

GABRIEL DE MAGALHÃES MIRANDA

ANÁLISE ECONÔMICA DE DOIS SISTEMAS DE DESCASCAMENTO DE
MADEIRA DE EUCALIPTO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Ciência Florestal, para obtenção do título de “Magister Scientiae”

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
JUNHO - 2000

GABRIEL DE MAGALHÃES MIRANDA

ANÁLISE ECONÔMICA DE DOIS SISTEMAS DE DESCASCAMENTO DE
MADEIRA DE EUCALIPTO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Ciência Florestal, para obtenção do título de “Magister Scientiae”

Aprovada: 10 de janeiro de 2000

Prof. Carlos Cardoso Machado
(Conselheiro)

Prof. Luciano José Minette
(Pesquisador)

Prof. Carlos Pedro Boechat Soares

Prof. Nilton César Fiedler

Prof. Márcio Lopes da Silva
(Orientador)

A Deus e Nossa Senhora, pela presença constante.

À memória de meus pais, Vivaldino e Bernardina, pelo amor,
pela formação e pelo exemplo de vida.

Aos meus irmãos, cunhados e sobrinhos, pelo apoio
e pela amizade.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), por meio do Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade oferecida e pela acolhida durante a realização do curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela bolsa de estudo.

À COPENER FLORESTAL LTDA, na pessoa de seus administradores funcionários, pela cooperação e pelo apoio na coleta de dados e material para análise.

Ao professor Márcio Lopes da Silva, pela orientação, dedicação e amizade.

Aos professores Hélio Garcia Leite e Carlos Cardoso Machado, pela dedicação e pelas críticas e sugestões para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Aos professores Nilton César Fiedler e Carlos Pedro Boechat Soares e ao pesquisador Luciano José Minette, pelas sugestões, pelo apoio e pela amizade.

Aos professores Geraldo Gonçalves dos Reis e Maria das Graças Ferreira Reis, pelo apoio e pela amizade.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Engenharia Florestal, pelo apoio.

À Ritinha, pelo apoio, pela amizade e inesgotável paciência.

Aos companheiros de república, Alexandre, Joze Mauro, Miguel e Marcos, pela excelente convivência e amizade.

Aos amigos de pós-graduação do DEF, pela excelente convivência no decorrer do curso.

Aos amigos José Urbano, Luís Carlos e Flávio, pelos anos de boa convivência, durante essa jornada.

À família Carneiro de Calambau, pela amizade.

Aos amigos moradores e frequentadores do Alojamento Novíssimo 133, pela amizade.

A todos aqueles que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

GABRIEL DE MAGALHÃES MIRANDA, filho de Vivaldino de Sales Miranda e Bernardina Justa de Magalhães, nasceu em Brás Pires, Estado de Minas Gerais, em 22 de abril de 1966.

Cursou o ensino básico na Escola Estadual “São Luiz”, em Brás Pires, e o segundo grau na Escola Agrotécnica Federal de Barbacena “Diaulas Abreu”, concluindo o curso em novembro de 1987.

Graduou-se em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa em dezembro de 1997.

Em março de 1998, iniciou o curso de mestrado em Ciência Florestal na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, concentrando os estudos em Economia Florestal.

Em fevereiro de 2000, submeteu-se aos exames de defesa de tese, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

CONTEÚDO

	Página
EXTRATO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Sistemas de descascamento	3
2.2. Custos de transporte da casca	4
2.3. Exportação de nutrientes pela colheita da casca	5
2.4. Usos alternativos para a casca	7
2.4.1. Produção de energia	7
2.4.2. Extração de taninos	8
2.4.3. Compostagem	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Caracterização da área de estudo	11
3.2. Amostragem	11
3.3. Análise laboratorial	14
3.4. Custo total do transporte e do descascamento	16
3.5. Custo da exportação de nutrientes	16
3.6. Avaliação das alternativas de uso da casca	17
3.7. Análise econômica	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Volume e densidade da casca	21

	Página
4.2. Biomassa e teor de nutrientes	22
4.3. Poder calorífico	22
4.4. Custo de transporte	23
4.5. Custo do descascamento.....	24
4.6. Custo da exportação de nutrientes	25
4.7. Custos totais dos dois sistemas.....	28
4.8. Distância de equiparação.....	30
4.9. Rendimento dos usos alternativos	32
5. RESUMO E CONCLUSÕES	34
6. RECOMENDAÇÕES.....	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
APÊNDICE	43

EXTRATO

MIRANDA, Gabriel de Magalhães, M.S., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2000. **Análise econômica de dois sistemas de descascamento de madeira de eucalipto.** Orientador: Márcio Lopes da Silva. Conselheiros: Helio Garcia Leite e Carlos Cardoso Machado.

O presente trabalho teve como objetivo a análise de dois sistemas de descascamento de madeira de eucalipto, utilizados por empresas florestais brasileiras, com o intuito de identificar o mais vantajoso do ponto de vista econômico. Os sistemas avaliados foram o fixo, composto por um descascador industrial de tambor, e um móvel, composto por trator agrícola adaptado com descascador de rotor com facas rotativas. Foram avaliadas também três alternativas de uso da casca. A parte do estudo referente a coleta de dados de volume e amostras para análise laboratorial foi realizada em áreas da empresa COPENER FLORESTAL LTDA; localizada na região norte da Bahia. A espécie usada para o estudo foi o híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. A amostragem foi feita em dois talhões, escolhidos aleatoriamente, onde foram identificadas 13 classes de diâmetro, sendo abatidas e cubadas duas árvores de cada classe, uma em cada talhão, num total de 26 árvores. Em cada uma dessas árvores, foram retirados anéis de casca nas posições, de 0, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial, para a determinação dos teores de umidade, nutrientes, do poder calorífico e da densidade. Em outra etapa, foi enviado às empresas um questionário, abordando as principais questões envolvidas com o descascamento da madeira. Com os dados da cubagem rigorosa, da análise

laboratorial e do questionário, foram obtidas as seguintes estimativas: volume total do tronco: 489,02 m³/ha; volume de casca: 49,42 m³/ha; percentual de casca: 10,1%; densidade da casca: 270 kg/m³; biomassa: 13,6 t/ha; umidade: 59,58%; poder calorífico: 3550 kcal/kg; custo de transporte: R\$0,0356/m³/km; custo de carregamento e descarregamento: R\$1,38/m³; custo do descascamento móvel de R\$4,65/m³ e fixo de R\$2,00/m³; capacidade de aproveitamento em composto orgânico: 60% do volume; capacidade produtiva em energia elétrica: 500 kwh/m³; teor de taninos: 14,7%; e quantidade de nutrientes em 30 kg de casca: N = 97,17 g, P = 8,60 g, K = 85,72 g, Ca = 754,96 g e Mg = 88,00 g. Estes valores possibilitaram estimar as quantidades de fertilizantes necessárias para reposição, sendo: sulfato de amônio = 486,00 g; superfosfato simples = 218,89 g; cloreto de potássio = 36,21 g; e calcário dolomítico (Ca e Mg) = 3523,33 g, resultando em acréscimo de R\$0,46/m³ no custo da madeira. No que diz respeito às partes operacionais dos sistemas, observou-se que o descascamento móvel pode promover redução do custo de transporte, carregamento e descarregamento, no mesmo percentual do volume de casca. No entanto, o custo de descascamento móvel é bastante elevado, fazendo com que, do ponto de vista econômico, para as condições estudadas, este sistema saia em desvantagem. Para o percentual de casca observado, a distância de transporte que equipara os dois sistemas em custos é de 255 km. Os usos alternativos mostraram, em 30 kg de casca, valores de receita de R\$10,24, em energia elétrica e de R\$6,20 para a extração de taninos. Os resultados observados possibilitaram concluir que: pela situação atual, o sistema fixo é economicamente mais vantajoso que o sistema móvel para o raio de 100 km, tomado como referência; o fator determinante dessa situação é o custo do descascamento móvel bastante superior ao fixo; distâncias inferiores à distância de equiparação favorecem o sistema fixo, enquanto as superiores favorecem o sistema móvel; e as alternativas de uso da casca apresentam receitas que podem amortizar parte dos custos da madeira.

ABSTRACT

MIRANDA, Gabriel de Magalhães, M.S., Universidade Federal de Viçosa, June of 2000. **Economic analysis of two systems of descascamento of eucalyptus wood.** Adviser: Márcio Lopes of Silva. Committee members: Helio Garcia Leite and Carlos Cardoso Machado.

The objective of this work was to analyze the two systems of the eucalyptus wood peeling, utilized by the Brazilian forest companies, with the purpose to identify the most advantageous in the economical point of view. The evaluated systems were the fixed system, composed by a barrel of industrial peeling, and a mobile, composed by an agricultural tractor modified with a rotor peeling with rotative knives. Also were evaluated three alternatives of the use of the peel. The part of the study referring to the collect of the volume data and the laboratorial analyzes of the samples were realized by the **COPENER FLORESTAL LTDA**; situated in the northeast region from Bahia. The specimen utilized to the study was the hybrid *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus gradis*. The sampled was made in two cutting pieces, choose aleatory, where were identified 13 diameters classes, were abated and cube two trees of each specimen, one in each cutting piece, in a total of 26 trees. In each of these trees, were removed peel rings in positions of 0, 25, 50, 75 and 100% of the commercial summit, to determine the humidity texts, nutrients, the calorific power and the density. In other stage, was sent a questionnaire to the companies, approaching the main questions about the wood peeling. With the data of

the rigorous cube, laboratorial analyses and the questionnaire, were obtained the follow estimatives: total volume of the trunk: 489,02 m³/ha; peel volume: 49,42 m³/ha; peel perceptual: 10,1%; peel density: 270 kg/m³; biomaterial: 13,6 t/ha; humidity: 59,58%; calorific power: 3550 kcal/kg; transportation cost: R\$ 0,0356 /m³/Km; shipment and discharge cost: R\$1,38/m³; mobile peeling cost of R\$4,65/ m³ and fixed of R\$2,00/ m³; exploitation capacity of the organic compound: 60% of the volume; productive capacity in electrical energy :500 kwh/ m³ ; tannin texts: 14,7%; and quantity of nutrients in 30 kg of peel: N = 97,17 g, P = 8,60 g, K = 85,72 g, Ca = 754,96 g and MG = 88,00 g. These values facilitate the estimate the necessary quantity of fertilizer to replacement, such as: ammonium sulphate = 486,00 g; super phosphate simple= 218,89 g; potassium chloride = 36,21 g; and dolomitic calcareous (Ca and Mg) = 3523,33 g, resulting in increment of R\$0,46/ m³ in the wood cost. Regarding to the operational parts of the system was observed that the mobile peeling could promote a decrease in the transport cost, shipment and discharge, in the same perceptual of the peel volume. However, the mobile peeling cost is elevated, doing that, in the economic point of view, for the studied conditions, this system stays in disadvantage. To the observed peel perceptual, the transportation distance that compares the both systems in cost is 255 Km. The alternative uses showed, in 30 kg of peel, revenue values of R\$10,24, in electric energy and R\$6,20 to the tannins extraction. The observed results facilitated to conclude that: by the current situation, the fixed system is economically more advantageous than the mobile system to a space of 100 Km, took as reference. The determinant factor of this situation is the mobile peeling cost that is superior to the fixed one. Inferior distances to the compared distance favors the fixed system, while the superiors favors the mobile system; and the alternatives of the use of the peel showed revenues that could amortize part of the cost of the wood.

1. INTRODUÇÃO

A casca da madeira pode ser considerada um problema para algumas empresas florestais, pois há poucas alternativas econômicas de aproveitamento, e esta acaba gerando custos adicionais, uma vez que as empresas necessitam dar um destino a esse material.

