

# BENEFICIAMENTO E VALORIZAÇÃO DO MATERIAL CÔCO PÓS-CONSUMO: A QUESTÃO ENERGÉTICA E AMBIENTAL ENVOLVIDA\*

Janiel Rodrigo Zaro<sup>1</sup>  
Carlos Alberto Mendes Moraes<sup>2</sup>

## Resumo

Este artigo aborda, a partir da aplicação da estratégia de produção mais limpa (P+L), as potencialidades de aplicação (material adsorvente, mantas e telas para proteção do solo, isolante acústico e térmico, energético, indústria automobilística) do resíduo de coco, bem como o processo de beneficiamento necessário. Esta biomassa residual é gerada pela extração da água e polpa da fruta por processos industriais ou pelo consumo da fruta in natura. Como a casca representa cerca de 80% da fruta apresentam-se sérios problemas para a gestão desses resíduos. A partir disso, analisa-se as etapas necessárias ao beneficiamento encontradas na literatura. Foi possível verificar que a estratégia de produção mais limpa surge como solução para a gestão desse resíduo, sendo aplicada no seu terceiro nível, ou seja, na reciclagem deste resíduo no ambiente fora do local de sua geração.

**Palavras-chave:** Beneficiamento; Valorização; Coco; Resíduos.

## TREATMENT AND VALORIZATION OF POST-CONSUMPTION COCONUT MATERIAL: ENERGY AND ENVIRONMENTAL QUESTION INVOLVED

### Abstract

This article discusses the potential application of the coconut solid waste (adsorbent material, blankets and screens for soil protection, acoustic and thermal insulation, energy, automobile industry), as well as the process required. This residual biomass is generated by the extraction of water and fruit pulp by industrial processes or the consumption of the fruit in nature. As the bark represents about 80% of the fruit, serious problems exist for the management of this waste. It is analyzed the necessary steps to the treatment techniques found in the literature. It was possible to verify that the cleaner production strategy emerges as a solution for the management of this waste, being applied in its third level, that is, in the recycling of this waste in the environment outside the place where it was generated.

**Keywords:** Treatment; Valorization; Coconut; Raw materials.

<sup>1</sup> Físico, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro Metalúrgico, Ph.D., Professor dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e Engenharia Civil, UNISINOS, São Leopoldo, RS, Brasil..

## 1 INTRODUÇÃO

Atrelados aos processos produtivos, econômicos e sociais, os resíduos sólidos, provenientes da conversão que realizamos de insumos em bens e serviços, necessitam de adequado tratamento, sendo fundamental a necessidade de seu reaproveitamento, tendo em vista a necessidade de políticas que preservem o meio ambiente e mantenham condições de subsistência humana básicas (CHU, 2010).

Importante fonte de resíduos, o coco é composto pelo epicarpo, casca externa e lisa, mesocarpo camada interna fibrosa e o endocarpo que constitui a camada lenhosa (CASTILHOS, 2012). A casca de coco verde (CCV), subproduto do consumo da água de coco in natura ou de processos industriais, constitui cerca de 80% a 85% do peso bruto da massa do coco verde (ROSA et al., 2001). Quando consumido in natura nas áreas litorâneas representa cerca de 70% de todo o lixo gerado em praias brasileiras (MATTOS et al., 2011).

Sérios são os problemas oriundos do descarte de tal matéria, seja em lixões ou aterros sanitários, uma vez que a deposição do material gera custos e impactos negativos para a sociedade (CARDOSO; GONÇALEZ, 2016). O tempo médio de decomposição é de 10 anos, o que diminui consideravelmente a vida útil dos aterros sanitários. Se disposto irregularmente a céu aberto manifesta-se o descontrole das emissões de metano, bem como possível contribuição na proliferação vetores patológicos (ROCHA et al., 2010).

Assumindo que o subproduto do coco se caracteriza como biomassa residual, ou seja, matéria orgânica oriunda de processos antropogênicos, como os agroindustriais (MONTEIRO, 2009), e ainda, que possui capacidade de valorização, servindo de matéria prima para novos materiais, aplica-se a metodologia de produção mais limpa (P+L), para assim encontrar novas e emergentes soluções aos problemas acima mencionados.

