

## III-250 - DESTINAÇÃO E APROVEITAMENTO DE RESÍDUO FLORESTAL DA COLHEITA DO EUCALIPTO

### **Fabiola Domingues Tomaz<sup>(1)</sup>**

Engenheira de Produção pela Universidade Guarulhos. Pós-graduação em MBA de Controladoria e Finanças pela Universidade Guarulhos. É certificada como *Program Management Professional* pelo PMI e é Master Black Belt pela RL Associados. Professora de engenharia na Universidade Guarulhos.

### **Gabriel Vianna Sousa<sup>(2)</sup>**

Tecnólogo em Gestão Ambiental pela Universidade Guarulhos. Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Guarulhos. É profissional na área administrativa.

### **Edson Ramos da Silva Júnior<sup>(3)</sup>**

Bacharel em ciências biológicas pela Universidade Guarulhos. Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Guarulhos. É supervisor de segurança no trabalho no grupo Baumgart.

### **Abraão Sousa Ribeiro<sup>(4)</sup>**

Tecnólogo em Gestão Ambiental pela Universidade Guarulhos. Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Guarulhos. É técnico em segurança do trabalho na Multilixo.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Itararé, 25 – Bela Vista – São Paulo – SP – CEP 01308-030 - Brasil - Tel: (11) 99567-4098 - e-mail: [fabioladtomaz@gmail.com](mailto:fabioladtomaz@gmail.com)

**Endereço<sup>(2)</sup>:** Rua Cuba, 171 – Jd. Das Nações – Guarulhos – SP – CEP 07183-453 – Brasil - Tel: (11) 95356-2899 - e-mail: [gabriel94.vianna@gmail.com](mailto:gabriel94.vianna@gmail.com)

**Endereço<sup>(3)</sup>:** Rua Nossa Senhora Mãe dos Homens, 975 - Apto 502 - Bloco 08 - Vila Progresso - Guarulhos/ CEP 07091-000 - Brasil - Tel: (11) 98426-6257 - e-mail: [jr\\_tst\\_mam@yahoo.com.br](mailto:jr_tst_mam@yahoo.com.br)

**Endereço<sup>(4)</sup>:** Rua dos Prazeres, 253 – Belém – São Paulo – SP – CEP 03021-085 - Brasil - Tel: (11) 95168-0509 - e-mail: [ribeiroabrahao@gmail.com](mailto:ribeiroabrahao@gmail.com)

### **RESUMO**

O projeto objetiva gerenciar os resíduos da colheita do eucalipto onde são gerados, utilizando este material como combustível alternativo para caldeiras, seguido da geração de energia elétrica e, como subproduto desta queima, surgirá a cinza, que servirá como remediador de solos com características ácidas, podendo, assim, desenvolver a logística reversa desse novo produto aos cultivadores de eucalipto, lançando oficialmente uma linha de produtos com verdadeiro ciclo de vida sustentável, pensando em novas energias.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos, Geração de Energia, Logística Reversa, Sustentabilidade.

### **INTRODUÇÃO**

A evolução do consumo de energia, baseada em combustíveis fósseis, conduziu a humanidade para uma matriz energética insegura, com alto custo e com impacto negativo para o meio ambiente. Isso tem levado muitos países a considerarem a necessidade de profundas mudanças, incluindo o desenvolvimento de processos mais sustentáveis e a intensificação do aproveitamento de outras fontes energéticas renováveis (BRITO, 2007). Segundo SANTIAGO (2013), o uso de resíduos florestais como insumo energético é uma tendência e vem despertando interesse tanto de países em desenvolvimento, como de países desenvolvidos e industrializados devido ao seu potencial renovável, pela possibilidade de redução da dependência de combustíveis fósseis e pela redução de emissões atmosféricas.

Encontramos no cenário atual brasileiro que não há uso de boas práticas ou normatização sustentáveis que nos auxiliem em aproveitar o melhor de resíduos florestais como por exemplo, temos as cinzas que são obtidas através do processo da queima de resíduos florestais e que grande parte é descartada sem um mínimo controle, com risco de contaminação do solo e do lençol freático (BRAGATTO, 2010). As florestas encontradas no Brasil se estendem, atualmente, por cerca de 7 milhões de hectares, composta em sua grande maioria de pinus e eucalipto, pois ambas as espécies possuem tempo de maturação para poda muito rápido, facilitando o manejo e sua produção é destinada à indústria de papel e celulose, carvão vegetal, madeira serrada, produtos de madeira sólida e madeira processada (CNA BRASIL, 2016).

