UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

CUSTOS EVITADOS PELA ADOÇÃO DE TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL PARA GERAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA EM INDÚSTRIA MADEIREIRA: UM ESTUDO DE CASO DA EUCATEX S.A.

Geanderson Eduardo Ambrósio
0807016-4

ORIENTADORA: Profª. Drª. Eneida Maria Goddi Campos

MARÇO, 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

CUSTOS EVITADOS PELA ADOÇÃO DE TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL PARA GERAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA EM INDÚSTRIA MADEIREIRA: UM ESTUDO DE CASO DA EUCATEX S.A.

_____
Geanderson Eduardo Ambrósio
0807016-4

ORIENTADORA: Profª. Drª. Eneida Maria Goddi Campos

As opiniões expressas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do autor.

MARÇO, 2013

GEANDERSON EDUARDO AMBRÓSIO

CUSTOS EVITADOS PELA ADOÇÃO DE TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL PARA GERAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA EM INDÚSTRIA MADEIREIRA: UM ESTUDO DE CASO DA EUCATEX S.A.

Trabalho de elaboração da monografia como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientadora: Profª. Drª. Eneida Maria Goddi Campos

BANCA EXAMINADORA

_____
Profª. Drª. Eneida Maria Goddi Campos

_____
Prof. Glauco Manoel dos Santos

MARÇO, 2013

Dedico aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

Aos meus pais, pela confiança depositada em mim.

A minha orientadora, Prof. Drª. Eneida Maria Goddi Campos, pelo apoio e dedicação ao longo de todo este trabalho.

RESUMO

Mediante a atual escala insustentável de uso dos recursos naturais, faz-se necessário precificar os bens e serviços ecossistêmicos e elaborar alternativas de mitigação, a fim de que se prove que, o custo de oportunidade da depleção dos recursos é, muitas vezes, maior que o ganho financeiro por seu uso nos processos produtivos. Diante disto, o presente trabalho tem como objetivo valorar os benefícios ambientais da implantação de uma tecnologia sustentável, especificamente um aquecedor movido à biomassa, na empresa Eucatex S.A. A hipótese levantada é de que, um estudo previamente realizado por Farra (2004) e sua ótica financeira dos fluxos de caixa para a implantação da nova tecnologia, levou à subestimativas e, portanto, a incorporação da variável ambiental nestes fluxos tornaria a tecnologia ainda mais viável economicamente. A Economia Ecológica, por meio de seu instrumental analítico, permite demonstrar que os benefícios desta implantação vão além da ótica financeira e resultam em ganhos para a toda à sociedade. Com relação aos procedimentos metodológicos, foi aplicado o estudo de caso, tomou-se como base o estudo de Farra (2004), o qual possibilitou a análise comparativa dos resultados. A pesquisa analítico empírica foi fundamentada em dados de fontes oficiais e secundárias, além de dados fornecidos pela própria empresa objeto da análise. Foram então monetizados os custos evitados pela adoção da tecnologia sustentável e elaborados diversos fluxos de caixa sob diferentes perspectivas, o que permitiu o cálculo dos indicadores de viabilidade econômica para a implementação da tecnologia, quais sejam, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). O VPL para a implementação da tecnologia com capital da própria empresa, considerando a variável ambiental, foi de R$ 20.646.288,19, enquanto pela ótica puramente financeira o VPL correspondente foi de R$ 7.166.490,56. Com relação à TIR, o que se constatou foi um aumento de 12,79% para 23,58%, ao considerar-se os componentes ambientais. Foram analisados ainda, fluxos de caixa com financiamento e análises pela ótica do Governo, sendo que os resultados também foram positivos economicamente. Pode-se afirmar então, que a inserção do componente ambiental nos fluxos de caixa tornou o resultado dos estudos de viabilidade mais satisfatórios do que quando estes são constituídos apenas por componentes financeiros, o que confirma a hipótese inicial levantada.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO..... **12**

CAPITULO I - REFERENCIAL TEÓRICO..... **19**

1.1 - Breve perspectiva histórica e teórica da intervenção do homem na natureza..... 19

1.2 - Tecnologias ambientais no contexto do desenvolvimento sustentável..... 23

1.3 - Estudos de caso envolvendo os métodos de valoração ambiental..... 25

1.3.1 - Estação de Tratamento de Efluentes e Fábrica de Sais: o caso da LSM Brasil..... 25

1.3.2 - Implantação do aquecedor à biomassa: o caso da Eucatex S.A..... 26

1.4 - Valoração de bens e serviços ecossistêmicos..... 29

1.4.1 - Breve conceituação dos Recursos ambientais..... 29

1.4.2 - As parcelas do valor econômico dos recursos ambientais (VERA)..... 30

1.4.3 - Métodos de Valoração ambiental aplicados ao VERA..... 34

1.4.4 - A valoração econômica dos bens e serviços ecossistêmicos no contexto das falhas de mercado..... 36

CAPÍTULO II - MATERIAIS E MÉTODOS..... **39**

2.1 - Itens para compor os fluxos de caixa..... 41

2.1.1 - Investimento inicial..... 41

2.1.2 - Receita operacional..... 42

2.1.3 - Despesa operacional..... 42

2.1.4 - Custo evitado de aterro sanitário..... 43

2.1.5 - Receita de créditos de carbono..... 43

2.1.6 - Custo evitado de limpeza do ar..... 45

2.1.7 - Custo Evitado por emissões veiculares..... 45

2.1.8 - -Taxa mínima de atratividade..... 47

2.1.9 - As opções de financiamento..... 48

2.1.10 - Padronização dos valores monetários para o ano de 2012..... 49

2.2 - Cálculo dos indicadores de viabilidade..... 50

2.2.1 - Valor Presente Líquido..... 51

2.2.2 - Taxa Interna de Retorno..... 51

CAPÍTULO III - VALORAÇÃO ECONÔMICO-AMBIENTAL DA TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL DE GERAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA DA EMPRESA EUCATEX S.A. – UM ESTUDO DE CASO..... 53

3.1 - Considerações sobre a trajetória e filosofia da empresa em relação a sua responsabilidade social..... 53

3.2 – Composição do fluxo de caixa para o cálculo dos indicadores econômicos da tecnologia implantada pela Eucatex, na abordagem de Farra (2004)..... 55

3.3 – Análise econômico-ambiental da tecnologia limpa de geração de energia térmica pela Eucatex S.A..... 57

3.3.1 - Composição do fluxo de caixa sob a ótica econômico-financeira (ótica da empresa)..... 57

3.3.2 - Composição do fluxo de caixa sob a ótica socioambiental..... 66

3.4 - Análise de viabilidade econômica: cálculo dos indicadores, resultados e discussão..... 70

CONCLUSÕES..... **74**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... **77**

ANEXOS..... **81**

APÊNDICES..... **84**

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais Gases do Efeito Estufa..... 23

Quadro 2 - Investimentos necessários para a implantação do projeto..... 28

Quadro 3 - Resultado dos indicadores de viabilidade econômica sem financiamento Farra (2004)..... 29

Quadro 4 - Resultado dos indicadores de viabilidade com financiamento Farra (2004)... 29

Quadro 5 - Taxonomia geral do valor econômico do recurso ambiental..... 32

Quadro 6 - Estrutura geral das óticas, fluxos de caixa, e seus componentes..... 42

Quadro 7 - Fluxo de caixa para a ótica econômico-financeira sem financiamento..... 62

Quadro 8 - Fluxo de caixa para a ótica econômico-financeira com financiamento pelo BNDES..... 64

Quadro 9 - Fluxo de caixa para a ótica econômico-financeira com financiamento à taxa de mercado..... 66

Quadro 10 - Fluxo de caixa para a ótica socioambiental com financiamento pelo BNDES..... 69

Quadro 11 - Fluxo de caixa para a ótica socioambiental com financiamento à taxa de mercado..... 70

Quadro 12 - Resultado dos indicadores de viabilidade econômica da tecnologia ambiental adotada pela Eucatex S.A., a preços de 2012..... 71

Quadro 13 - Resultado dos indicadores de viabilidade econômica para a ótica econômico-financeira da tecnologia ambiental adotada pela Eucatex S.A., com TMA de 2% ao mês, a preços de 2012..... 73

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. IGPM acumulado anual para os anos de 1999 a 2012..... 81

ANEXO B - Cotação diária do dólar americano em 1999..... 82

ANEXO C - Cotação diária do dólar americano em 2011..... 83

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A. Detalhamento dos juros, amortização e saldo devedor para o financiamento do BNDES..... 84
Apêndice B. Detalhamento dos juros, amortização e saldo devedor para o financiamento a taxa de juros de mercado..... 85

INTRODUÇÃO

Com a constatação da degradação ambiental pela ação antrópica, principalmente após a Revolução Industrial, surgiu a necessidade de se repensar os modelos de produção e consumo da sociedade moderna. Mais especificamente, a escala[1] de uso dos recursos naturais[2] e a capacidade do meio ambiente de receber os rejeitos de produção. Até por que o uso dos recursos naturais dentro de uma escala ótima não significa necessariamente um ecossistema estático, isto é, sem qualquer intervenção e totalmente preservado. Trata-se, então, da distribuição intertemporal e intergeração dos recursos naturais de modo a satisfazer as demandas da sociedade e respeitar a resiliência, capacidade de um ecossistema retornar à condição original de equilíbrio dinâmico após suportar alguma alteração, seja esta por causas naturais ou antrópicas.