Avaliar-se-á a oportunidade de aplicação do terceiro nível da estratégia de produção mais limpa, abordando a valorização do resíduo do coco, com enfoque no consumo energético destas etapas, proporcionando assim subsídios de viabilidade técnica para estes processos.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Produção Mais Limpa

O conceito de produção mais limpa, formulado pela UNEP (United Nations Environmental Program), surgiu no ano de 1989. Trata-se de uma estratégia contínua aplicada a processos e produtos que pretende prevenir a geração de resíduos e riscos à saúde humana, maximizando o uso de energia nos processos de produção (OLIVEIRA; ALVES, 2007).

A estratégia pode ser aplicada ao processo produtivo, produtos ou serviços. Quando aplicada a processos busca conservar as matérias primas e energia, substituindo materiais perigosos e tóxicos, reduzindo emissões e poluição. Aplicada ao produto busca minimizar impactos ambientais negativos deste ao longo de todo seu ciclo de

vida, ou seja, da extração e mineração de sua matéria prima, passando pelo seu uso até atingir a fase de disposição final. Já aos serviços, a produção mais limpa implica em uma abordagem consciente na formulação do design e entrega destes visando benefícios ao meio ambiente (GUNNINGHAM et al., 2000).

O Centro Nacional de Tecnologias Limpas estrutura os níveis de aplicação das estratégias de produção mais limpa em três níveis conforme a Fig 1. abaixo. No primeiro nível, o mais complexo e proveitoso ambientalmente, evitam-se a geração de resíduos, efluentes e emissões. O segundo implica na inserção dos resíduos que não puderam ser evitados nos processos de produção na mesma empresa. O terceiro nível, implica na adoção de medidas de reciclagem no ambiente externo ao da empresa (AMARAL et al., 2003).

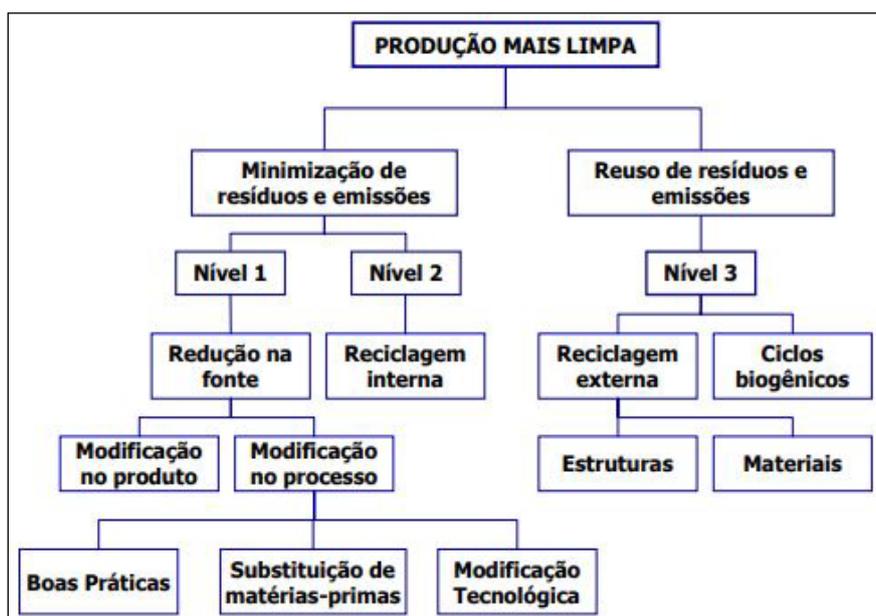


Figura 1. Fluxo dos níveis de aplicação da P+L.

Fonte: Fonte: AMARAL et al. (2003, p. 116)

Neste contexto, a valorização da biomassa residual, proveniente do processo agroindustrial ou do consumo in natura do coco, resulta em impactos positivos no momento em que materiais provenientes de seus subprodutos substituem, em diversas aplicações, materiais mais custosos energeticamente ou perigosos a saúde humana.