Mediante cenário apresentado, este trabalho visa propor melhores práticas no gerenciamento sustentável dos resíduos florestais gerados pelo cultivo do eucalipto, tratando-os como fonte de energia renovável com aplicação de logística reversa ao mercado nacional, resultando assim em produtos com alto grau tecnológico alinhado com as expectativas de mundo que deixaremos para as próximas gerações.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A fim de entender o atual cenário do descarte de resíduos florestais no Brasil em referência ao eucalipto e de entender as melhores práticas do gerenciamento sustentável deste, utilizaremos 03 (três) métodos de pesquisa: sendo o primeiro a comparação e uso de dados científicos de alto valor, estudando dados abordados por pesquisas recentes e melhores práticas do mercado internacional; o segundo método é o de coleta de dados em campo; e finalmente o terceiro método é o uso da árvore de decisão, juntamente com o CANVAS, centralizando e direcionando os resultados desta pesquisa. Assim, apresentam-se nossas ações em algumas fases, como seguem.

## PRIMEIRA ETAPA: ESTUDO DAS POLÍTICAS E AÇÕES SUSTENTÁVEIS NACIONAIS E INTERNACIONAIS NO APROVEITAMENTO DE RESÍDUO FLORESTAL

Para o primeiro método que será utilizado na primeira fase, as pesquisas de base científica relacionadas ao assunto são nossa base de dados inicial, na qual se estudará o que atualmente é empregado nas políticas sustentáveis do resíduo florestal e técnicas desenvolvidas para seu uso no mercado nacional e internacional. Estudaremos ainda a contribuição do fornecimento ou a redução do consumo de energia provenientes do aproveitamento sustentável destes resíduos em hidroelétricas, bem como a forma de comercialização da energia residual produzida em termoelétricas. Tal base de dados será fundamental para visualizarmos gaps nos sistemas de aproveitamento sustentável do resíduo florestal.

## RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

Há poucas décadas atrás, as árvores de eucalipto eram descascadas na própria floresta e as cascas lá ficavam. Isso era feito de forma primitiva e manual. Galhos, folhas, casca e toretes finos eram amontoados em leiras e depois tudo era queimado para não atrapalhar as atividades florestais que se seguiriam (preparo do solo, reforma do povoamento, etc.). Hoje, queimar os resíduos florestais é uma prática obsoleta e danosa à floresta, pois por mais que o reflorestamento é feito geralmente em solos pobres e já degradados pela atividade de agricultura anterior, a queima destrói os resíduos, joga fora o carbono, desnuda o solo, mata a proteção superficial do solo, aniquila a micro vida, etc. O ganho que acontece é só no curto prazo e no médio prazo, significa empobrecimento do solo, maior erosão, menos biologia, menos vida, menos futuro.

O passo oposto tem sido deixar praticamente todo o resíduo no solo, tanto a serapilheira, que é a camada formada para a deposição e acúmulo de matéria orgânica como por exemplo, os resíduos da colheita, incluindo as cascas das toras descascadas no campo. Hoje, a maioria cultivadores florestais estão cientes sobre as maiores vantagens de se deixar os resíduos florestais no solo, inclusive a casca, para as gerações futuras de árvores do que as cinzas. Mas a ausência de um bom planejamento no uso desses resíduos deixados no campo, bem como desconhecimento científico sobre seu comportamento têm resultado em (FOELKEL, 2015):

- Problemas em termos de competição por nitrogênio para sua degradação;
- Efeitos alelopáticos para as recém-plantadas;
- Aumento do ataque de insetos que se desenvolvem sob essa manta orgânica;
- Camadas de resíduos espessas;
- Cobertura de cepas pelos resíduos, impedindo ou prejudicando sua brotação;
- Dificuldades no preparo do solo, na abertura do sulco ou de covas;
- Redução do pH do solo devido a decomposição da matéria orgânica, transformando em um *mulching* - técnica de jardinagem que tem diversas vantagens e refere-se a tudo que pode ser colocado sobre o solo como cobertura - mal aplicado.