O volume de casca em plantios de eucalipto, geralmente, corresponde a cerca de 10 a 20% do volume comercial da árvore (HUSCH et al., 1972). A exemplo das indústrias de celulose e papel, quando a madeira é descascada no local de consumo, ocorre inicialmente aumento significativo no custo de transporte.

Nos pátios, a casca geralmente causa transtornos, seja pelo material que se desprende durante as operações de movimentação da madeira, exigindo a realização de limpezas com certa freqüência, ou pelo material gerado no descascador, para o qual tem que ser dado um destino. O volume de casca relativamente elevado implica a necessidade de um local próprio para que este material possa ser depositado, gerando custos com esse local e com o transporte. No sentido de um melhor aproveitamento da casca, algumas empresas usam esse material em caldeiras, para a produção de vapor. Neste caso, a casca deixa de ser um problema e, às vezes, se transforma na solução de problemas energéticos da empresa, embora, em alguns casos, este processo não seja suficiente para consumir todo o volume de casca produzido.

Quando uma empresa adota a estratégia de descascamento no pátio, além dos problemas citados anteriormente, podem-se mencionar o

transporte e a exportação de nutrientes e matéria orgânica, que acabam promovendo a redução do potencial nutricional e biológico do solo. Por outro lado, quando uma empresa realiza o descascamento da madeira no campo, esse processo contribui para reduzir a exportação de nutrientes e para a manutenção das condições físicas e químicas do solo, uma vez que a casca permanece no local da colheita, transformando-se em matéria orgânica. Quando a madeira é descascada no campo, não se pode desconsiderar também o fato de que a casca fresca contém compostos orgânicos que, deixados no campo, podem ser tóxicos ou atuar como inibidores de crescimento para as rotações seguintes (ZOETTL, 1980).

Diante do exposto, o principal objetivo deste trabalho foi avaliar economicamente os sistemas de descascamento fixo, composto por um descascador industrial de tambor, e um móvel, composto por trator agrícola adaptado com descascador de rotor com facas rotativas, tendo como objetivos específicos:

- Identificar o sistema de descascamento mais vantajoso do ponto de vista econômico.
- Avaliar alternativas de destino da casca, para as empresas que realizam o descascamento fixo.
- Estabelecer a distância de transporte que equipara os dois sistemas em termos de custo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Sistemas de descascamento

O descascamento refere-se à retirada da casca da madeira, sendo mais usado quando esta destina-se à produção de celulose e papel, podendo ser realizado no campo ou na indústria. Os sistemas de descascamento utilizados pelas indústrias são os móveis, formados por *harvesters* ou processadores dotados de dispositivos próprios para essa atividade, ou, ainda, aqueles compostos por tratores agrícolas adaptados com descascadores de rotor com facas rotativas, o industrial de tambor, utilizado nos pátios das fábricas, para o descascamento fixo e o manual (FIEDLER, 1999). De acordo com este mesmo autor, o descascamento manual apresenta baixo rendimento, justificando o uso apenas paralelamente aos sistemas móveis, para o caso de toras defeituosas, bifurcadas ou com diâmetro superior à capacidade dos descascadores.

O sistema de rotor apresenta custo relativamente elevado, pois as máquinas são bastante rústicas, apresentando baixo rendimento (MIRANDA, 1997). Este mesmo autor observou neste tipo de equipamento a disponibilidade mecânica de 71,2 e 76,3%, com grau de utilização de apenas 37,3%, apresentando, portanto, eficiência operacional inferior a 30%. Este sistema apresenta a vantagem de a biomassa de casca permanecer no campo, enquanto no sistema industrial esta vai para o local de consumo da madeira, aumentando o volume transportado (COLÉGIO FLORESTAL DE IRATI, 1986),

tornando-se necessária, a alocação de áreas para depósito ou para promover a incineração, podendo provocar a contaminação atmosférica (WEBER, 1987), devido à emissão de gás carbônico e outros gases, provenientes da queima de compostos químicos presentes na casca. Tudo isso, faz com que a casca da madeira traga problemas de ordem econômica e, ambiental para as empresas (MORI, 1997; SHIMADA, 1998). No entanto, o sistema fixo apresenta vantagens no que diz respeito às alternativas de utilização da casca.

2.2. Custos de transporte da casca

O transporte rodoviário é o mais utilizado no Brasil para movimentação de cargas, contribuindo de maneira significativa na composição dos custos de diversos segmentos da economia (VELLOSO et al., 1997). No caso do transporte florestal, envolve a operação de retirada da madeira dos pátios de estocagem até a entrega na unidade industrial (BALUTA, 1989), sendo o responsável pelo abastecimento dessa matéria-prima nos locais de consumo (MARQUES, 1994). Os custos de transporte são compostos por todos os gastos envolvidos nestas operações (JACOVINE et al., 1997), proporcionando em determinadas situações, alto custo da madeira (LEITE, 1992). Estes custos são geralmente elevados, pois consideram a distância e o fato de os veículos de transporte florestal viajarem carregados em um único sentido (MACHADO, 1994). A influência da casca na formação dos custos se dá quando esta é transportada junto com a madeira, aumentando o volume transportado.

Segundo Scania (1987), citado por MARQUES (1994), grande parte do transporte no País está sendo feito com custos acima do desejável, chegando a representar, no caso florestal, de 30 a 50% do custo total da madeira posta na unidade consumidora (Duarte e Berger, 1988, citados por MARQUES, 1994).

2.3. Exportação de nutrientes pela colheita da casca

A quantidade de nutrientes exportados pelo sistema de colheita depende da concentração destes nos componentes colhidos (Crane, 1980, citado por PEREIRA et al., 1984). Essa concentração varia de espécie para espécie e, para uma mesma espécie, com a idade das árvores (POGGIANI, 1985).

De modo geral, a exportação de nutrientes por florestas de eucalipto em idades correspondentes à época de corte, em rotações curtas, é significativa e, embora não atinja o nível crítico de exportação de nutrientes das culturas agrícolas, representa valores consideráveis em relação ao potencial nutricional do solo (CÁRDENAS, 1987; Poggiani, 1983; Teixeira, 1987; Leal, 1987, citados por FABRES et al., 1987). O eucalipto acumula na casca grande quantidade de nutrientes, e o que apresenta maiores proporções é o Ca (LADEIRA, 1999; BELLOTE et al., 1980; Poggiani et al., 1983a; Pereira et al., 1984a; Reis et al., 1987, citados por REIS e BARROS, 1987; Rennie, 1955, citado por SILVA et al., 1983a), podendo, em idades jovens, o acúmulo desse nutriente chegar a 45% do total da parte aérea em *E. saligna* de 3,5 anos (REZENDE et al., 1983) e 39% aos 9 anos de idade. Para *E. citriodora* nesta mesma idade, este percentual chegou a 72% no tronco, sendo 48% na casca (PEREIRA et al., 1984). Esta concentração geralmente é maior que nos demais componentes da árvore (MARQUEZ, 1997), fazendo com que a exportação de Ca seja intensa em sistemas tradicionais de exploração, onde o tronco é extraído completo, ou seja, a madeira e a casca (LEAL et al., 1988). Por isso, é recomendado que seja feito o acompanhamento desse conteúdo em várias idades, para que possa ser definido o melhor nível de colheita, com o intuito de minimizar a exportação desse nutriente do sistema (OLIVEIRA NETO, 1996). Quando se considera a exploração do tronco, o Ca e o K são os nutrientes que mais poderão limitar a produtividade do próximo ciclo do povoamento (SANTANA, 1994). Por esse motivo, vários autores (SANTANA, 1994; REIS e BARROS, 1987; SILVA et al., 1983a; REIS e HALL, 1987; TEIXEIRA et al., 1989) defendem que o descascamento da madeira seja feito no local da colheita, situação que pode proporcionar maior proteção do solo e evitar a exportação, em média, de 14 t/ha de biomassa. Em solos pobres e arenosos,

como os que ocorrem nas regiões tropicais, a exploração dos resíduos causa prejuízos ainda maiores (Weetman e Webber, 1972, citados por MARQUEZ, 1997), uma vez que, em plantações florestais, a principal exportação de nutrientes se dá através da exploração da madeira e da casca (MARQUEZ, 1997).

Estudando cinco espécies de *Eucalyptus*, SILVA et al. (1983b) observaram, na casca de *E. grandis*, maior acúmulo de N, P e K e menor de Mg. A casca apresentou de 17 a 38% da biomassa do tronco e armazena quase 30% dos nutrientes da árvore, evidenciando a necessidade de este componente permanecer no campo por ocasião da colheita da madeira, pois, independentemente da biomassa produzida, o teor de nutrientes acumulado é alto em todas as espécies estudadas. O problema da exportação de nutrientes, principalmente onde o conteúdo destes é baixo, pode ser minimizado deixando-se a casca da madeira na área de colheita (TEIXEIRA et al., 1989). Nas indústrias de polpa de celulose, muitas vezes a casca permanece no campo, servindo como fonte suplementar de nutrientes minerais e matéria orgânica ao solo (ANDRADE, 1989).

Em estudo com três espécies de *Eucalyptus* em várias idades, LADEIRA (1999) mostrou que aos 84 meses, se for colhido o tronco (madeira+casca), a remoção de nutrientes, em kg/ha, seria de 88,7 de N, 6,8 de P, 36,4 de K, 32,9 de Ca e 13,4 de Mg, mas, se fosse adotado o sistema de descascamento no campo, esses valores cairiam para 52,9 de N, 3,2 de P, 13,7 de K, 10,9 de Ca e 5,9 de Mg.

Para minimizar a exportação de nutrientes de um determinado local, é importante determinar a idade de corte e o componente da árvore a ser colhido, conforme a distribuição de biomassa e dos nutrientes nos diversos componentes da planta, podendo-se optar por colher todo o tronco ou somente a madeira (REIS e BARROS, 1990), pois, com o aumento da idade, a casca é o componente da árvore que mais tem aumentada sua proporção na quantidade total de nutrientes acumulados (LADEIRA, 1999). Quando é feita a colheita somente do tronco, o sítio parece não sofrer grandes alterações, o que não acontece quando a casca também é extraída (MALKÖNEN, 1973), motivo pelo qual é recomendado que tal componente não seja retirado do local de colheita (REIS e HALL, 1987).

Estudando *Eucalyptus grandis* em cinco idades diferentes, REIS et al. (1987) recomendam que a colheita seja feita no início do período de estabilização do crescimento, uma vez que após esta fase a planta continua acumulando nutrientes, principalmente na madeira e na casca.

A seleção de espécies de rápido crescimento com baixa demanda por nutrientes e de sistemas de colheita em que os componentes da biomassa mais ricos em nutrientes sejam deixados no sítio florestal deve ter maior atenção (Kimmins, 1977, citado por POGGIANI, 1985). Em estudo realizado com *Eucalyptus grandis* aos 8 anos de idade, CÁRDENAS (1987) observou 13,59 toneladas por hectare de biomassa seca de casca.

2.4. Usos alternativos para a casca

A casca de essências florestais apresenta algumas possibilidades de uso; dentre estas, pode-se citar a produção de energia, através da queima em caldeiras, como matéria orgânica para cobertura do solo e na fabricação de substratos orgânicos (ZOETTL, 1980), além da produção de taninos, que pode ser um uso em potencial para este material.

2.4.1. Produção de energia

Nas indústrias de celulose, a energia é usada como calor para o processo, na iluminação, nos equipamentos e na calcinação do carbonato de cálcio. O vapor necessário ao processo é gerado a partir da queima de resíduos florestais, inclusive a casca. A indústria de celulose e papel utiliza intensivamente a energia, oferecendo, contudo, oportunidades de implementação de políticas energéticas, levando-se em conta a possibilidade de utilização de resíduos internos e aproveitamento da biomassa como energia alternativa (RIBEIRO, 1983).