As ciências econômicas reconhecem a necessidade de se colocar limite ao desenvolvimento/crescimento econômico, inclusive por ter recebido um chamado a rever seus pensamentos dominantes (*mainstrean*), à medida em que algumas destas ideias não mais correspondiam as demandas ambientais. Para se ter uma ideia da questão, os recursos naturais, chamados mais recentemente de bens e serviços ecossistêmicos[3], sequer figuravam nas funções de produção e consumo até meados do século XX.

Nesta visão, acreditava-se que sua eventual depleção poderia facilmente ser substituída pelo progresso tecnológico (sustentabilidade fraca). O próprio fluxo circular do valor de troca (FCVT), considerado como um sistema fechado, do modo como se apresenta na

---

[1] "Tamanho físico do subsistema econômico relativo ao ecossistema que o contém e o sustenta. Pode ser mensurado como estoque ou inventário, ou ainda como fluxo dos processos requeridos para manter os estoques." (DALY; FARLEY, 2004, p.439, tradução nossa)

[2] "[...] Estoque de materiais ou informações que existe em determinado ponto no tempo [...] que gera um fluxo de serviços que pode ser usado para transformar materiais, ou a configuração espacial dos materiais, para incrementar o bem-estar dos seres humanos." (COSTANZA et. al., 1997, p.254, tradução nossa).

[3] "Bens (como alimentos) e serviços (como assimilação do lixo) ecossistêmicos representam os benefícios para as populações humanas que derivam, direta ou indiretamente, das propriedades biológicas, de habitat, ou processos dos ecossistemas. [...] Consistem nos fluxos de matéria, energia, e informação a partir do estoque de capital natural que combina serviços de capital manufaturado e humano para produzir bem-estar humano." (COSTANZA, 1997, p. 253-254, tradução nossa).

teoria econômica, negligencia a ideia de que não se reaproveita 100% do material que é descartado, depois de produzido e utilizado pela sociedade. Isto é, num sistema fechado, não entra matéria, somente energia; o que significa que há um perfeito reaproveitamento de tudo que circula neste sistema fechado, uma inverdade no sistema econômico. Se assim o fosse, a economia seria uma máquina de movimento contínuo, perpétuo, não demandando nada de fora do seus limite. Sendo assim, há que se pensar em uma escala ótima de uso dos recursos, para garantir seu uso no presente e no futuro. Por isso, tem-se buscado diversos instrumentos para se analisar e incorporar nas funções de produção e de consumo os coeficientes de insumos do capital natural.

Pelo próprio entendimento do FCVT como um sistema fechado, acreditava-se, também, que o crescimento econômico pudesse ser ilimitado. Portanto, não havia o entendimento de que a opção pelo crescimento pautado na exploração do meio ambiente levasse ao que hoje chamamos de crescimento não econômico. Situação na qual o crescimento implica a perda de bens e serviços ecossistêmicos que valem mais que os benefícios da produção extra promovida pela expansão da economia (DALY; FARLEY, 2004, p.441, tradução nossa).

Herman Daly, economista do Departamento de Meio Ambiente do Banco Mundial, entre 1988 e 1994, chegou a propor o estado estacionário de Herman Daly (*steady state*). Os princípios básicos da economia de estado estacionário ditam que esta deve possuir tamanho estável ou levemente flutuante, na qual seja priorizada a qualidade ao invés da quantidade dos bens e serviços. Dependendo de cada ecossistema, poderia ser possível, ou mesmo necessário, certo grau de crescimento ou decrescimento econômico, visando preservar estes ecossistemas e não ultrapassar sua resiliência.

Sendo assim, no bojo desta discussão, identifica-se duas correntes de pensamento que visam clarear os horizontes a respeito das interações entre meio ambiente e economia. A primeira e mais antiga delas é a Economia Ambiental Neoclássica (*Environmental Economics*), que defende que a sustentabilidade econômica seria garantida pelo progresso tecnológico na medida em que este poderia desenvolver processos e produtos substitutos de bens e serviços ecossistêmicos que viessem a se esgotar e/ou que ficassem comprometidos em termos de estoque e qualidade. O problema é que esta corrente mantém em seu *mainstrean* a ideia de que a eficiência alocativa está acima de qualquer outro princípio. O sistema econômico é entendido como o todo, que pode expandir-se indefinidamente, no qual o

ecossistema esta inserido e, portanto, a alocação dos recursos é mais importante que as restrições ecossistêmicas inerentes nos processos. Com isso, única fonte de bem-estar é aquela oferecida pela economia, na produção e consumo de bens materiais.

A segunda corrente, que compreende o Estado Estacionário de Herman Daly, é denominada Economia Ecológica (*Ecological Economics*). Esta defende que o progresso tecnológico contribui no uso eficiente dos recursos ambientais e na produção de bens complementares aos recursos naturais esgotados, mas não é capaz de substituí-los. Além da economia, a natureza oferece uma grande parcela de bem-estar, como o desfrute de uma bela paisagem, a respiração de um ar limpo, o ecoturismo, dentre outros. O ecossistema seria o todo no qual a economia está inserida, havendo limitação de crescimento desta última. Tanto os bens produzidos pelo homem quanto aqueles provenientes da natureza são entendidos como fontes de bem-estar. Para que o ganho de bem-estar advindo da economia não ocorra em detrimento ao bem-estar fornecido pelo meio ambiente, a eficiência alocativa vem por último como princípio econômico, devendo antes ser definida uma escala de uso dos recursos e a justa distribuição[4] dos mesmos (sustentabilidade forte).

O que é comum a ambas as correntes é que o capital natural tem valor econômico, podendo ser determinado via mercado de bens substitutos e/ou complementares, ou via mercados hipotéticos. E também que a definição de um nível ótimo de degradação é um equívoco, pois, a este nível, não se recupera, muitas das vezes, o que já foi degradado. Além do que, a complexidade das funções ecossistêmicas ainda é um desafio para as ciências naturais, inclusive na determinação do ponto de resiliência do meio ambiente.

Tais correntes também comungam com a ideia de que instrumentos de política ambiental devem ser implementados com o fim de internalizar o custo externo ambiental. Estes instrumentos incluem: a) os instrumentos econômicos, que atuam no sentido de alterar o preço de utilização de um recurso, internalizando as externalidades e, portanto, afetando sua demanda; b) os instrumentos de comando-e-controle, que implicam controle direto sobre os agentes poluidores por meio de normas, padrões e legislação específica; c) instrumentos de

[4] É a ideia de que deve-se primeiro promover bem-estar dos mais pobres, pois estes não irão se importar com sustentabilidade enquanto não forem capazes de prover para suas próprias necessidades básicas. Este princípio traz embutida a ideia de que aqueles que necessitam dos recursos naturais devem pagar aos seus provedores, geralmente os menos favorecidos na sociedade, para que estes mantenham os fluxos constantes de oferta de tais recursos. Tal manutenção, muitas das vezes, requer a sua preservação, implicando em um custo de oportunidade para o seu detentor, que deve ser compensado monetariamente.

comunicação, utilizados para conscientizar e informar os agentes econômicos sobre diversos temas ambientais.

Ambas as abordagens teóricas admitem a importância destes instrumentos como ferramentas para controle, mitigação ou redução da poluição, mas reconhecem que estes instrumentos possuem vantagens e desvantagens. No sentido de tentar contornar falhas que possam ocorrer, a Economia Ecológica propõe o sistema de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que abrange o mercado de carbono, custo de limpeza da água e do ar, bem como pagamentos para manter o fluxo contínuo de oferta de bens e serviços ambientais. Quem demanda pelo menos um tipo de recurso ambiental paga ao seu provedor para garantir o provimento do mesmo, já que, muitas vezes, a conservação dos recursos ambientais implica em custos de oportunidade para quem os detém. Quanto aos instrumentos de cobrança, estes são amparados pela ideia de que o promotor da poluição deve pagar à sociedade pela alteração no fluxo de serviços ecossistêmicos por ele causada. De acordo com Wunder (apud NETO; MAY, 2010, p. 312):

> o que este conceito PSA trás de novo é a ideia de que beneficiários de serviços ambientais façam pagamentos diretos, regidos por contratos, condicionados aos serviços entregues para produtores rurais ou outros detentores dos meios de provisão dos serviços ambientais (comunidades rurais, governos municipais, Unidades de Conservação etc.), para que os mesmos adotem práticas que garantam a conservação e/ou restauração dos ecossistemas em pauta.