Visualizamos assim, que é importante conhecer que a casca do eucalipto quando deixada no sítio após colheita participa ativamente desses fenômenos fisiológicos. Porém, para obtenção de reais benefícios, os resíduos

necessitam ter suas características transformadas. Através de outros estudos de base científica, podemos também notar outras aplicações do aproveitamento do resíduo da colheita do eucalipto.

Estudamos que a madeira de espécies coníferas, que contem mais extrativos do que as folhosas, geralmente apresenta PCS (Poder Calorífico Superior) entre 4700 e 6600 Kcal/Kg, enquanto que a madeira de folhosas possui entre 4400 e 5800 Kcal/Kg (INCE, 1997). A resina presente em determinadas espécies tem poder calorífico médio de 9460 Kcal/Kg. Assim, espécies com altos teores de resina (coníferas) apresentam maior poder calorífico do que espécies folhosas com baixos teores de resina (BRITO et al, 1979).

Para aplicação em geração de energia em termoelétricas ou tão quanto para participação em biomassa, buscamos informações sobre o atual cenário energético do país e a forma de contribuir com o fornecimento ou a redução do consumo de energia provenientes de hidroelétricas, bem como a forma de comercialização da energia residual produzida em termo elétricas e utilizada em áreas de produção que acabam sobrando, ou seja, no total de energia gerada numa planta grande parte acaba sobrando e serve para alimentar a rede elétrica em parceria com as concessionárias que tem o papel de contabilizar o fornecimento e nivelar a frequência de consumo desta energia por meio de geradores.

## **SEGUNDA ETAPA: COLETA DE DADOS EM CAMPO**

Para o segundo método será realizado visitas em campo com o intuito de avaliar o atual cenário da produção de eucaliptos para corte e produção de papel. Aqui, coletaremos dados quantitativos e qualitativos do que é vivenciado sobre o plantio, o processo de corte e retirada dos galhos e casca do eucalipto.

## **RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA**

Munidos de informações técnicas sobre as possibilidades de aproveitamento do resíduo da colheita do eucalipto, realizou-se visita técnica em uma madeireira em novembro de 2016, onde pudemos acompanhar o atual processo de extração e o encaminhamento da extração e do resíduo. Além da coleta de dados técnicos, notou-se um trabalho precário quanto as ações de direcionamento do resíduo, muitas vezes esses não sendo rastreáveis após a extração e não recebendo nenhum tipo de atenção ou tratamento adequado. A partir disso, coletou-se informações sobre a prática da destinação deste resíduo por outras empresas do mesmo segmento, conforme análise de benchmarking que poderá ser visualizada em nosso CANVAS, presente no trabalho completo. Nessa pesquisa de benchmarking, encontramos também as atuais oportunidades que o mercado brasileiro oferece para a destinação deste resíduo florestal e qual é a prática de diversos tipos de empresas ligadas a esse mercado.