O poder calorífico representa a quantidade de calor liberado quando dada quantidade de combustível é queimada completamente (BRITO e BARRICHELLO, 1978), e para a casca de espécies não-resinosas este pode

variar de 4.000 a 4.250 kcal/Kg de material (Corder, 1976, citado por BRITO e BARRICHELLO, 1978).

O mercado de madeira e derivados produz anualmente 3,2 milhões de m³ de casca (BORGES et al., 1993). Até algum tempo, essa casca era descartada na maioria dos sistemas de colheita florestal (ANDRADE, 1989). Nos últimos anos a casca passou a ser utilizada como combustível em caldeiras, para a geração de vapor (ANDRADE, 1989; MORI, 1997), alimentadas exclusivamente por este material, com forte tendência de aumento para este tipo de utilização (ANDRADE, 1989). Esta utilização é vantajosa no que diz respeito à economia de outras fontes de energia, apresentando como desvantagem o custo de transporte, referente ao volume de casca transportado (SILVA, et al., 1983). A parte da casca que tem sido utilizada como fonte de energia em caldeiras nas próprias unidades industriais implica o acúmulo de cinzas (WEBER, 1987).

É considerável o investimento para a implantação de um sistema composto de descascador, picador e caldeira, para a utilização da casca como uma fonte alternativa de energia (SILVA et al., 1983). No entanto, devem ser considerados o melhor rendimento e menor custo do sistema de descascamento fixo, além das receitas provenientes da utilização da casca para a geração de energia.

2.4.2. Extração de taninos

Os extrativos, na maioria das espécies, concentram-se na casca da árvore (ANDRADE, 1989), geralmente nas células corticais (Brown et al., 1952, citados por MORI, 1997). Em eucalipto, estes são representados principalmente por taninos, óleos voláteis, ceras, ácidos, álcoois, etc. (ANDRADE, 1989).

A casca de *Eucalyptus* spp. possui grande potencial para a extração de taninos (MORI, 1997; SHIMADA, 1998), que podem ser utilizados na curtição de couros (HERGET, 1989) ou produção de adesivos (PIZZI, 1983).

Dentre as espécies madeireiras, o *E. grandis* possui grande potencial para extração de taninos, uma vez que é amplamente utilizado nos

reflorestamentos brasileiros, e o teor deste extrativo nesta espécie pode ultrapassar 8% do peso da casca, dependendo do processo de extração (MORI, 1997).

Realizando a extração de taninos em *Eucalyptus grandis*, SHIMADA (1998) observou o teor desses compostos de 14, 94% da matéria seca.

Uma outra alternativa seria usar primeiro a casca para a extração de taninos e, posteriormente, para produzir vapor (BORGES et al., 1993).

2.4.3. Compostagem

A decomposição química de resíduos florestais é uma importante fonte de nutrientes para o solo, com a vantagem de esses nutrientes serem liberados gradativamente, além do fato de que esse material incorporado ao solo contribui para a manutenção de suas propriedades físicas, fazendo com que, de certa forma, este processo saia em vantagem quando comparado com a fertilização à base de fertilizantes químicos.

A presença de compostos químicos na casca faz com que a aplicação desta de forma inatura diretamente ao solo não seja recomendada, visto que estes compostos são liberados, podendo ser tóxicos ou agir como inibidores de crescimento para as rotações seguintes (ZOETTL, 1980).

Uma alternativa seria a compostagem, que implica a conversão deste material em matéria orgânica humificada, que promove o condicionamento do solo. Além de servir como reserva de nutrientes, o composto pode ser utilizado nos próprios plantios da empresa. A decomposição da casca exige longos períodos de tempo, além de esse material ser pobre em alguns elementos, como N e K, fazendo-se necessária a avaliação da viabilidade de adicionar tais elementos para acelerar o processo e melhorar a qualidade do composto produzido (WEBER et al., 1987b). Estes mesmos autores mostram que é possível acelerar o processo de decomposição da casca de *Eucalyptus* através da adição de nitrogênio e cinzas, sendo este método conveniente para posterior utilização deste resíduo como fertilizante e condicionador do solo. Tal estratégia, além de reduzir o tempo de decomposição, contribui para amenizar o problema de acúmulo de cinzas após a queima nas caldeiras. WEBER et al.

(1987a) atribuíram tal fenômeno ao fato de esses produtos fornecerem nutrientes aos microrganismos responsáveis pelo processo e neutralizarem a acidez da casca.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

A parte do presente estudo que compreendeu a coleta de dados de campo e coleta de amostras para análise laboratorial foi realizada em áreas da empresa COPENER FLORESTAL LTDA; localizada na região norte da Bahia. O plantio escolhido localiza-se próximo ao distrito de Porto de Sauípe, pertencente ao município de Entre Rios, em solos dos tipos Areia Quartzosa, Areia Quartzosa Marinha, Podzólico Hidromórfico, Podzólico Amarelo, Podzólico Amarelo Plínico e Latossolo Amarelo. A região apresenta precipitação média anual igual ou superior a 1.600 mm. O mapa da região norte da Bahia é apresentado na Figura 1.

3.2. Amostragem

Para a realização deste trabalho, foi escolhido um plantio de 9 anos de idade, do híbrido *Eucalyptus urophilla* x *Eucalyptus grandis*, haja vista sua grande aceitação pelas empresas florestais que têm sua produção de madeira direcionada para a produção de celulose e papel. A estrutura diamétrica do plantio foi estratificada em classes de DAP com amplitude de 2 cm, conforme mostrado na Figura 2. Da área total de 317 ha, plantada com esta espécie, foram escolhidos aleatoriamente dois talhões, totalizando uma área de 47,39 ha.

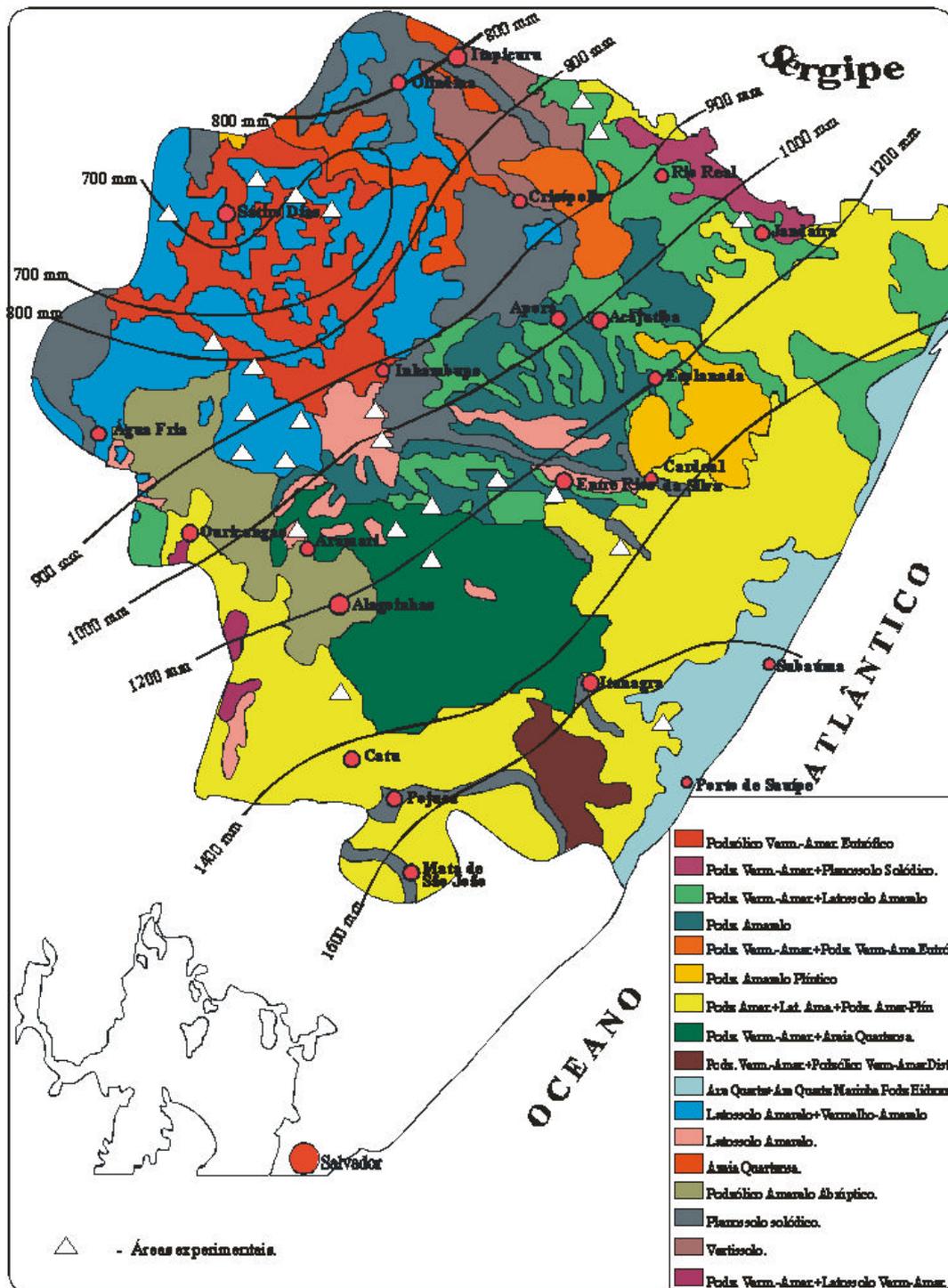


Figura 1 - Mapa do norte da Bahia, onde foram coletados os dados de campo e as amostras para análise laboratorial.

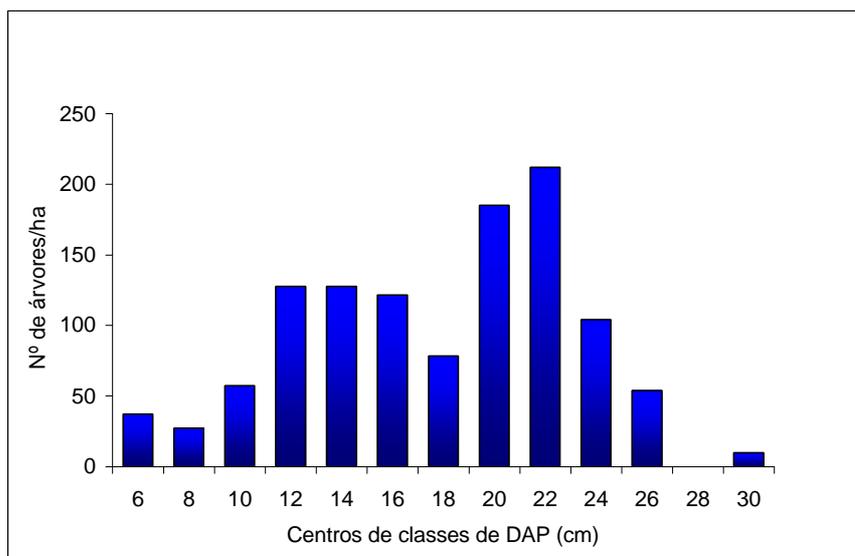


Figura 2 - Distribuição diamétrica observada nos talhões amostrados com 9 anos de idade, no norte da Bahia.

Em cada talhão, foi abatida uma árvore de cada classe, nas quais se realizaram a cubagem rigorosa do tronco e a coleta de amostras para as análises laboratoriais. As amostras foram coletadas sob a forma de anéis de casca de 2,5 cm de espessura, retirados em pontos eqüidistantes ao longo do tronco, a 0, 25, 50, 75 e 100% da altura até o diâmetro mínimo de 6 cm, que é a altura comercial considerada para a produção de celulose. Este critério é usado por vários pesquisadores e apresentado por VITAL (1984). Esta metodologia é ilustrada na Figura 3.