Contudo, é fato que, ao defenderem a preservação ambiental, dentro do escopo do desenvolvimento sustentável, as duas correntes acreditam que o uso e implantação de tecnologias ambientais, também conhecidas como tecnologias sustentáveis, é um importante passo na direção de se adequar produção e consumo a padrões menos agressivos aos ecossistemas. Estas tecnologias ambientais podem ser definidas como:

> o conjunto de conhecimentos, técnicas, métodos, processo, experiências e equipamentos que utilizam os recursos naturais de forma sustentada e que permitem a disposição adequada dos rejeitos industriais, de forma a não degradar o meio ambiente [...]. (LUSTOSA, 2010, p.209)

Estas compreendem as tecnologias de tubo, as limpas, as poupadoras de recursos, e de controle. As primeiras requerem a mudança no processo produtivo e atuam após poluição ser emitida, as seguintes substituem/combinam e/ou reaproveitam insumos de modo a reduzir a demanda dos mesmos e aumentar a eficiência energética. As limpas são relacionadas a menores índices de emissão e as de controle não alteram o processo produtivo, referem-se a normas e padrões de poluição pré-estabelecidos pela legislação e fiscalização. Cada categoria

com suas especificidades e objeto de ação contribui para a fiscalização, manutenção do equilíbrio, ou mesmo recuperação de danos ambientais.

A questão em voga é saber se estas tecnologias são viáveis do ponto de vista econômico e ambiental, ou seja, se os benefícios com a adoção de tecnologias sustentáveis são maiores que os custos de sua implementação, para além de fluxos contábeis. Para tanto, os bens e serviços ambientais afetados pela mudança tecnológica, cujos preços muitas vezes não são perceptíveis no mercado convencional, devem ser valorados em função de seus atributos.

Um exemplo de adoção de tecnologia ambiental ocorreu na antiga Companhia Industrial Fluminense (CIF), hoje LSM Brasil, em São João del-Rei/MG, que trabalha com tecnologia de metais. A implantação de uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) permitiu melhorar a qualidade dos rejeitos líquidos e torná-los menos ofensivos ao meio ambiente. Já a implementação da Fábrica de Sais permitiu tratar e reinserir no processo produtivo da empresa parte dos resíduos de Sais de Flúor, aumentando assim sua eficiência.

Vieira (2008) analisou a viabilidade desta tecnologia ambiental e afirma que a medida destinada a reduzir o custo de tratamento dos resíduos através da ETE, apesar dos elevados custos da tecnologia, transformaram-se numa oportunidade de ganho econômico perante as exigências ambientais, ama vez que foram computados os custos evitados pela possível aplicação de multas e indenizações. Da mesma forma, o custo de implantação da Fábrica de Sais gerou ganho econômico e ambiental tanto para a empresa quanto para a sociedade. Os benefícios incluem a melhoria da imagem da empresa (marketing comercial), ampliação do mercado, já que os compradores internacionais exigem a certificação ambiental, multas e/ou suspensão do licenciamento ambiental, dentre outros.

Outro exemplo é apresentado por Farra (2004), que analisou a viabilidade econômica da substituição da tecnologia de geração de energia térmica por óleo BPF pela utilização de biomassa, que inclui resíduos de seu processo produtivo (casca e pó de madeira) na empresa Eucatex S.A. Indústria e Comércio, Unidade Aglomerados localizada em Botucatu/SP. Embora este estudo tenha apresentado resultados positivos de viabilidade econômica, em indicadores como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Relação Benefício Custo (RBC) para ambas as alternativas tecnológicas desenvolvidas, inclusive considerando fluxos de gastos e ganhos com e sem financiamento de parte do investimento inicial requerido, considera-se que houve uma subestimativa dos valores calculados. Isso porque foram incorporados aos fluxos apenas os coeficientes técnicos de

geração de energia pela nova tecnologia, monetizados a preços de mercado, ficando de fora os custos evitados com a redução de emissão de gases do efeito estufa pela tecnologia anterior, desde o processo de geração de energia até o transporte de insumos. Entende-se que a valoração é limitada, pois não é possível identificar em seu fluxo de caixa nenhuma parcela do Valor Econômico dos Recursos Ambientais (VERA). Cita-se, por exemplo, o custo evitado de limpeza do ar ou o CO2 antes emitido pelo BPF, agora passível de ser negociado no mercado de carbono, já que este óleo é altamente poluente. Outro componente que poderia fazer parte desta análise é a emissão de CO2 evitada no transporte para o destino final dos resíduos que hoje são usados para geração de energia térmica, dado que este transporte não é mais necessário.

Dessa forma, considerando a relevância do tema, e a necessidade de contribuir com a ciência no que tange a tornar cada vez mais acuradas as estimativas da degradação ambiental e as alternativas de mitigação, esta monografia tem como objetivo geral analisar a viabilidade econômica e ambiental da implantação da tecnologia sustentável no processo produtivo da Eucatex S.A., sob a ótica da empresa, aqui chamada de Ótica econômico-financeira, e do governo, chamada de Ótica socioambiental, tomando como referencia os conceitos da Economia Ecológica.

Dentre os objetivos específicos, tem-se: i. a identificação e quantificação dos custos evitados e gastos incorridos com a adoção da tecnologia sustentável para além da estimativa do custo evitado de compra de óleo BPF (tecnologia suja), estimado por Farra (2004); ii. mensuração dos impactos na atmosfera pela variação de emissões de poluentes envolvidos não somente na combustão de óleo BPF e biomassa, mas também das emissões não mais demandadas e nas novas emissões necessárias pela implantação da nova tecnologia, e; iii. cálculo dos indicadores econômicos de análise de projetos, como o VPL, a TIR e a RBC. A contribuição deste estudo é a ampliação do espectro de elementos do fluxo de caixa financeiro de análise de investimento, elementos estes monetizados pela metodologia de valoração ambiental.

Uma hipótese que norteia a presente pesquisa, baseado no conhecimento do estudo de Farra (2004) do qual parte a análise desta monografia, é a de que a incorporação dos demais custos evitados citados acima, que representam a monetização da mudança de tecnologia e, portanto, redução da poluição ambiental, tornará a tecnologia ainda mais viável, tanto do ponto de vista econômico-financeiro quanto socioambiental. Até por que, não serão

alterados os coeficientes técnicos da tecnologia ambiental que fora previamente considerada viável na análise financeira de Farra (2004). A estimativa destes custos evitados é factível e exequível, pois os dados para calibrar os novos fluxos de caixa estão disponíveis nas fontes referenciadas na metodologia.

Há que se destacar que estudos como estes e a tendência da pesquisa científica mundial têm dado ênfase a multidisciplinaridade entre as ciências econômicas e as ciências naturais, cuja integração é imprescindível no entendimento e valoração das funções ecossistêmicas comprometidas pela ação humana.

Desta forma, o desenvolvimento e aplicação da Economia Ecológica não devem ser negligenciados, pois ao mesmo tempo em que seus princípios se apoiam na econômica convencional (neoclássica), esta inclui em seu *mainstream* o fundamento de que o fluxo circular da economia não é uma máquina de movimento perpétuo, um sistema isolado, onde nada se perde. A opção de uso dos recursos naturais gera um custo de oportunidade, cuja magnitude pode ser determinada pela escala de uso dos recursos naturais e pelo padrão de produção e consumo existentes. A incorporação de parcelas dos recursos naturais na valoração de tecnologias permite precificar com mais precisão, e realisticamente, os bens e serviços ecossistêmicos e suas influências no fluxo aberto de produção e consumo. Tais valores devem, inclusive, subsidiar políticas desejáveis de uso dos recursos naturais de forma a garantir que as gerações presentes e futuras possam se beneficiar de ambas as fontes de bem-estar derivadas, tanto dos bens de consumo manufaturados, quanto daqueles provenientes da natureza, como a apreciação de paisagens bucólicas, a prática de eco-esportes, o uso de plantas medicinais, educação ambiental, dentre outros.

CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 – Breve perspectiva histórica e teórica da intervenção do homem na natureza

A interação do Homem com a natureza já foi muito semelhante a de qualquer outro animal. Nos tempos primitivos, essa interação era incapaz de alterar profundamente as relações ecossistêmicas, embora pudesse modificá-la pontualmente, sem afetar o equilíbrio dos ecossistemas[5]. Os nômades, por exemplo, ainda sem o domínio da agricultura, sobreviviam da pesca, caça e colheita de alimentos. Isto é o que induzia sua migração para outras áreas tão ou mais ricas em termos de estoque e qualidade de recursos naturais em relação a anterior. Para tanto, utilizavam ferramentas de relativa facilidade de mobilidade, e possuíam poucos bens materiais aos quais se apegassem. Serviam-se dos bens e serviços ecossistêmicos enquanto o local atual lhes fosse mais conveniente do que arriscar uma migração. Esta, quando ocorria, deixava para trás um ambiente modificado e que não mais fornecia bem-estar suficiente às famílias que ali viviam, embora, com o passar do tempo, o equilíbrio do ecossistema se restabelecesse.

Mais adiante no desenvolvimento da humanidade, o controle do fogo, de acordo com Romeiro (2010), permitiu que cada vez mais a interação do homem com o meio ambiente assumisse características próprias distintas, como, por exemplo, seu uso no preparo de alimentos e para limpeza de áreas de plantio. Apesar disto, o modo de vida das populações não se modificara profundamente, pois, no princípio, o fogo era demandado apenas em pequena escala. Somente o posterior desenvolvimento da agricultura e o surgimento de processos de manufatura é que estabeleceram o fogo e o calor como insumos, e a partir de então o ser humano tornara-se capaz de alterar ecossistemas maiores devido as novas demanda estabelecidas.