## **TERCEIRA ETAPA: ANÁLISE DE DADOS COLETADOS A FIM DE SEREM ANALISADOS ATRAVÉS DE ARVORE DE DECISÕES E CANVAS;**

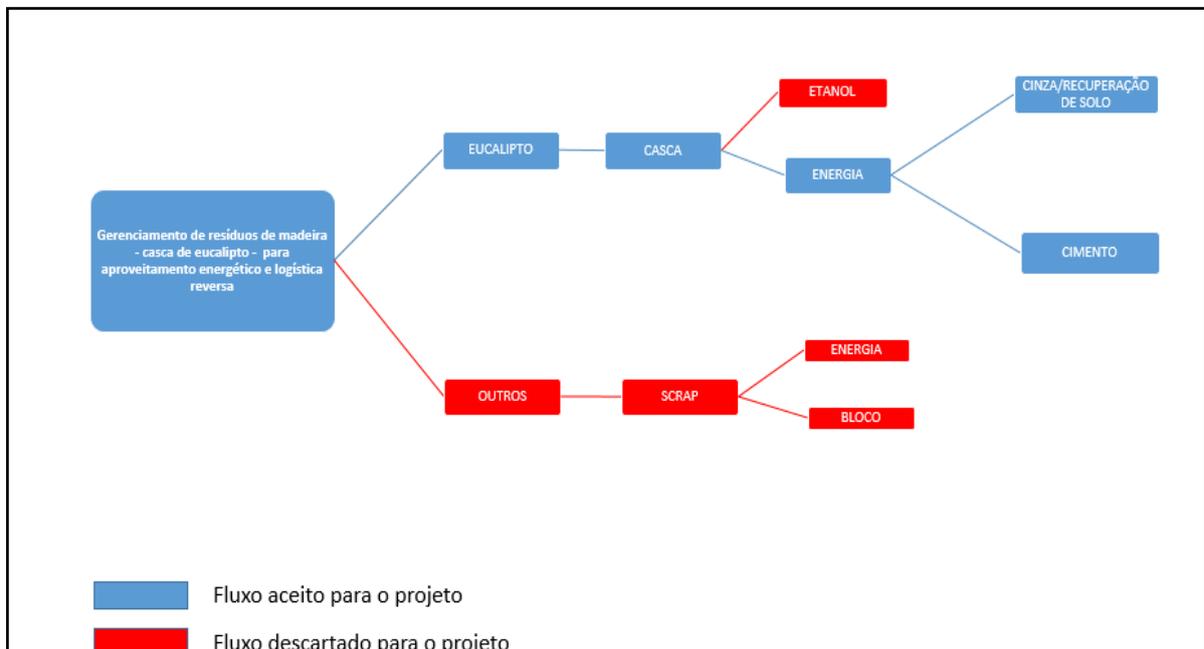
No terceiro método escolhido, utilizaremos a árvore de decisão juntamente ao método CANVAS, que é uma ferramenta estratégica desenvolvida para auxiliar o a elaboração de estudo de mercado, direcionando assim nossos esforços a pesquisa do descarte e aproveitamento sustentável do eucalipto.

## **RESULTADOS DA TERCEIRA ETAPA**

Para o preenchimento das linhas do CANVAS, basearam-se no brainstorming inicial, assim como no benchmarking, que considerou parceiros-chave, atividades- chave, propostas de valor, relação com clientes e segmentos de mercado.



**Figura 1: Disposição de dados coletados em campos em modelo CANVAS**



**Figura 2: Árvore de decisão para entendimento do melhor produto direcionado ao mercado**

Tal objetivo foi desenvolvido através da matriz de decisão (figura 2), que permitiu a identificação dos pontos fortes e fracos de cada ideia, tornando mais simples a escolha das melhores tendências.

Optou-se pelo gerenciamento dos resíduos de eucalipto, destacados em azul na matriz, por conta dos demais resíduos apresentarem maior complexidade.

Assim entendemos ser possível tornar o corte e produção de madeiras cada vez mais sustentável, oferecendo produtos com alto grau tecnológico alinhado com as expectativas de mundo que deixaremos para as próximas gerações.

## CONCLUSÕES

O levantamento dos dados coletados foi positivo, tanto o de referencial científico quanto a de campo e a de mercado. Encontramos que o não gerenciamento do resíduo florestal da colheita do eucalipto, apesar de possuir grande potencial de desenvolvimento, permanece distante entre os estudos acadêmicos únicos com a realidade que é encontrada na prática. Para isso destacamos, dentre os resultados totais que são apresentados no estudo completo, algumas das alternativas que fazem parte do leque de propostas básicas que servirão de guia de melhores ações neste mercado:

- É necessário o eficiente planejamento da colheita e posteriormente, a silvicultura de plantio deve levar em conta que os resíduos são vantajosos, mas precisam ser também trabalhados para não prejudicarem as mudas: os resíduos necessitam ter suas características transformadas, visando a aplicação energética como por exemplo, trata-las termicamente em estufa, na presença de oxigênio (140 e 200 °C) e em atmosfera inerte (220, 260 e 300 °C).
- Além disso, na colheita o operador deve evitar concentrar a casca em pilhas grossas, pior ainda quando sobre brotações que serão conduzidas (FOELKEL, 2015). Com isso conseguimos ter um produto que atenda às necessidades dos produtores de eucalipto, mitigando os impactos (solo ácido) causados pela cultura em grande escala.
- A umidade é talvez o fator que exerce maior influência sobre o uso da madeira/casca para cogeração de energia em termoelétricas. A presença de água representa poder calorífico negativo, pois parte da energia liberada é gasta na vaporização, ou seja, antes de ocorrer a combustão a água precisa evaporar. Além disso, se a quantidade for muito variável, pode dificultar o processo de combustão havendo necessidade de constantes ajustes no sistema (BRITO, 1978). A aplicação na fabricação de biomassa converge com o mesmo problema encontrado na aplicação da casca para geração de energia em termoelétricas, segundo Brand e Muniz (2010) o uso da biomassa nas condições de recém-colhida não é recomendado em função dos elevados teores de umidade (próximo de 50%) e baixo poder calorífico líquido (inferior a 1900 Kcal/Kg).
- Após o final da queima da casca do eucalipto podemos esmiuçar o leque de oportunidades para o uso da cinza gerando assim um produto e não um resíduo, tendo esta a finalidade de balancear o pH do solo, repor a carga orgânica retirada deste, ajudar a reter a umidade no solo e o controle de pragas. As cinzas vegetais, que são ainda pouco utilizadas na agricultura, servem como adubo do solo, pois contêm micronutrientes essenciais para a sobrevivência dos seres vivos, como o Cobre, Zinco, Magnésio, Ferro e Boro. Tais elementos são importantes, pois influenciam diretamente no desenvolvimento e resistências das plantas, além de auxiliar no combate a pragas e a aplicação em plantios agrícolas apresenta uma importante oportunidade de restituição de parte dos nutrientes removidos pelo cultivo de monoculturas, aprimorando a produtividade (SANTOS, 2012).

Ressalta-se ainda que este trabalho visa propor as melhores práticas deste mercado em sua produção, aproveitamento de resíduo e a logística reversa do mesmo, contém um estudo do cenário brasileiro em como a implementação das mesmas pode se tornar factível na atual rede de produtores, fornecedores, clientes, potenciais clientes e parceiros. A continuação deste trabalho será realizar teste em laboratório e prototipagem destes produtos, criando uma nova rede energética e produtiva sustentável.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BRAGATTO, J. Avaliação do potencial da casca de Eucalyptus para a produção de bioetanol. 2010.
2. BRAND, M.A.; MUNIZ, G.I.G. Influência da época e colheita da biomassa florestal sobre sua qualidade para geração de energia. 2010.
3. BRITO, J.O. O uso energético da madeira. 2007.
4. BRITO, J.O.; BARRICHELO, L.E.G. Características do eucalipto como combustível: análise química imediata da madeira e da casca. 1978.
5. CNA BRASIL. O Brasil é um dos maiores produtores de florestas plantadas no mundo <<http://www.cnabrazil.org.br/noticias/o-brasil-e-um-dos-maiores-produtores-de-florestas-plantadas-do-mundo>> - Acessado em 23/11/2016.
6. FOELKEL, C. Utilização da Biomassa do Eucalipto para Produção de Calor, Vapor e Eletricidade. 2016.
7. FOELKEL, C. Casca da árvore do eucalipto: Aspectos morfológicos, fisiológicos, florestais, ecológicos e industriais, visando a produção de celulose e papel. 2015.
8. INCE, P.J. Estimating effective heating value of wood or bark fuels at various mixture contents. Madson: USDA, 1977.
9. SANTIAGO, F.L.S. Aproveitamento de resíduos florestais de Eucalyptus na indústria de fabricação de celulose para geração de energia térmica e elétrica. 2013.
10. SANTOS, J. R. S. Estudo da biomassa torrada de resíduos florestais de eucalipto e bagaço cana-de-açúcar para fins energéticos. 2012.
11. SEBRAE. Canvas, <<https://www.sebraecanvas.com>> - Acessado em 20/10/2016.