## 2.2 Coprodutos a partir da fibra de coco

As fibras da casca de coco são utilizadas em inúmeras aplicações: material adsorvente, isolantes térmicos e acústicos, complementação de ração animal, compósitos para desenvolvimento de inúmeros materiais e produtos (VELOSO et al., 2013; PIMENTEL et al., 2003).

### 2.2.1 Material adsorvente

A adoção do resíduo coco para produção de carvão ativado vem sendo estudada por vários autores. De acordo com JÚNIOR (2002, p. 3)

***“como o carvão ativado é adsorvente amplamente utilizado em processos de adsorção, vem se buscando obter carvões ativados a partir de matérias-primas de baixo custo, originadas, sobretudo de resíduos agrícolas e/ou de rejeitos industriais”.***

O autor conclui em seu estudo que o carvão ativado, produzido a partir do coco, possui boa capacidade adsorvente, além de ser econômico, e sua matéria prima abundante. De forma similar, MONTEIRO (2009, p. 79) utilizou as fibras de coco como material biossorvente, e concluiu que, “[...] sendo uma biomassa residual abundante torna-se uma opção alternativa de baixo custo como adsorvente e que respeita o desenvolvimento sustentável e ecoeficiente”.

### 2.2.2 Mantas e telas para proteção do solo

BITENCOURT (2008, p. 69) apresenta em sua dissertação de mestrado, dentre as várias potencialidades da utilização da fibra de coco, a aplicação desta na fabricação de mantas. Segundo a autora, “[...] **a fibra, tecida em forma de manta é um excelente material para ser usado em superfícies sujeitas a erosão provocada pela ação de chuva ou ventos [...]**”. Salienta ainda que **“As mantas e telas utilizadas na bem sucedida recuperação de áreas degradadas têm lenta decomposição, protegem o solo diminuindo a evaporação aumentando a retenção de umidade, protegendo e aumentando a atividade microbiana do solo e, conseqüentemente, criando as condições favoráveis ao desenvolvimento vegetal.”**

### 2.2.3 Isolamento Acústico e Térmico

JERONIMO; SILVA (2013) abordam em seu estudo o aproveitamento das fibras como material isolante. Por pertencer ao grupo de fibras duras, compostas principalmente por celulose e lenho, possuindo elevados índices de dureza e rigidez, as fibras comportam-se quase que perfeitamente para fins isolantes.

VELOSO et al., (2013) apresentam os benefícios da substituição de materiais isolantes pela fibra de coco. Alertam que os materiais isolantes costumam exigir ligantes químicos tóxicos para os humanos, o que deixaria de ser necessário pela utilização da fibra do coco.

SANTOSO; WIDIGDO; JUNIWATI, (2015) estudaram o desempenho de mantas, fabricadas a partir da fibra de coco, como isolante térmico, dispostas sobre superfícies de concreto horizontal. Os autores concluem que superfícies de concreto cobertas por tais mantas possuem menores taxas de calor durante o período diário e liberam rapidamente o calor armazenado em função dos orifícios naturais da fibra. Além disso, observam que os recintos cobertos pela manta apresentam menores temperaturas durante o dia, cerca de 1,2°C, e 3,1 °C no período noturno, e estabelecem que a utilização das mantas pode economizar um percentual energético médio de 3% e máximo de 9% se comparadas ao consumo energético de aparelhos climatizadores para reduzir as mesmas quantidades térmicas respectivamente.

### 2.2.4 Aplicação na indústria automobilística

(PIMENTEL et al., 2003) tratam, além de outras aplicações para a fibra, seu uso na indústria automobilística. De acordo com os autores, a matéria é utilizada para fabricação de peças para os veículos, como encostos de cabeça e bancos, assentos e pára-sole interno. Salientam também a perspectiva social desta aplicação, uma vez que se iniciou um projeto com parceria entre produtores de coco, empresas, universidade, e órgão governamental, com o propósito de conter a devastação de ecossistemas, promover a utilização de materiais recicláveis e dar trabalho para a população.