[5] Ecossistema é uma determinada área do meio ambiente que engloba um conjunto de interações entre seres vivos e fatores físicos, químicos e geográficos, envolvidos em cadeias tróficas e alimentares entre si, cujos processos vitais estejam relacionados.

Ainda assim, durante o maior período da existência humana, o equilíbrio ecossistêmico nunca sofrera alterações virtuosas que não fossem as catástrofes e intempéries alheias à nossa vontade. Até o século XVII da era moderna, esta foi a via de regra.

Em meados do século XVIII, alterações sociais, culturais e econômicas ganharam destaque na Inglaterra, e a este conjunto de ações e ideias deu-se o nome de Revolução Industrial. Houve, naquela época, um considerável salto na capacidade produtiva da sociedade, e isso se deu graças a mudanças marcantes no modo de produção. Nas palavras do historiador Eric Hobsbowm:

> [...] a revolução industrial não foi um acontecimento com um princípio e um fim. Não tem sentido perguntar quando se "completou", pois sua essência foi a de que a mudança revolucionária se tornou norma deste então. Ela ainda prossegue; quando muito podemos perguntar quando as transformações econômicas chegaram longe o bastante para estabelecer uma economia substancialmente industrializada, capaz de produzir, em termos amplos, tudo que desejasse dentro dos limites das técnicas disponíveis [...]. (HOBSBOWM, 1996, p. 29, tradução nossa)

Até então, o mestre artesão, que via de regra possuía poucos empregados, era a figura principal num cenário produtivo apenas de manufaturas. Entretanto, o contexto da época de aumento de demandas, acumulação de capital, e excedente de oferta de mão de obra apresentou a especialização e o trabalho nas fábricas como a melhor opção de produção. Uma das consequências deste novo cenário foi um considerável aumento dos rejeitos produtivos e do lixo urbano, até porque os investimentos das nações ocorriam principalmente no setores petroquímico, metalúrgico e siderúrgico, altamente poluentes. Em uma época em que a questão ambiental não era objeto de estudo das ciências, a manutenção do equilíbrio ambiental não foi algo com o que aquela sociedade se preocupara como ocorre hoje.

Com o passar dos anos, a expansão da escala de demanda de bens e serviços ecossistêmicos e de uso da natureza como depósito de rejeitos mostrou-se insustentável. Até então, a economia era vista como o todo e poderia expandir-se indefinidamente, pois se considerava que não havia limites ao crescimento, dada a abundância de recursos naturais. Ou seja, seu crescimento não “roubava” de outras partes, como o meio ambiente, por exemplo. O custo de oportunidade do crescimento era considerado zero. Em última instância, o progresso tecnológico seria capaz de desenvolver bens e produtos substitutos aos bens e serviços ambientais.

Apenas na segunda metade do século XX surgiram as primeiras tentativas de instituições e governos para organizar e abordar corretamente o tema da intervenção humana

na natureza. O primeiro esforço mundial em prol desta causa foi o evento organizado pela ONU, em 1972, chamado Conferência de Estocolmo, no qual foram pautados temas como a chuva ácida e o controle da poluição do ar. A conferência ficou marcada pela disputa entre os países já industrializados, defensores do "desenvolvimento zero", e os países cujo crescimento era sustentado no processo de industrialização, defensores do "desenvolvimento a qualquer custo". O melhor resultado alcançado pela conferência foi ter sido a primeira reunião mundial entre países, organizações governamentais e não governamentais em torno deste tema.

Outro momento de destaque ocorreu no ano de 1983, com a criação pela ONU da Comissão mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, cujo intuito era, não apenas abordar o desenvolvimento relacionado a escassez dos Recursos naturais, mas também a absorção pelos ecossistemas dos resíduos produzidos pelas atividades humanas. Em 1987, a comissão recomendou a criação de uma nova declaração universal sobre a proteção ambiental e o desenvolvimento sustentável, o Relatório Brundtland. Esta publicação apontou para a incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes à época, além de reafirmar a visão crítica do modelo de desenvolvimento pautado na industrialização, adotado pelos países industrializados e reproduzido pelas nações em desenvolvimento. Este Relatório concebeu o desenvolvimento sustentável como o "desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades". A partir de então pôde-se entender melhor o que se enquadra ou não como sustentabilidade ambiental e assim tratar com mais precisão o tema.

Em busca de se manter padrões de desenvolvimento que respeitem o conceito de desenvolvimento sustentável, novas ideias foram lançadas em diversos congressos subsequentes. Um exemplo disto foi a Agenda 21, concebida como resultado da Conferência Eco-92, e que estabelece a importância de cada país em se comprometer com estudos que levem a soluções de problemas socioambientais, tanto em escala local, quanto global. Cento e noventa e dois países assinaram o termo de compromisso da Agenda 21 a fim de se esforçarem para proporcionar os meios para resolução dos problemas socioambientais, dentre os quais o Brasil.

Engajado nessa missão, o Brasil apresentou na Primeira Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, realizada em Berlim, em

1995, uma proposta de mecanismo de redução de emissões de poluentes que mais tarde resultara no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Este mecanismo

> [...] permite a certificação de projetos de redução de emissões nos países em desenvolvimento e a posterior venda das reduções certificadas de emissão, para serem utilizadas pelos países desenvolvidos como modo suplementar para cumprirem suas metas. Esse mecanismo deve implicar em reduções de emissões adicionais àquelas que ocorreriam na ausência do projeto, garantindo benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo para a mitigação da mudança do clima. (JURAS, 2007, p. 4)

Com o intuito de facilitar os cálculos de emissões de poluentes para tais projetos, foi adotado o conceito de Carbono Equivalente (CO2eq), que mede o potencial de aquecimento global dos diversos gases em função do dióxido de carbono. As emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE's) por CO2eq se baseiam no GWP (*Global Warming Potential*), que é uma escala relativa que compara o gás em questão para a mesma massa de CO2 emitido, que por definição é igual a 1. O dióxido de carbono equivalente é o resultado da multiplicação das toneladas emitidas do GEE pelo seu potencial de aquecimento global (PINTO et. al., 2009). O Quadro 1 a seguir discrimina os principais GEE's e seus respectivos potenciais de aquecimento global em relação ao dióxido de carbono.

Quadro 1. Principais Gases do Efeito Estufa.

Designação Industrial ou Nome Comum	Fórmula Química	Duração (anos)	Equivalência em 100 Anos de Duração (SAR)	Equivalência em 100 Anos de Duração (AR4)
Dióxido de Carbono	CO2	Ver nota[6]	1	1
Metano	CH4	12	21	25
Óxido Nitroso	N2O	114	310	298

Fonte: IPCC (2007), p. 212, tradução nossa.

Os gases metano e o óxido nitroso são, juntamente com o dióxido de carbono, os principais gases causadores do efeito estufa. Estes gases também são resultado da queima de combustíveis fósseis e, apesar de serem produzidos em menor escala que o CO2, possuem maior potencial de aquecimento global.

Ainda a respeito de projetos ambientalmente corretos, o Brasil tem mostrado potencial no desenvolvimento e implantação de tais investimentos. Segundo o Ministério da

[6] Os valores de potencial de aquecimento global no AR4 WG1 Technical Summary (AR4) refletem estimativas de potencial de emissão e duração que são melhoramentos sobre os valores usados no IPCC Second Assessment Report (SAR), mas que são ainda amplamente citados (IPCC, 2007, p. 213, tradução nossa).

Ciência e Tecnologia para o ano de 2011, "o Brasil ocupa o 3º lugar em número de atividades de projeto [de MDL], com 479 projetos (7%), sendo que em primeiro lugar encontra-se a China com 2782 (39%) e, em segundo, a Índia com 1979 projetos (27%)" (MCT, 2013). Isto demonstra que, apesar de ser um país com baixos índices de emissões relativas, o Brasil é parte da liderança em âmbito mundial no que tange aos projetos de sustentabilidade ambiental. Dentro desta perspectiva, a intervenção do homem na natureza pode ser menos agressiva, contribuindo para um padrão de produção e consumo mais sustentável, sendo que, a utilização de Tecnologias ambientais é fundamental nesse contexto, por possibilitar o uso dos bens e serviços ecossistêmicos de maneira menos agressiva ambiente.

1.2 - Tecnologias ambientais no contexto do desenvolvimento sustentável

As tecnologias ambientais englobam um conjunto de conhecimentos, métodos e processos que utilizam os bens e serviços ecossistêmicos na produção de bens de consumo, de maneira que o uso destes no presente comprometa cada vez menos o uso das gerações futuras. Com o intuito de viabilizar as ações sustentáveis sob diversas perspectivas, inclusive dos projetos de MDL, estas tecnologias são desenvolvidas e incorporadas aos processos produtivos.

A importância das mesmas como instrumento de desenvolvimento sustentável é pautada na ideia de que o setor industrial, um dos que mais causam danos ao meio ambiente, é também aquele que pode incorporá-las no seu objetivo de responsabilidade socioambiental. Se, por um lado, não há como negar que o progresso tecnológico contribuiu para se alcançar a eficiência no uso dos insumos (ainda que os recursos ambientais não fossem considerados nas funções de produção), de outro, foi o responsável pela alta taxa de degradação da era moderna.