As amostras foram usadas para a determinação dos valores médios de densidade básica, teor de umidade, teor de nutrientes e poder calorífico da casca de cada árvore. Os dados de cada classe foram calculados em função da média da árvore e da freqüência na classe, obtendo-se assim a média ponderada de cada talhão. Posteriormente, levou-se em conta a área de cada talhão, chegando-se ao valor médio do povoamento.

Para obter os dados dos custos, foi submetido a dez empresas florestais do setor de celulose e papel um questionário, envolvendo questões sobre custos de transporte, carregamento e descarregamento e descascamento. Levantaram-se também informações sobre três usos alternativos adotados para a casca e os

rendimentos desses usos. O questionário enviado às empresas encontra-se no apêndice.

3.3. Análise laboratorial

As amostras foram submetidas à análise laboratorial, a fim de obter: teor de nutrientes, poder calorífico e densidade básica. De posse das informações fornecidas pela cubagem rigorosa e dos resultados das análises laboratoriais, foi possível estimar o volume de casca colhido no povoamento, a quantidade de fertilizantes necessária para a reposição e o potencial energético da casca, para o caso de ser realizado o descascamento fixo. A cubagem rigorosa forneceu o volume de casca, e as análises forneceram os resultados em unidades de massa, fazendo-se necessário determinar a densidade, para que se pudesse estabelecer as relações entre as unidades. Os discos de cascas foram divididos em quatro partes, sendo cada uma destinada a um fim específico.

A densidade básica foi determinada pelo método da imersão, em que cada amostra, saturada em água, foi submersa em recipiente com água, e a variação no peso foi registrada em balança de precisão, fornecendo o volume da amostra. Posteriormente, as amostras foram secas em estufa até a estabilização do peso e foi determinado o peso seco, estabelecendo-se assim a relação peso seco/volume saturado.

As amostras destinadas à determinação do teor de nutrientes foram secas em estufa até o peso constante e moídas, para a realização da análise química, sendo determinados os teores de N, P, K, Ca e Mg.

O poder calorífico foi determinado com o uso de bomba calorimétrica, em amostras preparadas similarmente às da análise química.

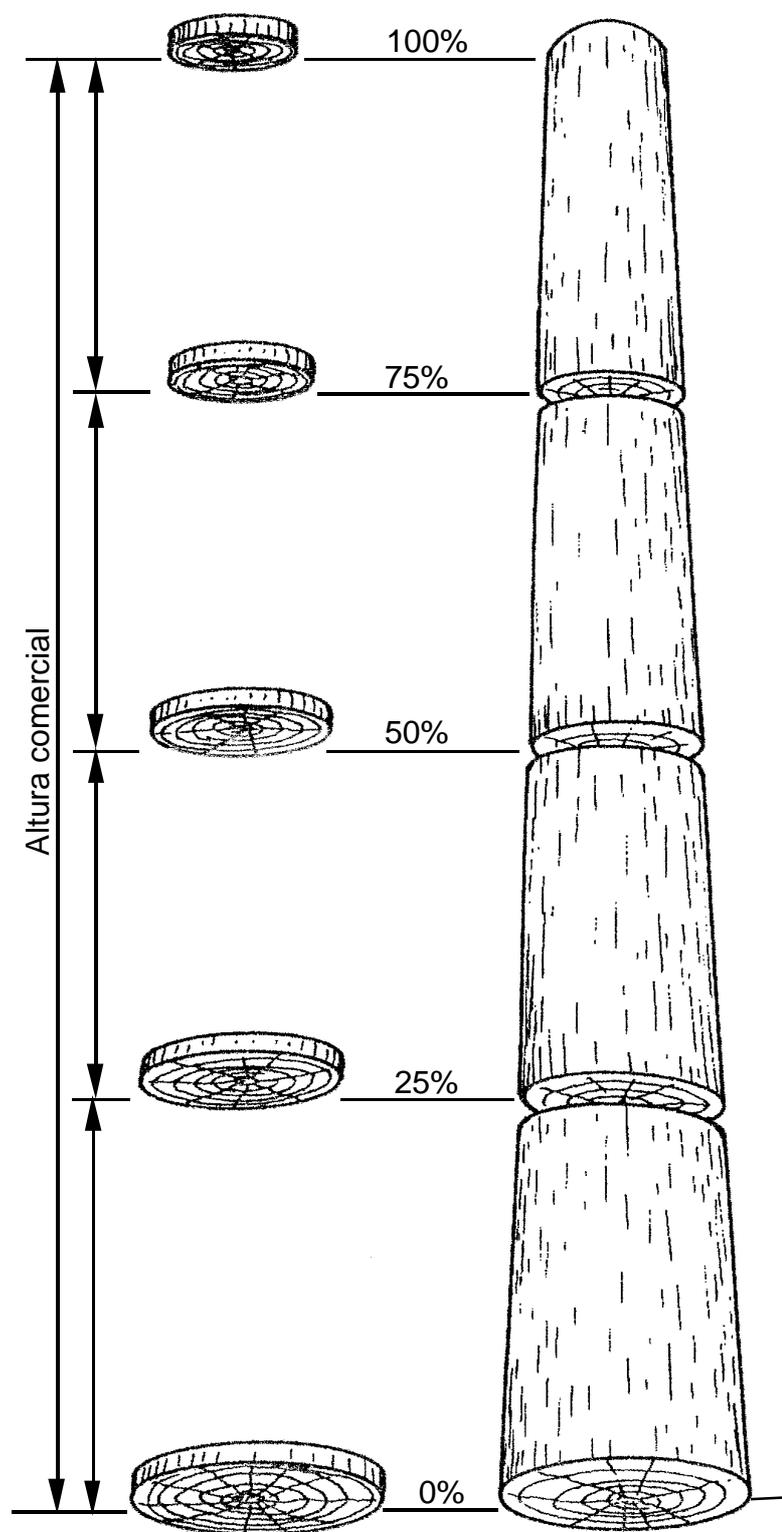


Figura 3 - Esquema adotado para a coleta das amostras para análises laboratoriais, adaptado de VITAL (1984).

3.4. Custo total do transporte e do descascamento

O custo de transporte, incluindo o carregamento e o descarregamento, foi estimado com base no percentual de casca do povoamento e no preço médio, pago pelas empresas, por m³ de material transportado. Com isso, estimou-se o valor gasto no transporte da casca. Para se chegar a essa informação foram usados os dados de volume da cubagem rigorosa e de custos, obtidos por meio do questionário. O custo total de transporte pode ser definido com o uso da seguinte fórmula:

$$CT = aXY + bY$$

em que:

CT = custo de transporte (R\$/m³);

X = distância de deslocamento (km);

Y = volume de carga (m³);

a = coeficiente de custo de transporte (R\$/m³*km); e

b = coeficiente de custo de carregamento e descarregamento (R\$/m³).

A estimativa dos custos de descascamento foi feita com base nos dados de custos dessas operações, fornecidos pelas empresas, por meio do questionário, obtendo-se dessa forma, o custo médio para cada sistema.

3.5. Custo da exportação de nutrientes

O cálculo do custo da exportação de nutrientes foi realizado da forma vista a seguir.

A cubagem rigorosa forneceu o volume de casca e a análise laboratorial indicou a densidade, a qual foi utilizada para estimar a quantidade de biomassa de casca. A análise química forneceu os teores dos nutrientes, em porcentagem da biomassa. De posse dos dados de biomassa e dos teores de nutrientes, puderam ser estimadas as quantidades destes contidas nesse material. Com as quantidades de nutrientes foram estabelecidas as relações

estequiométricas, para verificar as quantidades equivalentes dos compostos que são encontradas nos fertilizantes comerciais. Com base nessa informação e nas concentrações desses compostos nos fertilizantes, pôde-se chegar às quantidades destes, necessárias à reposição. Essas quantidades, tomadas pela base de preços, indicaram os custos da reposição. Este processo está ilustrado na Figura 4.

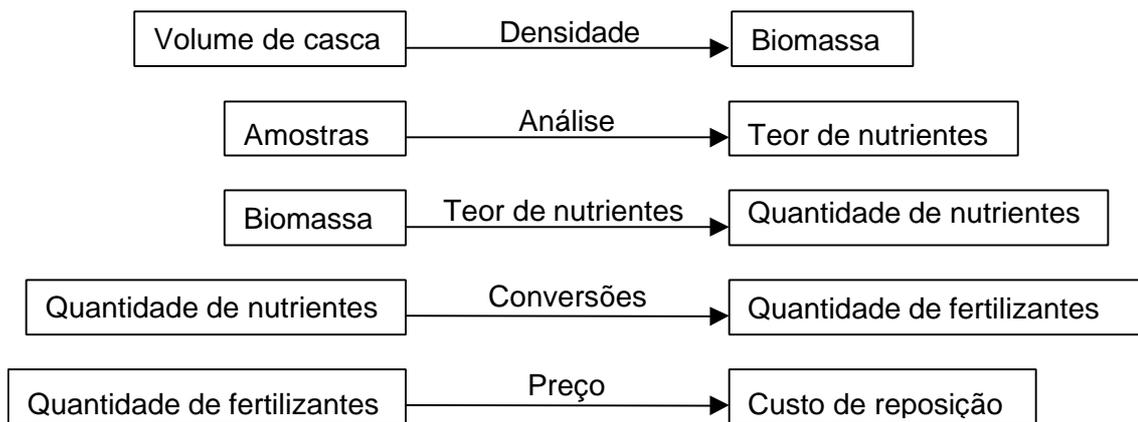


Figura 4 - Esquema da metodologia usada para estimar o custo da reposição de nutrientes em povoamentos de eucalipto.

3.6. Avaliação das alternativas de uso da casca

As alternativas de uso da casca foram avaliadas pelo rendimento físico e pela receita proporcionada por cada uma delas. O potencial energético foi determinado com base no poder calorífico, levando-se em conta a eficiência na queima e no processo de conversão de energia. Para estimar o valor da energia produzida usou-se raciocínio análogo ao do custo de reposição de nutrientes.

O cálculo do valor da energia foi realizado conforme visto a seguir.

A análise laboratorial forneceu o poder calorífico médio da casca, em kcal/kg de material. Esse valor, pela tabela de conversão de energia, pode ser convertido em energia elétrica, na proporção de $1 \text{ kcal} = 1,16264 \times 10^{-3} \text{ KWh}$, que é a energia nominal, caso se tenha um sistema de conversão perfeito. No

entanto, devido a falhas na queima, influência da umidade do material e perdas de energia durante o processo, este tem o rendimento reduzido, fazendo com que a energia real conseguida seja menor. A energia real, com base no preço básico da energia fornecida à indústria, indicou o valor economizado. Este processo está ilustrado na Figura 5.

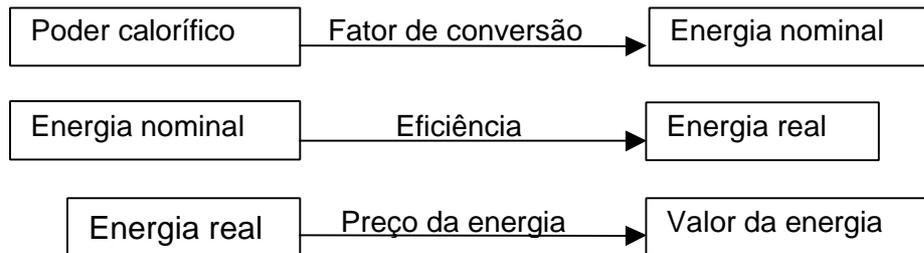


Figura 5 - Esquema da metodologia usada para estimar a receita obtida em energia elétrica a partir da queima da casca de eucalipto.

Em razão do tamanho reduzido das amostras da coleta inicial, os valores aqui mostrados para a produção de taninos foram observados em experimento paralelo, tendo-se assim a produtividade média das duas espécies formadoras do híbrido, provenientes da mesma região.