### 2.2.5 Utilização como energia

TRAVALON et al., utilizaram as fibras de coco para obtenção de briquetes, materiais compactados de resíduos e com alto poder calorífico, encontrando valores de 4000 kcal/kg. Apesar de, segundo os autores, os briquetes serem ecologicamente corretos, diminuindo o desmatamento, esta aplicação caracteriza-se como fim de tubo, ainda que aplicável ao segundo nível da cadeia de P+L.

BITENCOURT (2014) avalia a potencialidade da aplicação da fibra para a confecção de briquetes. De acordo com a autora, *O aproveitamento do resíduo do coco verde para geração de energia por meio da produção de briquetes constitui no uso sustentável de biomassa como combustível não incrementando o teor de CO<sub>2</sub> na atmosfera, já que este é produzido durante a combustão equilibrando-se com o CO<sub>2</sub> consumido durante a fotossíntese*. Além disso, sugere que o aproveitamento da casca de coco aumentaria o tempo de vida útil de aterros sanitários, reduziria a emissão de metano para a atmosfera terrestre, dentre outros benefícios.

## 2.4 PROCESSO DE BENEFICIAMENTO

De acordo com CASTILHOS (2012) existem duas técnicas para a extração das fibras do coco: maceração, processo biológico onde as cascas são submersas em água por um período de 4 a 12 semanas para promover a fermentação anaeróbia e após isso posterior desfibramento, ou o desfibramento mecânico. A primeira realizada na casca verde, e a segunda na casca de coco seco.

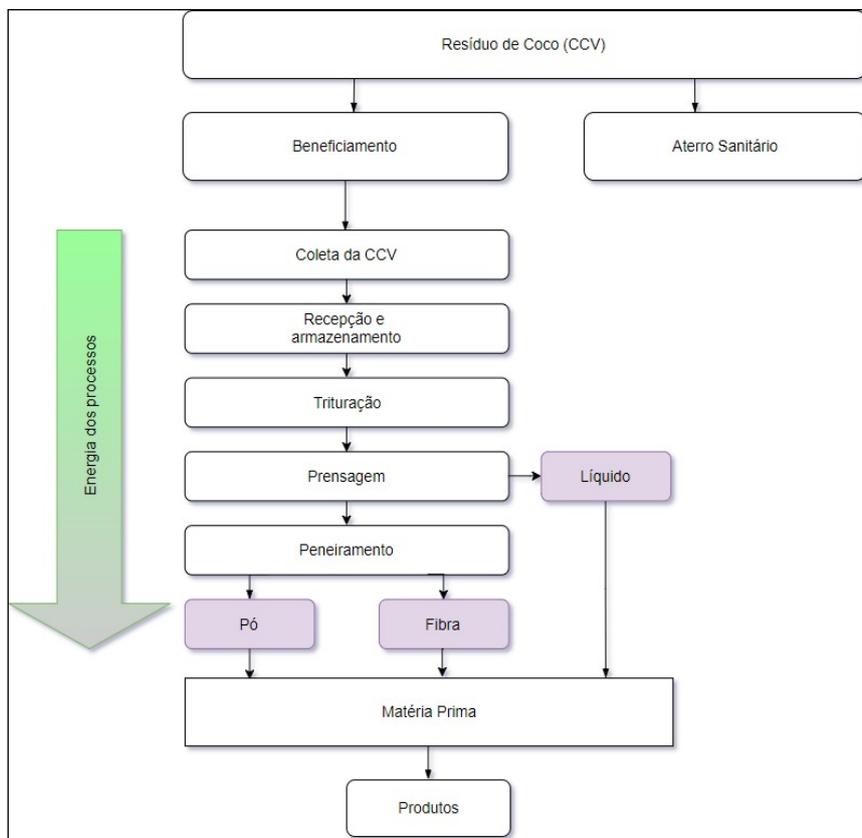
O desfibramento mecânico é realizado pela máquina mostrada na Fig. 2.



**Figura 2:** Máquina para o processamento do Coco.

**Fonte:** Mattos et al. (2011)

O fluxograma adaptado de Silveira (2008) para analisar as etapas de beneficiamento compreende as etapas: i) Coleta da CCV; ii) Recepção e armazenamento; iii) Trituração; iv) Prensagem; v) Peneiramento.