Diante disso, a mudança do padrão tecnológico por parte das empresas é uma condição necessária para o crescimento, não como uma máquina de movimento perpétuo, sustentada pelo sistema fechado descrito e defendido pela economia neoclássica, mas com o reconhecimento de que a natureza impõe limites a este crescimento e que os mesmos devem ser respeitados. Já os governos, seja por meio de subsídios ou regulamentações, podem

incentivar estas práticas, tornando-as uma alternativa viável para os agentes poluidores e provedores de bens e serviços ecossistêmicos.

As tecnologias ambientais, de acordo com Lustosa (2010), são classificadas em quatro grupos distintos, sendo complementares e não necessariamente excludentes entre si:

a) tecnologias para despoluir o ambiente (*end-of-pipe*): são soluções remediadoras, utilizadas num momento posterior ao que ocorreu a poluição, com o intuito de retirar parte desta poluição do ambiente;
b) tecnologias poupadoras (*environment-saving technologies*): estão relacionadas à eficiência dos processos e métodos produtivos, utilizam menos matéria-prima e energia por unidade de produto, além de reduzir o volume de efluentes e, por vezes, reutilizar insumos;
c) tecnologias limpas (*cleaner technologies*): possuem coeficiente de emissão de poluentes por unidade de produto menor do que das tecnologias tradicionais, e por isso também são chamadas de tecnologias de prevenção da poluição;
d) tecnologias de controle: são utilizadas para monitorar níveis de emissão e degradação dos recursos naturais e a eficiência do capital inserido nos processos produtivos.

A despeito da aparente dificuldade de se associar o crescimento da produção industrial com a preservação ambiental, a literatura apresenta inúmeros casos de desenvolvimento/adoção desses tipos de técnicas produtivas, incluindo suas análises de viabilidade econômica. Um exemplo é o estudo de Vieira (2008), que avaliou a implantação da ETE e da Fábrica de Sais na LSM Brasil, em São João del-Rei. Esta é entendida como uma tecnologia ambiental para despoluir o ambiente, já que os efluentes vinham sendo dispostos no meio ambiente sem nenhum tratamento ou controle. Enquanto a Fábrica de Sais é classificada como uma tecnologia poupadora de recursos, pelo fato de reinserir os Sais de Flúor, anteriormente tidos como rejeito, no processo produtivo da fábrica.

Já a análise feita por Farra (2004), na Eucatex S.A., em Botucatu, avaliou, através de indicadores econômicos de viabilidade de projetos, a substituição de um aquecedor a óleo por um movido a biomassa, que é composta por resíduos de madeira gerados, em maior parte, na própria empresa. A queima da biomassa emite menos poluentes que a queima do antigo óleo utilizado, portanto, este novo aquecedor é classificado como uma tecnologia limpa.

Há de se levar em conta que a inserção de tecnologias ambientais nos processos produtivos trás não apenas ganho financeiro, mas também econômico, ambiental e social. Muitas vezes o ganho financeiro com a adoção de tais tecnologias é o único computado nas análises de viabilidade, e isto tende a levar os cálculos ao patamar de subestimativas. Cria-se, então, a demanda por valorar estes ganhos e aprofundar estes estudos sob a perspectiva da Economia Ecológica, a fim de possibilitar a incorporação de outras variáveis ao fluxo de caixa, tal qual será feito no caso da Eucatex S.A.

1.3 - Estudos de caso envolvendo os métodos de valoração ambiental

1.3.1 - Estação de Tratamento de Efluentes e Fábrica de Sais: o caso da LSM Brasil

No caso das tecnologias ambientais, um exemplo de uso eficiente de uma planta tecnológica sustentável ocorreu na antiga Companhia Industrial Fluminense (CIF), hoje LSM Brasil, em São João del-Rei/MG. A implantação de uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) e uma Fábrica de Sais permitiu melhorar a qualidade dos rejeitos líquidos e reaproveitar parte dos resíduos de Sais de Flúor, respectivamente.

Vieira (2008) afirma que a medida destinada a reduzir o custo de tratamento dos resíduos através da ETE, apesar dos elevados custos da tecnologia, transformaram-se numa oportunidade perante as exigências ambientais. Caso a LSM não tratasse seus resíduos em uma unidade como a ETE, a empresa poderia ser autuada e até mesmo condenada a recuperar a degradação causada aos rios, solos, e possíveis impactos de abastecimento das redes municipais.

No caso da ETE, o custo de implantação foi de US$ 250.000,00 e de manutenção anual foi de US$ 1.167.567,60. Com relação aos custos evitados, ressalta-se que estes são uma variável *proxy* do valor do impacto ambiental caso não houvesse o tratamento dos resíduos, e o valor deste custo evitado foi de R$ 713.571.026,92 anuais. A taxa social de desconto utilizada no cálculo dos indicadores econômicos foi de 12% a.a. e os valores

monetários têm como referência temporal o ano de 2008. O VPL da implantação da ETE estimado por Viera (2008) foi de 5.931.561.942,20.

Com relação à Fábrica de Sais, houve um custo de implantação de US$ 270.000,00. O custo evitado com a reinserção dos sais de flúor no processo produtivo foi de US$ 1.800.000,00. A taxa social de desconto utilizada também foi de 12% a.a. e o VPL resultou em US$ 14.730.000,00. (VIERIA, 2008, p. 46). A autora conclui que os projetos implantados na LSM são viáveis economicamente. Reconhece ainda que seu estudo dá uma nova abordagem à avaliação puramente financeira de projetos, e que este é apenas o início de uma pesquisa que pode ser ainda mais abrangente.

1.3.2 - Implantação do aquecedor à biomassa: o caso da Eucatex S.A.

O estudo de caso realizado por Farra (2004) é um exemplo de utilização de tecnologia ambiental puramente sob a ótica financeira. A autora se propôs a analisar a viabilidade econômica da implantação da nova tecnologia, ou seja, da substituição de uma caldeira que gera energia térmica para funcionamento da fábrica a base de óleo combustível BPF 1A por uma a base de biomassa.

Farra desenvolveu duas alternativas de implantação da nova tecnologia, as quais diferem entre si apenas na proporção de insumos utilizados como biomassa, mantendo-se inalterado o investimento inicial do fluxo de caixa. Na alternativa de uso 1, a biomassa utilizada na caldeira seria composta por 50% da energia fornecida pela casca e 50% fornecida pelo cavaco. Na alternativa de uso 2, a biomassa utilizada na caldeira seria composta por 30% da energia advinda da casca, 40% do pó, e 30% do cavaco. Todos os valores que compõem o fluxo de caixa foram estimados pela autora a preços de 2004.

Estes Fluxos de caixa foram estruturados por três componentes: investimento inicial, que envolve os custos necessários para a implantação do aquecedor; despesa operacional, engloba os custos para operação e manutenção do aquecedor após ser implantado; e a receita operacional, que representa a economia na compra do óleo BPF para o antigo aquecedor. Estes componentes e seus valores estão descritos a seguir.

Para as duas alternativas de uso, o investimento inicial foi de R$ 800.000,00, sendo que os valores são desmembrados de acordo com o Quadro 2.

Quadro 2. Investimentos necessários para a implantação do projeto.

Equipamento	Valor R$
01 aquecedor com fornalha metálica, pertences e acessórios para queima de biomassa	425.000,00
Tubulação, materiais elétricos e isolamento térmico	225.000,00
Projeto, fretes, transporte, obra civil, montagem eletromecânica, translado, hospedagem e alimentação da mão de obra.	150.000,00
TOTAL	800.000,00

Fonte: Farra (2004), p. 38.

Para determinar a despesa operacional computou-se primeiramente o custo de manutenção da nova tecnologia, estimado em 1% ao ano sobre o investimento inicial dividido igualmente entre os meses, R$ 666,67 mensais. Foi ainda considerada a contratação de quatro funcionários para a remoção dos resíduos dos pátios e destinação dos mesmos à queima, cujos salários mais encargos foram estimados em R$ 5.000,00 mensais. Considerou-se também o transporte dos resíduos dos pátios ao local de queima realizado por empresa terceirizada, no valor mensal de R$ 10.000,00.

A Eucatex S.A. produzia, em 2004, os resíduos casca e pó suficientes para alimentar qualquer uma das alternativa de uso, sendo que a casca não possuía valor comercial e o pó era vendido para queima em olarias. Portanto, o custo de oportunidade da casca foi considerado zero e do pó foi referente à receita perdida por sua utilização como insumo ao invés da venda. O cavaco era comprado pela Eucatex e seu preço também foi considerado no fluxo de caixa como parte da despesa operacional.

No caso da alternativa de uso 1, o gasto com a compra do cavaco é de R$ 39.375,00, o que resulta numa despesa operacional de R$ 55.041,67. No caso da alternativa de uso 2, o gasto com a compra do cavaco é de R$ 23.625,00 e o custo de oportunidade do pó é de R$ 1.980,00, o que resulta numa despesa operacional R$ 41.271,67.

A receita operacional foi obtida com o custo evitado na compra do Óleo BPF 1A, no valor de 209.160,00 por mês, e é a mesma em ambas alternativas de uso. A Taxa mínima de atratividade (TMA) de retorno definida pela empresa foi de 2,0% ao mês. O resultado da análise de viabilidade econômica encontra-se no Quadro 3.