A avaliação da capacidade produtiva de composto orgânico, com base no processo de decomposição da casca, foi feita através dos dados de produção das empresas, obtidos por meio do questionário.

3.7. Análise econômica

Esta análise teve como base os dois sistemas de descascamento mais comuns usados pelas empresas de celulose e papel, que são o industrial, de tambor, e o móvel, formado pelo sistema adaptado trator+descascador, alimentado mecanicamente. Esta análise foi feita por meio do levantamento dos custos e benefícios de cada um, para identificar qual sistema é economicamente mais vantajoso. Avaliou-se, também, três alternativas de

destino da casca, para as empresas que adotam o descascamento fixo. A análise das alternativas de uso da casca foi feita com base na receita produzida por cada uma.

Para que os valores apresentados possam ser corrigidos em qualquer época, verificou-se a taxa de câmbio do dólar, na época da coleta dos dados, que foi de US\$ 1,00, equivalendo a R\$1,92 (GAZETA MERCANTIL, novembro de 1999).

O resumo da metodologia utilizada é ilustrada na Figura 6.

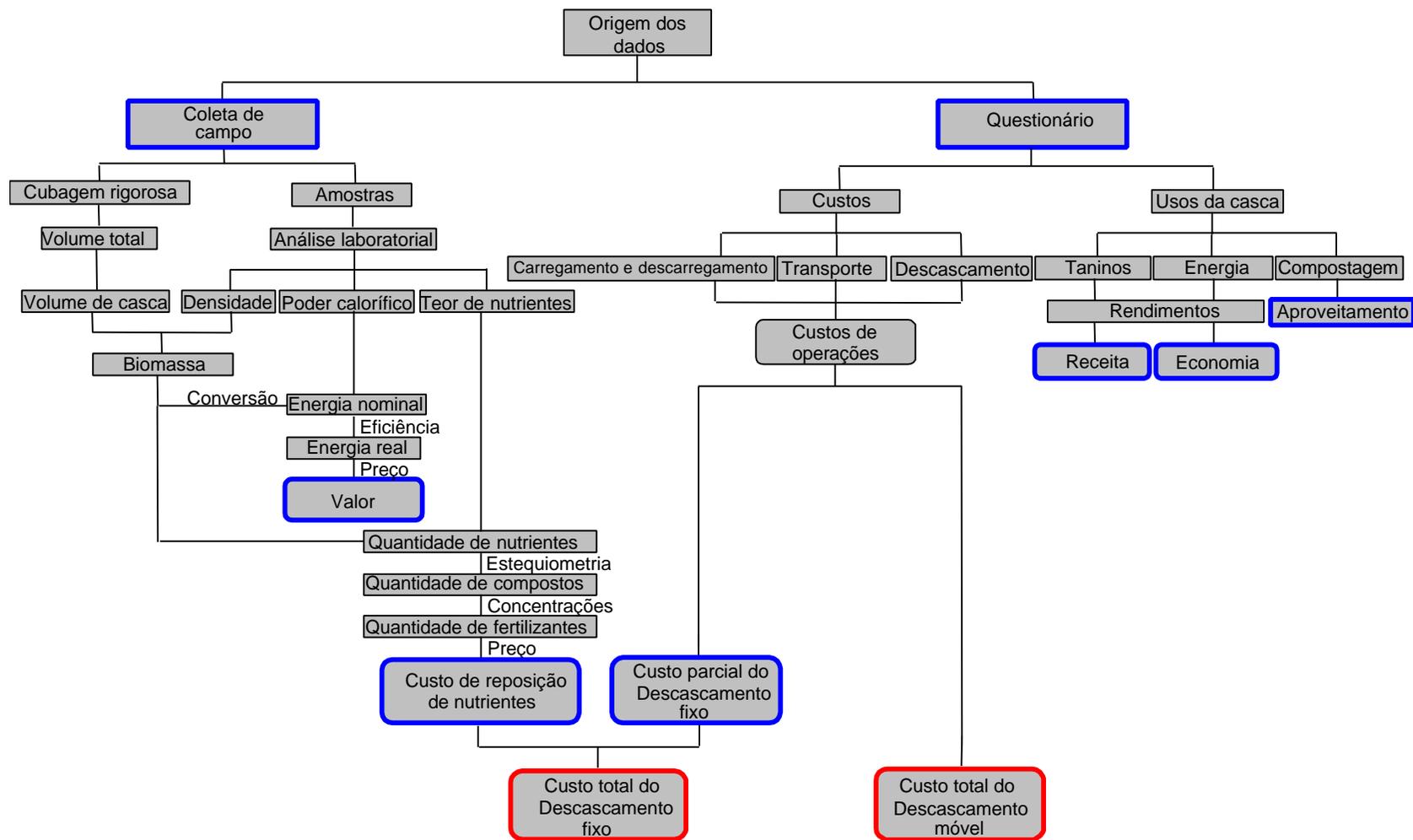


Figura 6 - Organograma da metodologia utilizada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Volume e densidade da casca

A análise dos dados de cubagem rigorosa indicou o volume total do tronco (madeira+casca) de 489,00 m³/ha, dos quais, 49,42 m³/ha são de casca, representando 10,1% do volume total do tronco, valor este inferior àqueles observados por PAULA NETO et al. (1991) em algumas espécies de *Eucalyptus* e próximo ao limite inferior da faixa de volumes, mencionada por ANDRADE (1989) e observada por RUY (1998), em *Eucalyptus urophilla*. O fato de o percentual observado estar próximo ao limite inferior das faixas de volume mencionadas por esses autores, provavelmente, se deve ao fato de o plantio estar com 9 anos de idade. Este percentual pode ser considerado baixo, quando comparado com o percentual de casca normalmente observado aos 6 ou 7 anos, que é a idade de corte mais utilizada pelas empresas. Com o aumento da idade, observa-se normalmente o aumento do volume absoluto de casca, mas, no que diz respeito ao percentual de casca, o que ocorre é o inverso, conforme observado por NUNES (1981), uma vez que há aumento mais que proporcional no volume de madeira.

Analisando a densidade básica da casca nas várias classes de diâmetro, constatou-se o valor médio de 270 kg/m³; porém, não foram observadas grandes variações nesta característica nas diversas classes, conforme constatação de ANDRADE (1989).

4.2. Biomassa e teor de nutrientes

Utilizando a metodologia descrita anteriormente, estimou-se a produção de biomassa de casca por unidade de área, obtendo-se a estimativa média de 13,6 t/ha, valor igual ao verificado por CÁRDENAS (1987) e ligeiramente inferior ao mencionado por SANTANA (1994), de 14 t/ha. Os resultados da análise química apontaram os valores que são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Biomassa seca e nutrientes alocados na casca de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* aos 9 anos de idade, no norte da Bahia

	Biomassa seca	N	P	K	Ca	Mg
	----t/ha----	-----kg/ha-----				
Quantidade	13,6	44,05	3,9	38,8	342,2	39,89
%	-	9,4	0,8	8,3	73,0	8,5

4.3. Poder calorífico

A análise laboratorial forneceu o poder calorífico em cada uma das árvores, o que possibilitou estimar valor o médio do povoamento, de 3.550 kcal/Kg, que é inferior ao mencionado por Corder (1976), citado por BRITO e BARRICHELLO (1978), o qual varia de 4.000 a 4.250 kcal/kg de material. Isto pode ter ocorrido devido à variação entre espécies ou mesmo a alterações genéticas, uma vez que este estudo foi realizado com um híbrido.

O resumo dos dados observados nas análises para as características físicas gerais do povoamento é mostrado no Quadro 2.

Quadro 2 - Características físicas gerais do povoamento de *Eucalyptus urophilla* x *Eucalyptus grandis*, aos 9 anos de idade, na região norte da Bahia

Característica	Valor/Unidade
Área total do projeto	317 ha
Área amostrada	47,39 ha
Espaçamento	2,5x3,5 m
Densidade populacional	1142,8 árv/ha
Volume total do tronco	489,00 m ³ /ha
Volume de casca	49,42 m ³ /ha
Porcentagem de casca	10,1%
Densidade básica média da casca	270 kg/m ³
Biomassa – matéria seca	13,6 t/ha
Teor de umidade	59,58 %

4.4. Custo de transporte

Com base nos dados do questionário, estimou-se o custo médio de transporte pago pelas empresas, igual a R\$0,0356/m³·km. Considerando-se que o plantio apresentou volume de casca de 10,1%, tem-se um volume líquido (madeira sem casca) de 89,9%, fazendo com que o custo do volume de madeira efetivamente transportado seja de R\$0,0396/m³·km. Se for considerada a hipótese de transportar a madeira descascada, o volume pode ser acrescido em 11,2%. Com base neste raciocínio, se a madeira for transportada sem casca, o custo médio de transporte é reduzido em R\$0,004/m³·km, que representa 10,1% do valor anterior, que é exatamente igual ao percentual do volume de casca observado no povoamento. Tomando como exemplo, uma empresa que trabalha com o raio médio de transporte de 100 km, teria-se a distância total de 200 km, e o custo de transporte da madeira com casca, de R\$7,92/m³, enquanto que com a madeira descascada, esse valor cairia para R\$7,12/m³, implicando numa economia de R\$0,80/m³.

Em raciocínio análogo ao do transporte, observou-se inicialmente, como custo das operações de carregamento e descarregamento, o valor de R\$1,38/m³. Considerado-se o percentual de casca, este valor é dividido pelo volume de

madeira efetivamente movimentado de 89,9%, chegando-se ao valor de R\$1,53/m³. Da mesma forma, considerando-se a madeira descascada, o valor real do custo dessas operações pode ser reduzido em 10,1%, representando uma economia de R\$0,15/m³.

4.5. Custo do descascamento

Os dados do questionário possibilitaram estimar o custo médio da operação de descascamento de cada um dos sistemas, sendo este valor, de R\$4,65/m³ e R\$2,00/m³, para os sistemas móvel e fixo, respectivamente. Essa diferença se deve possivelmente, à estrutura e capacidade produtiva de cada um. No caso do descascamento fixo, o sistema tem alimentação contínua, descascando grande quantidade de toras simultaneamente, tendo-se geralmente um único descascador. Apesar de ser um equipamento mais complexo e de preço elevado, a sua alta capacidade produtiva faz com que o custo por unidade produzida seja bastante inferior ao do sistema móvel. No descascamento móvel, as toras são descascadas individualmente, e a provável causa do custo mais elevado é a sua baixa eficiência operacional, associada ao fato de serem necessários vários conjuntos de equipamentos (trator+descascador) e maior quantidade de mão-de-obra. A questão da mão-de-obra se deve ao fato de cada conjunto necessitar de no mínimo dois funcionários. Do ponto de vista econômico, a quantidade de mão-de-obra requerida pode ser considerada como um agravante, mas, não se pode deixar de considerar é o aspecto social da situação, levando-se em conta a quantidade de empregos gerados com a utilização deste sistema.

As empresas que atuam em áreas de topografia acidentada, não têm muita opção de escolha quanto ao sistema de descascamento a ser adotado, uma vez que esse tipo de topografia limita o deslocamento das máquinas no talhão. Além disso, o descascamento na margem da estrada é dificultado, uma vez que, nessas condições, as estradas são geralmente estreitas, fazendo com que a opção tecnicamente viável seja o descascamento fixo.

4.6. Custo da exportação de nutrientes

Considerando que 1 m³ de madeira com casca possui 0,101 m³ de casca, para obter-se 1 m³ de madeira sem casca, são necessários 1,112 m³ de madeira com casca, tendo-se assim, 0,112 m³ de casca. Este volume, com densidade de 270 kg/m³, equivale a 0,03 tonelada, ou seja, 30 kg de matéria seca de casca.