**Figura 3:** Fluxograma do beneficiamento do resíduo coco  
**Fonte:** Adaptado de Silveira

De acordo com MATTOS et al. (2011), no processo de trituração, as cascas inteiras ou cortadas são processadas pela máquina que deve possuir um rolo de facas fixas, minimizando assim o corte das fibras.

A prensagem é realizada com a intenção de eliminar a alta concentração de sais tóxicos (CASTILHOS, 2012). É nesta etapa que surge o primeiro subproduto da casca, o Líquido (LCCV), na proporção de 30% da massa bruta inicial, rico em açúcares, compostos fenólicos, cátions e ânions, que deve ser tratado adequadamente (MATTOS et al., 2011).

O peneiramento é efetuado para que se separe a fibra do pó. Após esta etapa, os dois subprodutos seguem rotas distintas de valorização dependendo do fim escolhido. No caso da fibra, a mesma deve passar ainda pelo processo de secagem, reclassificação, enfardamento e armazenamento.

Necessário é quantificar o consumo energético de cada uma destas etapas de beneficiamento, para que assim, uma comparação em termos de energia embutida, possa ser realizada. A substituição da fibra, como material adsorvente de efluente por exemplo, a materiais similares, demonstra-se viável no que se refere ao desempenho

na adsorção. Contudo, inviável seria seu uso, pelo custo econômico e energético se o beneficiamento assim o for.

### 3 CONCLUSÃO

A proposta de utilizar a estratégia da produção mais limpa como agente causador e motivador do beneficiamento do resíduo coco foi incorporada neste trabalho. A partir do resíduo gerado pela extração da água ou da casca do coco, interessante ambientalmente, é optar pela reciclagem deste. Cabe aí, o terceiro nível da estratégia de produção mais limpa.

A partir da estratégia adotada de produção mais limpa, terceiro nível, faz-se necessário algumas considerações. Etapa importante, é a tomada de consciência por parte dos colaboradores das empresas que realizarão o beneficiamento dos resíduos de coco, para que estes apliquem eficientemente suas atividades. Desta forma, extraiu-se algumas preocupações e conselhos do estudo de MATTOS et al. (2011). Segundo os autores:

- Os operadores das máquinas devem atentar para a correta limpeza dos compartimentos que filtram o LCCV, para que restos de fibra e pó não obstruam a mesma. Interessante é recolocar este material novamente na prensa;
- Cuidados em relação ao fluxo de alimentação de material na máquina, onde este deve ser igual ao fluxo de material prensado. Pouco volume torna o processo de retirada dos sais ineficiente, bem como o processo de classificação. Volume excedente provocará acúmulo na máquina e interromperá o processo por travamento;
- Atenção para a etapa de seleção inicial do material de coco proveniente na estação. Importante é manter um banco de dados com informações relevantes para o controle do fluxo de entrada de CCV. Tal procedimento permitirá a obtenção de informações relevantes ao processo, como a quantidade de geração de casca nos pontos de fornecimento, períodos de aumento ou queda. Tais informações possibilitam a otimização da gestão da empresa, podendo esta avaliar índices como a produtividade, fontes de desperdício, processos ineficientes.

Partindo da estratégia de produção mais limpa, deve-se buscar aplicações para os coprodutos do coco que não atinjam sua integralidade de contribuição no primeiro uso, ou seja, possibilitem a reutilização mais vezes, evitando ao máximo situações de fim de tubo.

A partir do desenvolvimento das possibilidades de aplicação da CCV torna-se necessário estudar o consumo energético do beneficiamento do coco. Para realizar uma possível comparação dos produtos, a partir dos subprodutos do coco, em termos energéticos, a empresa deverá conhecer o processo em termos de consumo de energia. Neste momento, o conceito de Energia Embutida demonstra-se viável, desde que aplicado corretamente, para este fim.

### Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

## REFERÊNCIAS

- 1 AMARAL, A. et al. Questões ambientais e produção mais limpa. Série Manuais de Produção mais Limpa. CNTL, 2003, Porto Alegre, p. 126.
- 2 BITENCOURT, D. V. Potencialidades e estratégias sustentáveis para o aproveitamento de rejeitos de coco (*Cocos Nucifera L.*). 2008, p. 118. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio ambiente) - Programa de Pós graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2008.
- 3 CARDOSO, M. S.; GONÇALEZ, J. C. Aproveitamento da casca do coco-verde (*Cocos nucifera L.*) para produção de polpa celulósica. *Ciencia Florestal*, v. 26, n. 1, p. 321–330, 2016.
- 4 CASTILHOS, L. F. F. Aproveitamento da fibra de coco. Serviço Brasileiro de Resposta Técnica, p. 29, 2012.
- 5 VELOSO, Y. M. Da S. et al. Reutilização da fibra da casca do coco verde para a produção de matéria prima industrial. *Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT*, v. 1, n. 3, p. 91–98, 2013.
- 6 GUNNINGHAM, N. et al. *Unido/Unep Guidance Manual : How To Establish and Operate Cleaner Production Centres*. Australian Centre for Environmental Law, v. 13, n. July, p. 231, 2000.
- 7 JERONIMO, C. E.; SILVA, G. O. Estudo de alternativas para o aproveitamento de resíduos sólidos da industrialização do coco. *Revista Monografias Ambientais*, v. 10, n. 10, p. 2193–2208, 2013.
- 8 JÚNIOR, E. C. DE A. Carvão ativado do mesocarpo do coco verde – produção , otimização e aplicação na adsorção do corante Remazol Black B. 2002, P. 72. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco, Recife/PE, 2002.
- 9 MATTOS, A. L. A. et al. Beneficiamento da casca de coco verde. *Embrapa Agroindústria Tropical*. Fortaleza, p. 37, 2011.
- 10 MONTEIRO, R. A. Avaliação do potencial de adsorção de U, Th, Pb, Zn e Ni pelas fibras de coco. 2009, p. 79. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós Graduação em Ciências na área de Tecnologia e Ciências - Materiais, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2009.
- 11 OLIVEIRA, J. F. G. DE; ALVES, S. M. Adequação ambiental dos processos usinagem utilizando Produção mais Limpa como estratégia de gestão ambiental. *Produção*, v. 17, n. 1, p. 129–138, 2007.
- 12 CHU, S. et al. *Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho*. São Paulo, 2010.
- 13 PIMENTEL, S. M. et al. Uso sustentável da fibra e pó do coco : uma alternativa ao desperdício. Sergipe, 2003. Disponível em: <<https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/handle/123456789/292>>. Acesso em: 15 jan 2018.
- 14 ROCHA, F. B. DE A. et al. Gestão de resíduos como ferramenta aplicada ao beneficiamento do coco verde. *XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, São Paulo, 2010.
- 15 ROSA, M. D. F. et al. Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola. *Embrapa, Comunicado Técnico*. n 54, p. 1–6, 2001.
- 16 SANTOSO, D.; WIDIGDO, W. K.; JUNIWATI, A. Application of coconut fibres as outer eco-insulation to control solar heat radiation on horizontal concrete slab rooftop. *Procedia Engineering*, v. 125, p. 765–772, 2015.

- 17 BITENCOURT, D. V. A fibra da casca do coco verde e a fabricação de briquetes: um estudo de suas potencialidades. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais. v. 5, n. 1 p. 319–328, 2013.
- 18 TRAVALON, A. P. et al. Utilização da fibra de coco para fabricação de briquete.
- 19 SILVEIRA, M. S. A. Aproveitamento das cascas de coco verde para produção de briquete em salvador. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Salvador, 163 p, 2008.
- 20 SPOSTO, R. M.; PAULSEN, J. S. Energia incorporada em habitações de interesse social na fase de pré-uso: o caso do programa Minha Casa Minha Vida no Brasil. Oculum Ensaios, V. 11, n. 1, p. 39-50, 2014.
- 21 ASHBY, M. F.; SHERCLIFF, H.; CEBON, D. Materiais. Rio de Janeiro: Elsevir, 2012. 650 p.
- 22 MENZIES, G. F.; TURAN, S.; BANFILL, P. F. G. Life-cycle assessment and embodied energy: a review. Construction Materials. 2007, p. 135-143