Quadro 3. Resultado dos indicadores de viabilidade econômica sem financiamento Farra (2004)

Alternativa de Uso	Indicadores Econômicos				
	VPL	TIR	RBC	Payback Simples	Payback Econômico
1	R$ 3.733.863,54	11,95%	2,58	12 meses	12 meses
2	R$ 4.135.389,25	12,79%	3,11	11 meses	12 meses

Fonte: Farra (2004), p. 43.

Além desta análise, a autora simulou ainda um financiamento de 50% do investimento inicial sob um taxa de juros de longo prazo de 8,75% ao ano, pelo sistema de amortizações constantes (SAC), e obteve os valores descritos no Quadro 4 na análise de viabilidade econômica:

Quadro 4. Resultado dos indicadores de viabilidade com financiamento Farra (2004)

Alternativa de Uso	Indicadores Econômicos				
	VPL	TIR	RBC	Payback Simples	Payback Econômico
1	R$ 5.827.487,13	18,42%	3,07	9 meses	9 meses
2	R$ 6.419.599,48	19,57%	3,85	9 meses	9 meses

Fonte: Farra (2004), p. 45.

A autora concluiu que a alternativa de uso 2, que utiliza maior proporção de resíduos produzidos na própria empresa, é a mais vantajosa, e que a opção pelo financiamento torna o projeto ainda mais atrativo do ponto de vista financeiro.

Como a própria autora entende, o projeto não valora bens e serviços ambientais e mantém aberta esta margem para elaboração de novos estudos. Exemplo disto é o coeficiente de CO2 que deixa de ser emitido ao se implantar a tecnologia limpa, já que o Óleo BPF é um subproduto da fabricação de combustíveis fósseis e é altamente poluente em emissão de material particulado e derivados de enxofre. Além disso, uma análise sobre as demandas de transporte de óleo, pó, casca e cavaco também permite calibrar a quantidade de CO2 que deixa de ser emitida pela rodagem dos caminhões.

No caso da emissão de CO2, vários parâmetros permitem mensurar o valor monetário da não emissão, sendo que o mais amplamente utilizado é o preço do crédito de carbono. Existem outros parâmetros de valoração para diferentes situações, tal qual custo de limpeza do ar ou da água, e todos eles são precificados pelos metodologias de valoração que compõe o VERA.

1.4 - Valoração de serviços ecossistêmicos

1.4.1 Breve conceituação dos Recursos ambientais

Entende-se por Recursos ambientais, também chamados de recursos naturais, os fatores bióticos e abióticos[7], suas interações e configuração espacial que, de maneira direta ou indireta, incrementam o bem-estar dos seres humanos. De acordo com Enriquez (2010), estes recursos são classificados em dois grupos que os separam de acordo com o tempo de seus ciclos de recomposição:

a) recursos naturais renováveis, aqueles cujos ciclos de recomposição são compatíveis com o horizonte de vida do ser humano. Pode-se citar como exemplos o ar, água, solo, fauna e flora, e;

b) recursos naturais não renováveis, aqueles os quais são extraídos mais rapidamente do que são reabastecidos por processos naturais. Alguns exemplos são os minérios e os combustíveis fósseis.

Os recursos ambientais podem ainda ser classificados de acordo com seu modo de utilização, sejam eles estoque-fluxo ou fundo-serviço. Os recursos estoque-fluxo são elementos estruturais dos ecossistemas e sua produção pressupõe transformação material, sendo que seu fluxo de utilização pode ser controlado. Enquadram-se como recursos de estoque fluxo as matérias-primas e os bens ecossistêmicos. Tem-se como exemplo os combustíveis fósseis.

Os recursos fundo serviço não são transformados no ato de produção e o uso por um indivíduo não necessariamente reduz a possibilidade de outro indivíduo usufruí-los. A geração dos serviços deixa o fundo qualitativamente esgotado, mas não quantitativamente. Enquadram-se neste conceito os serviços ecossistêmicos como, por exemplo, a luz solar.

A abordagem mais atual deste tema chama os recursos ambientais, de forma mais abrangente, de bens e serviços ecossistêmicos, que representam os benefícios advindos direta ou indiretamente das propriedades biológicas, de habitat, ou processos dos ecossistemas e

[7] Os fatores abióticos são os elementos não vivos, como a temperatura, a luz, e chuva, por exemplo. Os fatores bióticos são os elementos vivos e incluem a fauna e a flora.

geram bem-estar para sociedade. São tidos como o fluxo de matéria, energia, e informação a partir do estoque de capital natural que representam benefício para as populações humanas.

1.4.2 - As parcelas do valor econômico dos recursos ambientais (VERA)

Uma vez que a adoção de tecnologias sustentáveis afeta direta e/ou indiretamente a qualidade dos recursos naturais, implicando na mensuração de seus valores econômicos, faz-se importante entender a composição dos mesmos, e a problemática envolvida em sua valoração.

O termo Valor Econômico dos Recursos Ambientais remete ao conjunto de ideias que se propõem a mensurar o valor dos bens e serviços ecossistêmicos. Estes dificilmente têm seus valores econômicos expressos no mercado formal por se enquadrarem, em sua maioria, como bens públicos e raramente transacionáveis no mercado comum.

O VERA busca identificar todas as vertentes possíveis de agregação de valor que um bem ou serviço ecossistêmico pode ter, seja este valor atribuído pelo uso ou mesmo pelo não uso do bem ou serviço em questão.

A equação que define o VERA é descrita da seguinte forma:

VERA = Valores de uso + Valores de não uso (1)

De acordo com Motta (1998), os valores de uso são divididos em três categorias, sejam estas: a) valor de uso direto; b) valor de uso indireto; c) valor de opção. Todos estes são relacionados a algum benefício obtido por meio do ecossistema em questão. Cita-se, como exemplo, a extração mineral, estabilidade climática, ou mesmo o benefício futuro advindo de uma nova descoberta medicinal correlativa a um dado ecossistema.

Já o valor de não uso, também entendido como valor de existência, "[...] deriva-se de uma posição moral, cultural, ética ou altruística em relação aos direitos de existência de espécies não humanas ou preservação de outras riquezas naturais, mesmo que estas não representem uso atual ou futuro para o indivíduo."(MOTTA, 1998, p.26).

O Quadro 5 discrimina todos os valores que compõe o VERA:

Quadro 5. Taxonomia geral do valor econômico do recurso ambiental

Valor econômico do recurso ambiental			
Valores de uso			Valor de não uso
Valor de uso direto (VUD)	Valor de uso indireto (VUI)	Valor de opção (VO)	Valor de existência (VE)
bens e serviços ambientais apropriados diretamente da exploração do recurso e consumidos hoje	bens e serviços ambientais que são gerados de funções ecossistêmicas e apropriados e consumidos indiretamente hoje	bens e serviços ambientais de usos diretos e indiretos a serem apropriados e consumidos no futuro	valor não associado ao uso atual ou futuro e que reflete questões morais, culturais, éticas ou altruísticas

Fonte: Motta (1998, p. 12).

Utilizando cada valor que compõe o VERA, a equação (1) pode também ser escrita da seguinte forma:

$$VERA = (VUD + VUI + VO) + VE \quad (2)$$

onde VUD, VUI, e VO são os componentes do Valor de Uso, e VE compõem o Valor de Não Uso.

É perceptível que, por vezes, um benefício provido pelo ecossistema pode excluir outro benefício. Por exemplo, uma área de agricultura exclui a possibilidade de preservação da mata nativa local. Ou seja, o valor de uso direto impossibilita o benefício do valor de existência pelo não uso. Por outro lado, um parque ecológico pode ser capaz de manter a fauna e flora nativa local (valor de existência) e paralelamente manter atividades de ecoturismo (valor de uso direto). Estas especificidades são elementos complicadores que podem levar a dupla contagem e por isso devem ser alvo de especial atenção. Há que se considerar, no entanto, que para muitos bens e serviços ecossistêmicos é possível (e desejável) calcular várias parcelas do VERA, tornando a análise mais completa e realística.

A classificação do VERA em Valores de uso e Valores de não uso é largamente utilizada, contudo, para trazer o estudo do tema a um patamar ainda mais atual, a abordagem do valor dos bens e serviços ecossistêmicos feita por De Groot, Wilson, e Boumans (2002) deve ser referenciada. Para estes autores, o valor dos bens e serviços ecossistêmicos passa primeiramente pela definição das funções ecossistêmicas, que é "a capacidade dos processos e componentes naturais de provir bens e serviços que satisfaçam as necessidades humanas, direta ou indiretamente" De Groot (apud, DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002, tradução nossa). Em seguida, pelos bens e serviços ecossistêmicos que as funções

ecossistêmicas permitem ao ser humano desfrutar. As funções ecossistêmicas são divididas em quatro grupos distintos, quais sejam:

a) Funções de regulação: se relacionam à capacidade dos ecossistemas de regular processos ecológicos essenciais, por meio de ciclos biogeoquímicos e outros processos dos ecossistemas da terra. Tem-se como exemplo o ciclo da água e a regulação do clima;

b) Funções de habitat: ao promover condições de refúgio e reprodução para animais e plantas, o ecossistema contribui para a diversidade biológica e genética. Promover condições saudáveis de vida para estes animais e plantas torna-se uma pré-condição para que estes forneçam bem-estar por meio de suas funções ecossistêmicas, seja direta ou indiretamente;

c) Funções de produção: estão relacionadas à capacidade dos ecossistemas de fornecer diversos recursos, como água, energia, oxigênio, recursos genéticos e medicinais, dentre outros, que são utilizados para promover o bem-estar humano;

d) Função de informação: é associada à manutenção da saúde humana saúde,seja física ou psicológica, fornecendo oportunidades para reflexão, enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, recreação e experiência estética.