De posse dos teores dos nutrientes, foram estabelecidas as relações estequiométricas N ⇒ N, P ⇒ P₂O₅, K ⇒ K₂O, Ca ⇒ CaO e Mg ⇒ MgO, e feitas as devidas conversões, com base nas concentrações desses compostos nos fertilizantes comerciais, de acordo com a CFSEMG (1989). Com isso, estimou-se as quantidades equivalentes desses fertilizantes, necessárias à reposição dos nutrientes. As quantidades de nutrientes exportados em kg/ha, e o equivalente em fertilizantes necessários para a reposição são mostradas no Quadro 3.

Quadro 3 - Quantidades de nutrientes exportados em Kg/ha, e equivalência em kg/ha de fertilizantes para a reposição

Elemento	Quant. (kg/ha)	Compostos	Equivalência (kg)
Nitrogênio	44,05	44,05	Sulfato de amônio 220,25
Fósforo	3,90	17,86	Superfosfato simples 99,22
Potássio	38,86	93,52	Cloreto de potássio 161,24
Cálcio	342,25	479,08	Calcário dolomítico 1596,93
Magnésio	39,89	66,15	551,25

As quantidades de nutrientes exportados em g/30 kg de casca, e o equivalente em fertilizantes necessários para a reposição são mostradas no Quadro 4.

Quadro 4 - Quantidades de nutrientes exportados em 30 kg de casca e equivalência em gramas de fertilizantes para a reposição

Elemento	Quant. (g)	Compostos	Equivalência (g)	
Nitrogênio	97,17	97,2	Sulfato de amônio	486,00
Fósforo	8,60	39,40	Superfosfato simples	218,89
Potássio	85,72	206,60	Cloreto de Potássio	356,21
Cálcio	754,96	1057,00	Calcário dolomítico	3523,33
Magnésio	88,00	145,94		

Após estimadas as quantidades dos fertilizantes, e obtidos os preços destes em empresas produtoras, estimaram-se os custos de reposição dos nutrientes. As quantidades de fertilizantes para a reposição em kg/ha, os preços e os custos da reposição em R\$/ha são mostrados no Quadro 5.

Quadro 5 - Quantidades de fertilizantes em kg/ha, preços e custos da reposição de nutrientes em R\$/ha

Fertilizante	Quant. (kg)	Preço (R\$/kg)*	Custo (R\$)
Sulfato de amônio	220,25	0,318	70,00
Superfosfato simples	99,22	0,320	31,74
Cloreto de potássio	161,24	0,496	79,95
Calcário dolomítico	1596,93	0,0166	26,51
Total	-	-	208,2

As quantidades de fertilizantes para a reposição em g, os preços e os custos da reposição em R\$/30 kg de casca são mostrados no Quadro 6.

Quadro 6 - Quantidade de fertilizantes, preços e custos de reposição de nutrientes por 30 kg de casca

Fertilizante	Quant. (kg)	Preço (R\$/kg)*	Custo (R\$)
Sulfato de amônio	0,486	0,318	0,154
Superfosfato simples	0,219	0,320	0,07
Cloreto de potássio	0,356	0,496	0,176
Calcário dolomítico	3,523	0,0166	0,058
Total	-	-	0,46

* Fonte: empresas produtoras - nov/99.

As porcentagens dos nutrientes, em relação ao total observado, são ilustradas na Figura 7.

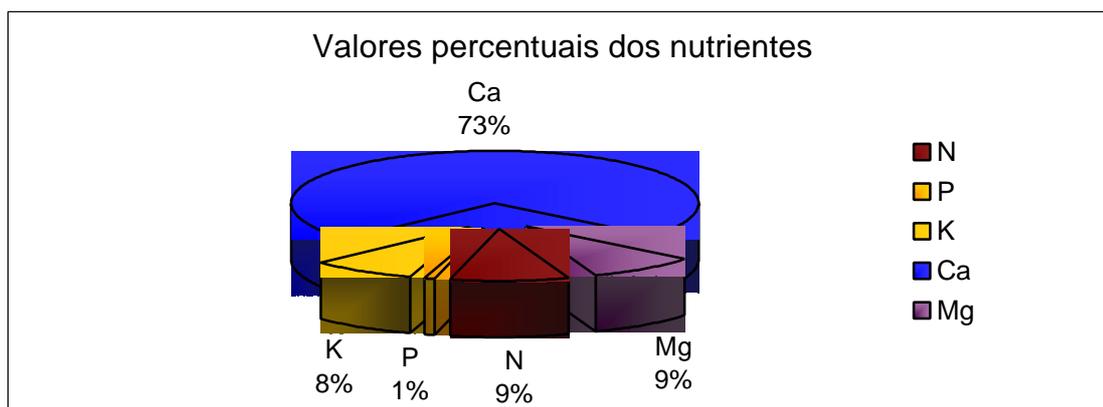


Figura 7 - Porcentagens dos nutrientes, em relação ao total observado, acumulados na casca de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*.

Pode-se observar que a remoção da casca do local de colheita representa perda de nutrientes, que, para ser reposta, implica aumento de R\$0,46 para cada metro de madeira descascada transportado, o que representa aproximadamente 4% do custo agregado pelo sistema de descascamento fixo para o raio de 100 km, utilizado como exemplo.

4.7. Custos totais dos dois sistemas

Os custos totais dos dois sistemas, utilizando o raio de 100 km, são apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 – Custos totais dos dois sistemas para o raio de 100 km

Itens de custos	Custo (R\$/m ³)	
	Móvel	Fixo
Transporte	7,12	7,92
Carregamento e descarregamento	1,38	1,53
Descascamento	4,65	2,00
Exportação de nutrientes	-	0,46
Total	13,15	11,91

O custo de exportação de nutrientes pelo sistema móvel foi considerado zero, apesar de o sistema não apresentar 100% de eficiência no processo de descascamento. Isso ocorreu devido à dificuldade de quantificação do remanescente de casca que fica em algumas toras e ao fato de que essa quantidade de casca é pequena, a ponto de não ser considerada, no que diz respeito à geração de custos pela exportação de nutrientes.

O transporte foi o item de maior peso na composição do custo agregado pelos dois sistemas de descascamento, representando, em ambos os casos, mais da metade deste, seguido, nos dois sistemas, pela operação de descascamento.

O custo da operação de descascamento móvel, que pode ser considerado elevado, ocorre pelo fato de o sistema aqui analisado utilizar equipamentos adaptados, pouco desenvolvidos, apresentando com isso baixa eficiência operacional e, conseqüentemente, rendimento abaixo do esperado.

Os percentuais representados por cada item de custo do sistema móvel são ilustrados na Figura 8.

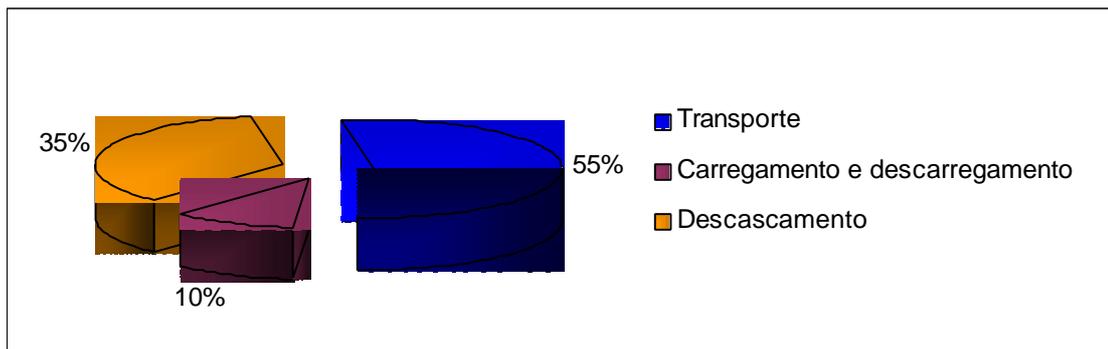


Figura 8 - Percentuais representados por cada item de custo do sistema de descascamento móvel.

Mesmo apresentando um item a mais na composição dos custos, de acordo com a proposta do trabalho, o sistema de descascamento fixo mostrou-se economicamente mais vantajoso, pois apresentou custo agregado inferior ao do sistema móvel, antes mesmo de serem avaliadas as alternativas de uso da casca, o que pode ser atribuído, conforme comentado anteriormente, ao fato de esse sistema apresentar produção contínua e alta produtividade. O que provocou a maior diferença nos custos dos dois sistemas, sem dúvida, foram as operações de descascamento, uma vez que a alteração no custo, por influência do percentual de casca, foi relativamente baixa. Deve ser levado em consideração o fato de que, se os equipamentos usados no descascamento móvel passarem por modificações que coloquem a eficiência operacional do sistema dentro de uma faixa de valores tecnicamente desejáveis, os custos podem ser reduzidos, e esse quadro pode ser revertido.

Os percentuais representados por cada item de custo do sistema móvel são ilustrados na Figura 9.

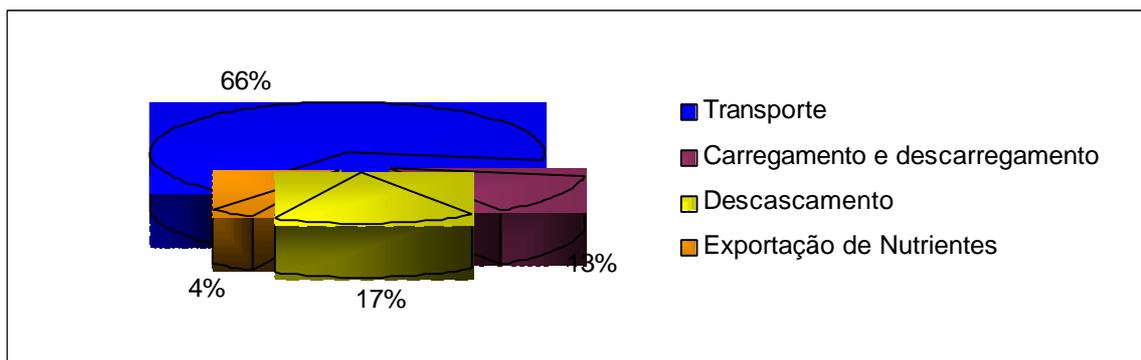


Figura 9 - Percentuais representados por cada item de custo do sistema de descascamento fixo.

4.8. Distância de equiparação

Com base nos custos de cada sistema, pode ser calculada a distância que os equipara, ou seja, a distância na qual os custos totais dos dois sistemas se igualam. Com o auxílio de um sistema de equações, estimou-se o raio de 255 km, totalizando em cada ciclo de transporte 510 km, com o custo agregado, neste ponto, de R\$24,19/m³. O cálculo foi feito da seguinte forma:

$$0,0396X + 1,53 + 2,00 + 0,46 = 0,0356X + 1,38 + 4,65,$$

em que:

X = distância total (km);

0,0396 = custo do transporte da madeira com casca (R\$/m³*km);

1,53 = custo de carregamento e descarregamento da madeira com casca (R\$/m³);

2,00 = custo do descascamento fixo (R\$/m³);

0,46 = custo da exportação de nutrientes (R\$/30 Kg de casca);

0,0356 = custo do transporte da madeira sem casca (R\$/m³*km);

1,38 = custo de carregamento e descarregamento da madeira sem casca (R\$/m³); e

4,65 = custo do descascamento móvel (R\$/m³).

$$0,0396X - 0,0356X = 1,38 + 4,65 - 1,53 - 2,00 - 0,46$$

$$0,004X = 2,04 \Rightarrow X = 510 \text{ Km} \Rightarrow r = X/2 \Rightarrow r = 255 \text{ Km}$$

O comportamento dos custos, em função da distância de transporte, é mostrado na Figura 10.

