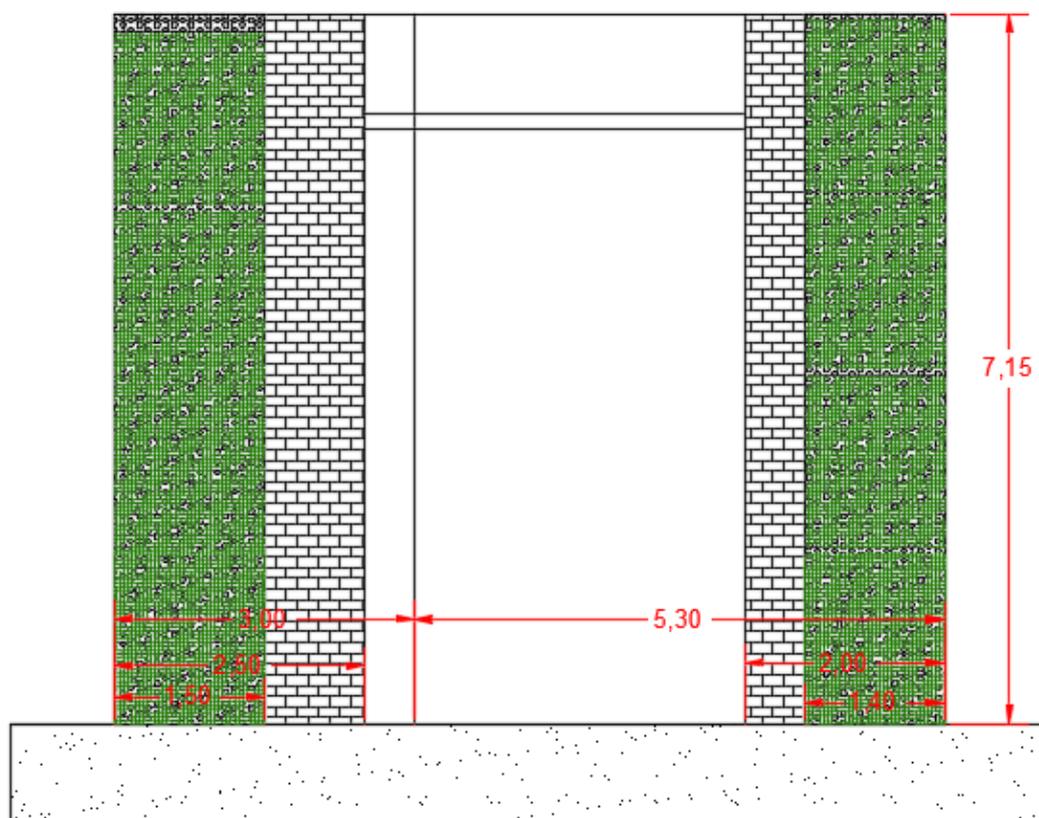


Figura 10: Fachada com brises e plantas. Fonte: elaborado pelo aluno, através do software CAD

Para alcançar um projeto sustentável ao todo, foi pensado em um destino correto dos resíduos gerados na própria obra. Para isso, foi preconizado que os entulhos oriundos da construção podem ser usados como aterros, na fabricação de tijolos e o restante pode ser reciclado de várias outras formas e aplicado de maneiras diferentes, reduzindo os custos e a necessidade de descarte desses resíduos nos aterros sanitários.

A residência em si faz com que o usuário se adapte de forma que a sustentabilidade esteja em seu cotidiano.

4. Conclusão

Conclui-se que a substituição parcial das cinzas residuais de *Pinus caribaea caribaea* poderá assegurar um comportamento favorável otimizando as características mais relevantes da argamassa. Estudos apontaram o aumento significativo de sua resistência. E em razão referente as pesquisas, manifesta em diferentes combinações com cinzas de distintos extratos um desempenho proveitoso e benéfico na construção civil. Em relação aos projetos residenciais foram obtidos os resultados esperados a argamassa feita com substituição parcial do cimento Portland, trouxe a oportunidade de agregar mecanismos sustentáveis as residências, sem trazer um valor exorbitante para compra e adequação das mesmas.

Fazendo o uso da substituição parcial do cimento Portland, diminuiríamos a produção deste e dos impactos ambientais, porém, em relação as fabricas estas não seriam prejudicadas, pois, o cimento Portland é de extrema importância na construção civil, de forma que não pode ser descartado. Portanto o uso das cinzas residuais das cascas de *Pinus Caribaea Caribaea* para substituição parcial do cimento Portland traria benefícios para ambos, indústrias e meio ambiente.

Referências

AGNOL D. L.; GATTERMANN S. S. L.; CASA S. G. M. SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA BRASILEIRA. Escola de Arquitetura e Urbanismo, IMED. Passo Fundo, R.S. 2013.

BARDINI, V. S. S. (2008). ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DE UTILIZAÇÃO DE CONZAS DA QUEIMA DE CASCA DE PINUS EM OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2008.

CAPELLO, G. CIMENTO ECOLOGICO: PRODUTO TEM NIVEL DE CO2 REDUZIDO EM SUA FORMULA, CAUSANDO MENOS IMPACTOS NO MEIO AMBIENTE. Arquitetura & Construção, São Paulo, fv. 2008. Disponível em: http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/casa/conteudo_270173.shtml. Acesso em: 07 nov. 2017

GLUITZ, Adriana C.; MARAFÃO, Daiana. UTILIZAÇÃO DA CINZA DA MADEIRA DE EUCALIPTO NA SUBSTITUIÇÃO PACIAL DO CIMENTO PORTLAND EM ARGAMASSA. 2013. 52 F. Trabalho de conclusão de curso em Bacharelado em Química Industrial – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

GONÇALVES S. C. J.; DUARTE S. H. D. ARQUITETURA SUSTENTÁVEL: UMA INTEGRAÇÃO ENTRE AMBIENTE, PROJETO E TECNOLOGIA EM EXPERIÊNCIAS DE PESQUISA, PRÁTICA E ENSINO. Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência energética. Universidade de São Paulo. Porto Alegre, v.6, n. 4, p. 51 – 81 out. / dez. 2006.

MAURY B. M.; BLUMENSCHN N. R. PRODUÇÃO DE CIMENTO: IMPACTOS À SAÚDE E AO MEIO AMBIENTE. Sustentabilidade em Debate – Brasília, v.3, n. 1, p. 75 – 96, jan./jun. 2012.

MATERIAIS SUSTENTÁVEIS – CONHEÇA OS MATERIAIS VERDES PARA SUA CONSTRUÇÃO. <http://www.ecologiaurbana.com.br/residencia-sustentavel/materiais-sustentaveis-conheca-os-materiais-verdes-para-sua-construcao/>. Acesso em 10 set. 2017

MONTANER, J. M. A BELEZA DA ARQUITETURA ECOLÓGICA. In: A Modernidade Superada Arquitetura, arte e pensamentos do século XX. Barcelona: Gustavo Gili, 2001 p.195.

MELO, F. C. A. C. ANÁLISE DE ARGAMASSAS COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND POR CINZA RESIDUAL DE LENHA DE ALGARROBA. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de tecnologia. Programa de pós-graduação em Engenharia Civil – Natal, RN, 2012.

SANTOS, M. L. L. O. APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS MINERAIS NA FORMULAÇÃO DE ARGAMASSAS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2008.

TEIXEIRA, L. ANÁLISE DO SETOR DE CIMENTO NO BRASIL. Câmara Brasileira da Indústria da construção civil. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2008.