Estas funções ecossistêmicas se inter-relacionam, influenciam a disponibilidade uma das outras, e os seus bens e serviços associados. Logo, a capacidade dos ecossistemas de fornecer bens e serviços de forma sustentável deve ser determinada por meio de interações complexas. Estas interações resultam nos bens e serviços ecossistêmicos que, por sua vez, são divididos em três categorias baseadas em seu valor, sob a perspectiva ecológica, sociocultural e econômica.

O valor ecológico é determinado a partir do seguinte princípio: para garantir a disponibilidade contínua das funções ecossistêmicas, a utilização dos produtos associados e serviços deve ser limitada a padrões sustentáveis, que são determinados por critérios ecológicos, tais como integridade, resiliência e resistência. O valor ecológico, ou importância dada a um ecossistema é, por conseguinte, determinada tanto pela integridade das funções de regulação e habitat do ecossistema, quanto por parâmetros dos ecossistemas, tais como a complexidade, diversidade e raridade

O valor sociocultural é considerado parte do valor dos bens e serviços ecossistêmicos por se entender que as razões sociais têm um importante papel para identificar funções ecossistêmicas que enfatizem a saúde física e mental, diversidade cultural e identidade, além de valores de liberdade e espiritualidade. Os ecossistemas são, portanto, fonte fundamental de bem-estar não material que está relacionado as funções de informação.

Já os valores econômicos dos bens e serviços ecossistêmicos estão relacionados à utilização destes em processos produtivos para fins de bem-estar das sociedades humanas. Sua abordagem envolve quatro grupos diferentes de valoração: valor direto de mercado, valor indireto de mercado, valoração contingente e valoração de grupo, sendo que cada qual está relacionado a diferentes Funções ecossistêmicas.

A primeira categoria é o valor de troca que os serviços ecossistêmicos têm no mercado, principalmente aplicável para mercadorias, ou seja, funções de produção, mas também algumas funções de informação. Tem-se, por exemplo, recreação, e funções de regulação, como a retirada de CO2 do ar pelas plantas (custo de limpeza do ar).

De outro lado, o valor indireto de mercado é estabelecido quando não existem mercados explícitos, devendo-se, então, recorrer a meios mais indiretos de mensuração dos valores. Para tanto, são utilizadas técnicas como a disponibilidade a pagar para manter o fluxo de bens e serviços de dado ecossistema ou a disponibilidade a aceitar certo nível de degradação do ecossistema em questão.

A valoração contingente envolve a elaboração de cenários hipotéticos e aplicação de questionários aos agentes para identificar suas preferências, disponibilidade a pagar ou a aceitar, e seu comportamento frente a diferentes níveis de degradação.

E por fim, a valoração de grupo envolve deliberações coletivas e é derivada de teorias sociais e políticas. Entende-se que a abordagem desta valoração é baseada em princípios deliberativos e de democracia, e pressupõe-se que as decisões ambientais são fruto de um debate aberto junto à sociedade e não da mensuração individual de preferências.

Funções e serviços ecossistêmicos podem se sobrepor, levando à possibilidade de dupla contagem econômica. Para evitar dupla contagem, e para fazer a avaliação dos estudos mais comparáveis, uma ordem hierárquica das diferentes abordagens deve ser desenvolvida para determinar o método de avaliação mais cabível (DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002).

1.4.3 - Métodos de Valoração ambiental aplicados ao VERA

Para se calcular o VERA, são utilizados os métodos de valoração ambiental, que são divididos em dois grandes grupos: a) os métodos de função de produção e; b) os métodos de função de demanda.

Os métodos de função de produção são aqueles através dos quais se observa o valor do recurso ambiental por meio de sua contribuição, seja como insumo ou fator, na função de produção de um outro bem ou serviço. Os benefícios ou custos ambientais das variações de disponibilidade destes recursos ambientais para a sociedade podem então ser estimados indiretamente frente à variações causadas na função de produção. Isso porque, a mudança na qualidade e ou quantidade do bem ecossistêmico afeta a produção de outro bem comerciável derivado do primeiro.

Os métodos de função de demanda estão diretamente relacionados à variação de bem-estar dos indivíduos e, portanto, pode-se calcular a disponibilidade destes indivíduos a pagar para manter ou incrementar determinado nível de satisfação advinda daquilo que a natureza oferece. Estes métodos assumem que a variação da disponibilidade do recurso ambiental altera a disposição a pagar ou aceitar dos agentes econômicos em relação aquele recurso ou seu bem privado complementar.

Motta (1998) classifica os métodos de valoração da função de produção, também chamados de métodos de mercado de bens substitutos, da seguinte forma:

a) Método da produtividade marginal: é aquele que estima o valor do impacto sobre um recurso, modificando a função de produção de determinado bem, como, por exemplo, o nível de poluição da água altera a sua qualidade, afetando a produção pesqueira.

b) Métodos de mercados de bens substitutos: são os métodos em que se adota o preço de um bem substituto ao bem ou serviço ambiental como sendo seu valor, partindo-se da premissa que não há perda de bem-estar ao se optar pelo bem substituto. O preço do bem ou serviço ambiental pode ser então estimado como

um preço-sombra[8] do bem substituto. Estes métodos possuem ainda três ramificações:

1) Método do custo de reposição: aplicado quando os custos de reposição representam os gastos incorridos pelos agentes para garantir determinado nível de bem-estar econômico ou ambiental. É o caso, por exemplo, dos custos de reflorestamento em áreas desmatadas para garantir o nível de produção madeireira;

2) Método dos custos evitados: representa os gastos que o agente venha a incorrer para adquirir bens substitutos a fim de manter inalterado o bem-estar proveniente do meio ambiente ou do subsistema econômico. (Tem-se como exemplo os gastos com medicamentos para remediar efeitos na saúde causados pela poluição;

3) Método dos custos de controle: é a valoração do dano ambiental por meio dos custos de controle incorridos pelo usuário a fim de manter inalterado o bem-estar por determinado ecossistema, como por exemplo, o quanto as empresas ou famílias deveriam gastar em controle de esgotos para evitar a degradação dos recursos hídricos.

c) Método do custo de oportunidade: mensura não o preço do bem ou serviço ambiental, mas sim o custo de oportunidade que se incorre ao mantê-lo. É o caso, por exemplo, da não inundação de determinada área para construção de uma usina hidroelétrica, que gera um custo da não produção da energia.

É fundamental ressaltar que, nos casos em que se aplica os métodos de valoração via precificação de bens substitutos

> [...] a hipótese de substitutibilidade assume a existência de substitutos perfeitos que encerram a mesma função do recurso ambiental. Esta possibilidade, entretanto, é difícil de ocorrer no mundo real e bens e serviços privados serão substitutos apenas de algumas características dos bens e serviços ambientais. (MOTTA, 1998, p. 19)

Os métodos de função de demanda são:

[8] O preço-sombra é utilizado em casos de difícil precificação de um bem ou serviço no mercado convencional. Corresponde a uma estimativa do preço deste produto ou serviço por meio de sua relação direta com outros bens ou serviços substitutos e complementares.

a) métodos de mercado de bens complementares: se um bem for complementar de outro bem cuja demanda for zero, o valor do bem complementar também será zero. Infere-se, então, o preço-sombra deste bem complementar de acordo com a variação de preço do outro bem. Tem-se como exemplo uma estação de esqui que tem sua demanda levada a zero em caso de não ocorrer neve;

b) método de preços hedônicos: estima-se o preço implícito do bem em análise com base em atributos ambientais característicos de bens comercializados em mercado, como por exemplo, o valor adicionado a uma residência por esta ser situada próximo a áreas verdes;

c) método do custo de viagem: estima a demanda por bens e serviços ecossistêmicos com base no valor gasto pelos indivíduos para se chegar ao local provedor do bem ou serviço desejado; e por fim,

d) método da valoração contingente: mensura o valor de não uso do bem ou serviço em questão, estando ligado à valores morais e altruísticos. Por isso não é captado por bens complementares ou substitutos, e sim por um mercado hipotético, criado para indagar a disponibilidade a pagar dos indivíduos para manter ou recuperar o bem ambiental afetado, ou a aceitar uma compensação financeira por certo grau de degradação ou preservação do ecossistema.

É importante frisar que todos eles apresentam vieses em sua aplicação (MOTTA, 1998), e estas devem ser contornadas para se evitar sub ou superestimativas do bem ou serviço ecossistêmico em análise.