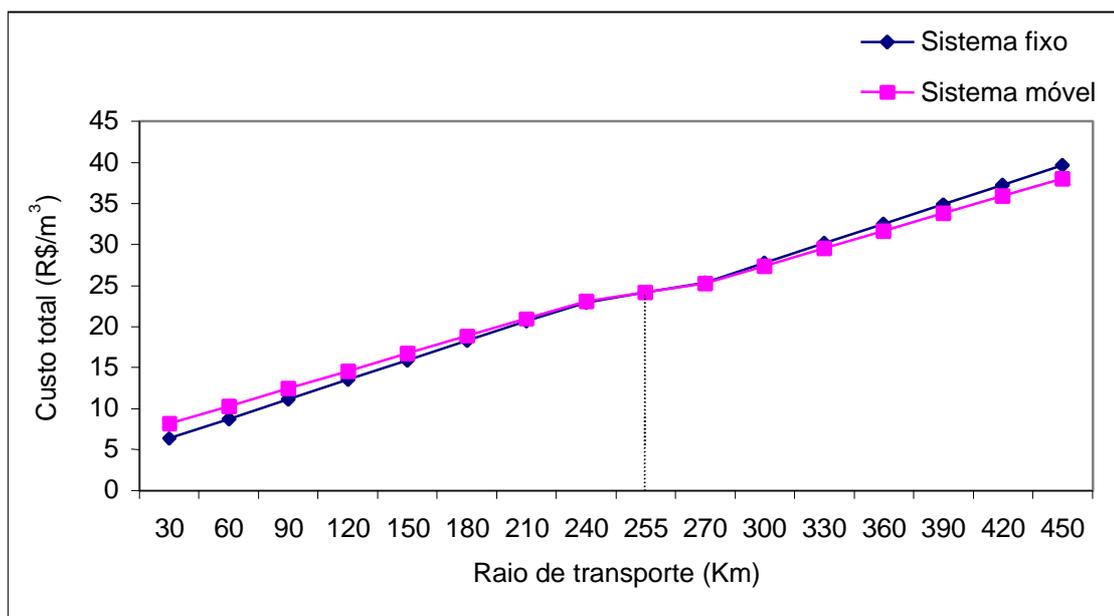


Figura 10 – Custos agregados pelos dois sistemas de descascamento em função da distância de transporte.

De acordo com o que pode ser observado na Figura 7, a distância influencia diretamente a composição dos custos dos dois sistemas. No caso do sistema de descascamento fixo, o menor volume de madeira efetivamente transportado faz com que a taxa de crescimento do custo em função da distância seja mais acentuada, o que pode ser comprovado pela maior inclinação da curva representativa desse sistema. No entanto, o custo mais elevado da operação de descascamento do sistema móvel faz com que o custo total deste seja superior ao do sistema fixo, nas distâncias inferiores à de equiparação. O aumento do custo de transporte, devido ao aumento da distância, elimina gradativamente a diferença entre os custos dos dois sistemas, fazendo com que estes se igualem em termos de custos, na distância

de 255 km. O contínuo aumento da distância faz com que, a partir deste ponto, o custo do sistema fixo passe a ser superior ao do sistema móvel. Se forem mantidas as atuais situações operacionais dos dois sistemas, pode-se dizer que, do ponto de vista econômico, distâncias inferiores à de equiparação favorecem o sistema fixo, enquanto aquelas superiores favorecem o sistema móvel. Para o caso de empresas que têm os dois sistemas, quando se estiver operando na distância de equiparação, é indiferente utilizar um ou outro.

4.9. Rendimento dos usos alternativos

De acordo com a tabela de conversão de energia, 1 kcal pode ser convertido em $1,16264 \times 10^{-3}$ KWh. Tomando-se essa produção como pressuposto, 30 kg de casca com poder calorífico de 3.550 kcal/kg totalizaria 106.500 kcal e poderia ser convertido em 123,82 KWh. Entretanto, sabendo-se das falhas dos processos de transformação de energia e que a casca vai para a caldeira com certo grau de umidade, este rendimento acaba sendo bastante afetado. Devido a essas questões, tomou-se como base para este trabalho o rendimento médio conseguido pelas empresas, que é de 500 KWh/m³ de casca consumido. Este valor leva à produção real dos 30 kg de casca ao patamar de 56 KWh. Esta produção, ao preço básico da energia elétrica industrial, de R\$0,1828/KWh (CEMIG, novembro/1999), proporciona uma economia em energia elétrica de R\$10,24, valor este que pode ser abatido no custo final da madeira.

Conforme visto anteriormente, para se obter 1 m³ de madeira sem casca, é necessário 1,112 m³ de madeira com casca, tendo-se assim 0,112 m³ de casca. De acordo com as informações cedidas pelas empresas, o processo de compostagem leva em média 120 dias e proporciona rendimento em material aproveitável de 60%, em relação ao volume de casca. Portanto, o rendimento em composto orgânico, para o volume de 0,112 m³, é de 0,067 m³.

Como o ganho proporcionado pela compostagem é baixo, esta não seria adotada com o propósito de obter retorno financeiro e sim de minimizar os transtornos causados pela casca e reduzir o impacto ambiental causado pela sua remoção. No entanto, o grande volume e o tempo envolvido no processo

de decomposição implicam uma área considerável, que poderia ser utilizada para outro fim, inclusive como depósito de madeira. Essa prática poderia ser recomendada para o material proveniente da limpeza de pátio, que é impróprio para o uso na caldeira, e o composto produzido poderia ser aproveitado como substrato para produção de mudas, que geralmente envolve quantidades menores desse material.

Em razão da impossibilidade de obtenção dos dados de produtividade de taninos da espécie em estudo, foram obtidas as produtividades das duas espécies (*Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis*) formadoras do híbrido e utilizou-se a produtividade média das duas. As produtividades em percentagem de matéria seca de casca, observadas nas duas espécies, foram de 15,9% em *E. urophylla* e 13,5% em *E. grandis*, obtendo-se a média de 14,7%. Esse valor proporcionaria, nos 30 kg de casca em questão, a produção de 4,4 kg de taninos, que, ao preço médio de R\$1,41/kg (EMPRESAS PRODUTORAS, novembro/1999), alcançaria uma receita de R\$6,20.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo analisar dois sistemas de descascamento utilizados pelas empresas brasileiras de celulose e papel, com o intuito de identificar o mais vantajoso para as estas. Verificou-se também a viabilidade de três alternativas de destino da casca, para as empresas que adotam o sistema de descascamento fixo.

A parte dos dados referente à quantificação volumétrica e as amostras para as análises laboratoriais foram obtidas na empresa COPENER FLORESTAL LTDA., localizada na região norte da Bahia.

A amostragem foi feita em dois talhões, escolhidos aleatoriamente, dos quais a distribuição diamétrica foi dividida em 13 classes de DAP, de dois centímetros cada. Foi abatida e cubada uma árvore de cada classe em cada talhão e foram retiradas amostras para a realização de análises laboratoriais, em que foram determinados o poder calorífico, a densidade e os teores de umidade e de nutrientes.

Os dados de custos e dos rendimentos dos usos alternativos para a casca foram obtidos por meio de um questionário enviado a 10 empresas do setor de celulose e papel, abordando as principais questões envolvidas com o descascamento da madeira.

Os dados de cubagem rigorosa, da análise laboratorial e do questionário aplicado às empresas indicaram como resultados principais: volume total do tronco: 489,02 m³/ha; volume de casca: 42,42 m³; percentual de casca: 10,1%; biomassa: 13,6 t/ha; custo de exportação de nutrientes em

30 kg de casca: R\$0,46; custo de transporte, carregamento e descarregamento e descascamento (raio de 100 km): R\$11,45 m³ (sistema fixo) e R\$13,15/m³ (sistema móvel); custo total (raio de 100 km): R\$11,91/m³ (sistema fixo) e R\$13,15/m³ (sistema móvel); capacidade de aproveitamento em composto orgânico: 60% do volume total; capacidade produtiva em energia elétrica: 500 kw/m³ de casca; e produção de taninos: 14,7% da matéria seca.

Os usos alternativos indicaram as possibilidades de receitas ou economia, de R\$10,24 em energia elétrica e R\$6,20 em taninos, nos 30 kg de casca observados.

Com base nos resultados, pôde-se chegar às seguintes conclusões:

- O sistema descascamento fixo é mais viável economicamente que o sistema móvel, para o raio de 100 km, usado como referencial.
- A distância de 255 km representa a interface da viabilidade econômica entre os dois sistemas.
- Distâncias superiores a 255 km favorecem o descascamento móvel, enquanto aquelas inferiores favorecem o sistema fixo.
- O transporte foi o item de maior peso na composição do custo agregado ao custo final da madeira, nos dois sistemas.
- O descascamento móvel pode promover redução do custo de transporte, carregamento e descarregamento, no mesmo percentual do volume de casca.
- A estrutura mais complexa, a baixa capacidade produtiva por conjunto e a maior alocação de equipamentos e mão-de-obra fazem com que o sistema de descascamento móvel apresente custo mais elevado que o fixo.
- As alternativas de uso da casca representam uma forma de amortizar parte dos custos das operações de transporte, descascamento fixo e reposição de nutrientes.
- Das alternativas de uso da casca que foram avaliadas, a produção de energia elétrica mostrou-se a mais vantajosa, pois apresenta quase o dobro da receita da extração de taninos.

6. RECOMENDAÇÕES

Tendo em vista os resultados obtidos, são válidas as seguintes recomendações:

- Em razão do fato de cada empresa ter sua estrutura particular de custos e métodos de trabalho diferentes, não se devem generalizar os resultados aqui apresentados, e sim tomá-los apenas como instrumento norteador, fazendo-se necessárias avaliações para cada caso.
- A compostagem mostra-se vantajosa ecologicamente, devido ao problema citado anteriormente, de a casca fresca liberar compostos químicos no solo, fazendo com que não seja descartada a possibilidade de realização da compostagem em nível de talhão, resolvendo tal problema. Isso faz com que a viabilidade de uso deste processo com o material do descascamento móvel seja melhor estudada, principalmente no que diz respeito à mão-de-obra. As medidas poderiam ser montadas no próprio talhão, evitando o transporte e fazendo com que o tempo gasto no processo não seja relevante.
- Caso a empresa não julgue viável esta prática, após o baldeio da madeira, poderia ser feita a redistribuição da casca de maneira homogênea, acelerando a incorporação desse material ao solo e evitando o acúmulo de matéria orgânica e nutrientes apenas nas linhas de descascamento.
- Avaliar em condições de campo o tempo necessário para a decomposição da casca, a fim de evitar qualquer problema com a rotação seguinte.

- Deve ser bem avaliada a questão de a retirada da casca representar custo relativamente baixo no que diz respeito à reposição de nutrientes, devendo ser levados em conta parâmetros relacionados ao condicionamento do solo, que são de difícil mensuração.
- Avaliar a possibilidade de uso das cinzas provenientes das caldeiras, como fertilizante, sendo esta uma forma de retornar parte dos nutrientes ao sítio florestal.
- Para o caso do descascamento fixo, avaliar a viabilidade da compostagem, em função do volume de casca produzido e da área disponível para essa atividade.
- Considerar a vantagem de que, quando a madeira é transportada com casca, boa parte das impurezas que ficam agregadas à madeira é eliminada juntamente com a casca, durante o descascamento.
- Avaliar a possibilidade de adoção da estratégia proposta por BORGES et al. (1993), de fazer usos consecutivos da casca, que é extração de taninos, e posterior queima em caldeira, o que proporcionaria o somatório das receitas dos dois usos, pressupondo-se que a extração de taninos não altera o poder calorífico desta.
- Às empresas que trabalham com o sistema de descascamento móvel e pagam o transporte por unidade de volume aconselha-se avaliar a possibilidade de pagamento por unidade de peso, tendo em vista a acentuada queda no peso da madeira, devido à perda de água, quando o descascamento é feito no campo.
- No que diz respeito à forma de pagamento do transporte, recomenda-se que, em trabalhos futuros, os custos sejam considerados em função do peso da madeira e não do volume.
- Para as empresas que dispõem dos outros sistemas móveis, fazer uma avaliação para cada um deles, uma vez que eles são compostos por máquinas mais modernas. Com isso, estes podem apresentar maior capacidade produtiva, fazendo com que o sistema móvel seja mais vantajoso que o fixo, mesmo em pequenas distâncias de transporte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A. M. **Influência da casca de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden no rendimento e qualidade do carvão vegetal.** Viçosa, MG: UFV, 1989. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- BALUTA, G. Os fatores limitantes para a extração e transporte florestal em regiões acidentadas. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXTRAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 6, 1989, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Fupef, 1989. p.133-144.
- BELLOTE, A. F. J., SARRUGE, J. R., HAAG, H. P., OLIVEIRA, G. D. **Extração e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden, em função da idade.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1980. p.1-23. (IPEF, 20)
- BORGES, A. S., CINIGLIO, G., BRITO, J. O. Considerações energéticas e econômicas sobre resíduos de madeira processada em serrarias. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7; CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1, 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 1993. p.603-605.
- BRITO, J. O., BARRICHELLO, L. E. G. **Características do eucalipto como combustível: análise química imediata da madeira e da casca.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1978. p 63-73. (IPEF, 16).
- CÁRDENAS, A. C. **Exportação de nutrientes e produtividade de povoamentos de eucalipto no Litoral Norte do Espírito Santo.** Viçosa, MG: UFV, 1987. 98p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1987.

- COLÉGIO FLORESTAL DE IRATI. **Manual do técnico florestal**. Campo Largo: Ingra S.A., 1986. v.2. (Apostila).
- COMISSÃO DE FERTILIZANTES DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (4ª Aproximação)**. Lavras: ESAL/CFSEMG, 1989. 176p.
- FABRES, A. S., BARROS, N. F., NOVAIS, R. F. **Produtividade e exportação de nutrientes em eucaliptos e identificação de sítios visando o manejo de solo e o manejo florestal em áreas da CENIBRA: Relatório Anual/Programa 86/87 – Convênio SIF/CNB-F**. Viçosa, MG: UFV, 1987. 142p.
- FIEDLER, N. C. **Descascamento de madeira**. Brasília, DF: UnB, 1999. 4p. (Apostila - não publicado).
- HERGET, H. L. Condensed tannins. In: HEMINGWAY, R. W., CONNER, A. H., BRANHAM, S. J. **Adhesives from renewable resources**. Washington, D. C.: American Chemical Society, 1989. p.155-171. (ACS Symposium).
- HUSCH, B., MILLER, C. I., BEERS, T. W. **Forest mensuration**. 2ª ed. New York, The Ronald Press, 1972. 410p.
- JACOVINE, L. A. G., MACHADO, C. C., SILVA, M. L., SOUZA, A. P. Evolução dos custos da madeira destinada à produção de celulose. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 3, 1997, Vitória. **Anais...** Vitória: Sociedade de Investigações Florestais, 1997. p.261-268.
- LADEIRA, B. C. **Crescimento, produção de biomassa e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp., sob três espaçamentos, em uma sequência de idades**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 132p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- LEAL, P. G. L., BARROS, N. F., NOVAIS, R. F., NEVES, J. C. L., TEIXEIRA, J. L. Produção de biomassa e absorção de nutrientes em *Eucalyptus grandis* influenciada pela aplicação de Fosfato Natural em solos de Cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v.12, n.2, p.165-182, 1988.
- LEITE, A. M. P. **Análise de fatores que afetam o desempenho de veículos e o custo de transporte de madeira no distrito florestal do Vale do Rio Doce, MG**. Viçosa, MG: UFV, 1992. 105p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1992.
- MACHADO, C. C. **Planejamento e controle de custos na exploração florestal**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1994. 138p. (Apostila, 177).

- MALKÖNEN, E. Effect of complete tree utilization on the nutrient reserves of forest soils. In: IUFRO BIOMASS STUDIES, 1973, Paris. **Proceedings...** Paris: IUFRO, 1973. p.379-385.
- MARQUES, R. T. **Otimização de um sistema de transporte florestal rodoviário pelo método Pert/CPM.** Viçosa, MG: UFV, 1994, 95p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- MARQUEZ, C. H. C. **Estudo silvicultural e econômico de povoamentos de eucalipto na região de cerrado de Minas Gerais.** Viçosa, MG: 1997. 131p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- MIRANDA, G. M. **Análise técnica da operação de descascamento em povoamentos de *Eucalyptus* spp.** Viçosa, MG: UFV, 1997. 29p. Monografia (Exigência para conclusão do curso de Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- MORI, F. A. **Uso de taninos da casca de *Eucalyptus grandis* para a produção de adesivos.** Viçosa, MG: UFV, 1997. 47p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- NUNES, J. R. S. **Análise do volume e da percentagem de casca em povoamentos de *Eucalyptus* de origem híbrida, segundo a idade, local, espécie e método de regeneração.** Viçosa, MG: UFV, 1981. 103p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1981.
- OLIVEIRA NETO, S. N. **Biomassa, nutrientes e relações hídricas em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento.** Viçosa, MG: UFV, 1996. 131p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- PAULA NETO, F., NUNES, J. R. S., CAMPOS, J.C.C., VALE, A. B. Análise do volume de casca de reflorestamentos de *Eucalyptus* de diferentes idades, condições de local, espécies e métodos de regeneração. **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, n.1, p.55-65, 1991.
- PEREIRA, A. R., ANDRADE, D. C., LEAL, P. G. L., TEIXEIRA, N. C. S. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus saligna* cultivados na região de cerrado de Minas Gerais. **Revista Floresta**, Curitiba, v.15, n.1-2, p.8-16, 1984.
- PIZZI, A. **Wood adhesives: chemistry and technology.** New York: Marcell Dekker, 1983. 364p.

- POGGIANI, F. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de *Eucalyptus* e *Pinus*. Implicações silviculturais.** Piracicaba: ESALQ, 1985. 211p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 1985.
- REIS, G. G., HALL, A. E. Relações hídricas e atividade do sistema radicular em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em condições de campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.11, n.1, p.43-55, 1987.
- REIS, M. G. F., BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto, In: BARROS, N. F., NOVAIS, R. F. (Eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p.265-301.
- REIS, M. G. F., BARROS, N. F., KIMMINS, J. P. Acúmulo de nutrientes em uma sequência de idades de *Eucalyptus grandis* W. Hill (ex. Maiden) plantado no cerrado, em duas áreas com diferentes produtividades, em Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.11, n.1, p.1-15, 1987.
- REZENDE, G. S., BARROS, N. F., MORAIS, T. S. A., MENDES, C. J. Produção e macronutrientes em florestas de eucalipto sob duas densidades de plantio. **Revista Árvore**, Viçosa, v.7, n.2, p.165-176, 1983.
- RIBEIRO, R. C. F. O programa energético da Portucel. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3, 1983, São Paulo. **Anais....** São Paulo: ABCP, 1983. p.847-854.
- RUY, O. F. **Variação da qualidade da madeira em clones de *Eucalyptus urophilla* S. T. Blake da Ilha de Flores, Indonésia.** Piracicaba, ESALQ, 1998. 69p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 1998.
- SANTANA, R. C. **Crescimento e eficiência nutricional de procedências de *E. grandis* e *E. saligna*.** Viçosa, MG: UFV, 1994, 73p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- SHIMADA, A. N. **Avaliação dos taninos da casca de *Eucalyptus grandis* como preservativo da madeira.** Viçosa, MG: UFV, 1998. 53p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- SILVA, C. F. Casca de *Eucalyptus globulus* – polpação versus queima. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3, 1983, São Paulo. **Anais....** São Paulo: ABCP, 1983. p.855-863.

- SILVA, H. D., POGGIANI, F., COELHO, L. C. **Biomassa, concentração e conteúdo de nutrientes em cinco espécies de *Eucalyptus* plantadas em solos de baixa fertilidade.** Curitiba: EMBRAPA, 1983a. p.9-25. (Boletim de pesquisa florestal, 6/7).
- SILVA, H. D., POGGIANI, F., COELHO, L. C. **Eficiência de utilização de nutrientes em cinco espécies de *Eucalyptus*.** Curitiba: EMBRAPA, 1983b. p.1-8. (Boletim de pesquisa florestal, 6/7).
- TEIXEIRA, J. L., BARROS, N. F., CAMPOS, J. C. C., LEAL, P. G. L. Biomassa e conteúdo de nutrientes de duas espécies de eucalipto em diferentes ambientes do Médio Rio Doce, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.13, n.1, p.34-50, 1989.
- VELLOSO, F. A. M., LOPES, E. T., ROLDI, L. M. "TRITREM" – Alternativa para o transporte de madeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 3, 1997, Vitória. **Anais...** Vitória: Sociedade de Investigações Florestais, 1997. p.157-175.
- VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira.** Viçosa, MG: SIF/UFV, 1984. 21p. (Boletim técnico, 1).
- WEBER, O. B., LOURES, E. G., BORGES, A. C., REGAZZI, A. J., BARROS, N. F. Atividade microbiota em casca de eucalipto: efeito da aplicação de cinza, nitrogênio e fósforo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.11, n.1, p.16-24, 1987a.
- WEBER, O. B., LOURES, E. G., BORGES, A. C., REGAZZI, A. J., BARROS, N. F. Efeito da aplicação de cinzas e nitrogênio na decomposição da casca de eucalipto em sistema de medas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.11, n.1, p.25-42, 1987b.
- WEBER, O. **Decomposição da casca de *Eucalyptus* em condições de laboratório e em sistema de medas.** Viçosa, MG: UFV, 1987. 57p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1987.
- ZOETTL, H. W. Possibilidade de utilização da casca de essências florestais para melhoramento do solo. **Floresta**, Curitiba, v.11, n.2, p.45-51, 1980.

APÉNDICE

Questionário enviado às empresas de celulose e papel.

1- Qual o volume de madeira consumido mensalmente pela empresa?

R =m³.

2- Quanto a empresa paga pelo transporte da madeira?

R =.....R\$/m³.

3- Qual o custo do carregamento?

R =.....R\$/m³.

4- Qual o custo do descarregamento?

R =.....R\$/m³.

5- Qual o sistema de descascamento utilizado pela empresa?

Móvel (campo)

Fixo (fábrica)

Ambos

6- Se ambos, qual o percentual realizado em cada um?

R =.....% móvel e% fixo.

7- Qual o custo do descascamento?

R = Móvel:.....R\$/m³; Fixo:.....R\$/m³.

8- A madeira que é descascada na fábrica gera, em média, quanto de casca?

R =..... m³.

9- Qual o destino que a empresa dá a esta casca?

Queima em caldeira para a produção de vapor:%

Produção de composto orgânico:.....%

Devolvida ao local de colheita:.....%

- Descartada:.....%
- Outros (favor informar o uso e o percentual)

<u>Uso</u>	<u>%</u>
.....
.....
.....

10-Se a empresa usa a casca em caldeira para produzir vapor, produzir composto orgânico ou outro uso alternativo, qual o percentual máximo da casca ela consegue produzir nesse uso?

<u>Uso</u>	<u>% máx</u>
Produção de vapor.....
Composto orgânico.....
.....

11-No uso alternativo que a empresa faz, quanto ela consegue produzir por m³ de casca?

<u>Uso</u>	<u>Produto</u>	<u>Quant./m3 de casca</u>
Caldeira	Energia
Compostagem	Composto
.....
.....

12-Outras considerações ou informações que julgar importantes sobre a questão da casca da madeira na empresa.