1.4.4 - A valoração econômica dos bens e serviços ecossistêmicos no contexto das falhas de mercado

Os bens e serviços ecossistêmicos, como dito anteriormente, em sua maioria são considerados públicos. Pelo seu próprio caráter, não têm dono, não têm direito de propriedade definido, por isso são considerados como valendo zero. Ainda que se tentasse estabelecer a posse dos mesmos, tal negociação seria extremamente complexa, pois envolveria um grande números de agentes como sociedade, instituições públicas e privadas, e demais *stakeholders*.

Outra dificuldade no contexto da valoração dos recursos ambientais está na definição do próprio conceito de recursos renováveis e não renováveis, pois "é muito tênue a fronteira que distingue essas duas categorias. Portanto, deve-se considerar a possibilidade do esgotamento de recursos renováveis e do não esgotamento de recursos exauríveis" (ENRIQUEZ, 2010, p. 51). Este fator dificulta a precisão da valoração do recurso e chega até mesmo a impossibilitá-la, quando o recurso está próximo da depleção total.

Ainda no contexto das falhas de mercado, Mota et. al. (2010) aborda a questão temporal e sua complexidade no que diz respeito à valoração à preços presentes. Segundo o autor

> o instrumental utilizado [para valorar recursos naturais] requer que os custos e o benefícios de decisões que envolvam a biodiversidade sejam estimados a valor presente. O problema é que na balança entre os benefícios imediatos da exploração da biodiversidade e os custos incertos e de difícil previsão da destruição dos biomas, descontado a uma taxa de desconto, geralmente pesam em favor das gerações presentes em detrimento das gerações futuras. (MOTA et. al., 2010, p. 268)

Isto ocorre porque à medida que um recurso qualquer torna-se mais raro, a lógica de mercado determina um preço maior, até o ponto em que a demanda torna-se inelástica, ou seja, uma unidade marginal do recurso tem preço infinito, dificultando sua valoração.

Antes mesmo de se chegar a este ponto de degradação, a precificação do recurso já é complexa, pois, ao caminhar para o limite crítico, seu preço tem que ser revisto constantemente, o que muitas vezes é impraticável no mercado formal. Este ponto, chamado de ponto crítico ecológico, ocorre quando a resiliência já foi ultrapassada. Constitui-se, então, um desequilíbrio e novas interações ecossistêmicas, sobre as quais ainda residem muitas dúvidas e incertezas.

É extremamente difícil, senão impossível, identificar precisamente quais elementos do capital natural são críticos. Por definição, o valor do capital natural crítico é infinito, e sua perda teria impactos inestimáveis no bem-estar humano. Isto ilustra a complexidade das interações ecossistêmicas e a necessidade da ação preventiva no que diz respeito à valoração e manutenção dos ecossistemas em equilíbrio.

Se os bens e serviços ecossistêmicos não são valorados, isso significa admitir que eles possuem preço zero e, portanto, podem ser explorados até a sua destruição. Assim sendo, o VERA busca elucidar variáveis capazes de viabilizar a execução de projetos ambientais, por

mensurar economicamente a importância dos bens e serviços ecossistêmicos e criar assim alternativas sustentáveis para suprir as demandas da sociedade.

CAPÍTULO II - MATERIAIS E MÉTODOS

A presente monografia é baseada e estruturada na pesquisa analítico-empírica, cujo objetivo é compreender a realidade fundamentada na análise de um estudo de caso, e sua ampliação. Correlaciona as variáveis que descrevem os impactos da mudança de comportamento na produção de mercadorias que demandam bens e serviços ecossistêmicos em uma unidade produtiva específica. Busca demonstrar, ainda, as características e categorias do fenômeno investigado, e o estabelecimento de relações entre seus atributos, através da análise e observação sistemática dos mesmos, amparado pelos processos metodológicos descritos por Gil (1999).

Quanto aos procedimentos metodológicos, é aplicado o estudo de caso, cujos materiais e métodos incluem a revisão bibliográfica, para nivelamento sobre o estado da arte dos temas relacionados ao objeto central de análise, o levantamento de dados secundários sobre os coeficientes técnicos do sistema produtivo da empresa, bem como os parâmetros relacionados aos impactos ambientais causados pela nova tecnologia produtiva em estudo. A empresa objeto da análise é a Eucatex S.A. Indústria e Comércio, localizada em Botucatu/SP, à 25 Km do centro urbano, e o recorte temporal das estimativas e valores monetários é o ano de 2012, para o qual todos os valores do fluxo de caixa foram corrigidos.

Os dados para os componentes dos fluxos de caixa foram obtidos de fontes secundárias como a Análise Econômico-Energética de Utilização de Resíduo Industrial para Geração de Energia Térmica: Um Estudo de Caso (FARRA, 2004), que é a referência básica desta monografia, Ministério do Meio Ambiente (1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários), Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). Além destas, foram consultadas fontes *online* e também a própria empresa objeto do estudo por meio de contato telefônico e *email*.

Antes de proceder aos cálculos, deve-se recordar que duas opções de composição da biomassa para geração de energia térmica na empresa foram analisadas por Farra (2004): A Alternativa de uso 1, cuja biomassa é composta por casca e cavaco; e a Alternativa de uso 2,

composta por casca, pó e cavaco. A autora concluiu que a Alternativa de uso 2 é a mais viável, por isso, esta é a alternativa de uso considerada para os efeitos de cálculo.

Com relação ao desenvolvimento da pesquisa, considerando-se que a substituição da tecnologia de geração de energia térmica na empresa pela tecnologia limpa causou impactos, tanto para a empresa, quanto para a sociedade, estes foram valorados pelas óticas da Empresa e do Governo. A metodologia de valoração cabível neste estudo é caso é do método de função de produção, mais especificamente o de custos evitados. Foi escolhido este método por se tratarem de bens e serviços ecossistêmicos diretamente ligados à produção. Além disso, considera-se que se fossem estimados pela função de consumo, em um mercado hipotético, seu preço seria subestimado, uma vez que a disponibilidade a pagar dos agentes tende a ser baixa por não estarem diretamente ligados ao processo produtivo da Eucatex e pela difícil percepção que estes podem ter dos benefício gerados.

As variáveis ambientais identificadas para a composição dos fluxos de caixa que permitirão calcular os indicadores de viabilidade econômica do investimento na nova tecnologia, nas óticas de análise econômico-financeira e socioambiental, para se ampliar o escopo do estudo financeiro de Farra (2004), são as seguintes: Custo evitado de aterro sanitário para onde se destina os resíduos da produção que agora serão aproveitados na queima, para geração de energia, Receita de créditos de carbono pela redução de emissão de gases com o uso até então do óleo BPF, Custo evitado de limpeza do ar para remover os poluentes lançados na atmosfera, e Custo evitado de dano ambiental por emissões veiculares, que é o dano causado ao ambiente pela poluição advinda de veículos automotores. Os demais componentes dos fluxos de caixa são Investimento inicial para implantação do aquecedor, Despesa operacional para custear sua manutenção e funcionamento, e Receita operacional pela não compra do óleo BPF. Por fim, o componente Pagamento foi adicionado aos fluxos de caixa da ótica da empresa, com financiamento, representando as parcelas pagas à instituição financeira fornecedora do empréstimo. Cada componente do fluxo de caixa foi monetizado, a preços de mercado, e estruturado conforme mostra de forma genérica o Quadro 6 a seguir.

Quadro 6. Estrutura geral das óticas, fluxos de caixa, e seus componentes.

Ótica de análise	Econômico-financeira (Empresa)			Socioambiental (Governo)	
Fluxos de caixa	Sem financiamento	Com financiamento do BNDES	Com Financiamento à taxa de mercado	Com financiamento do BNDES	Com financiamento à taxa de mercado
Componentes do fluxo de caixa	Investimento inicial	Investimento inicial	Investimento inicial	Investimento inicial	Investimento inicial
	Despesa operacional	Despesa operacional	Despesa operacional		
	Receita operacional	Receita operacional	Receita operacional	Receita operacional	Receita operacional
	Custo evitado de aterro sanitário	Custo evitado de aterro sanitário	Custo evitado de aterro sanitário	Custo evitado de aterro sanitário	Custo evitado de aterro sanitário
	Receita de créditos de carbono	Receita de créditos de carbono	Receita de créditos de carbono	Custo evitado de limpeza do ar	Custo evitado de limpeza do ar
	Custo evitado por emissões veiculares	Custo evitado por emissões veiculares	Custo evitado por emissões veiculares	Custo evitado por emissões veiculares	Custo evitado por emissões veiculares
		Pagamento do financiamento	Pagamento do financiamento		

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.1 - Itens para compor os fluxos de caixa

2.1.1 - Investimento inicial

O investimento inicial representa o custo necessário para que se coloque em funcionamento a tecnologia ambiental desenvolvida pela Eucatex. Estão embutidos no investimento inicial os gastos com 01 aquecedor com fornalha metálica, pertences e acessórios para queima de biomassa, tubulação, materiais elétricos e isolamento térmico, projeto, fretes, transporte, obra civil, montagem eletromecânica, translado, hospedagem e alimentação da mão de obra.

O valor correspondente ao Investimento inicial para a ótica econômico-financeira foi de R$ 800.000,00, a preços de 2004. A vida útil estimada para o aquecedor é de 5 anos.

Considerando que Farra (2004) projetou os custos e receitas mensalmente, aqui adotar-se-á também este horizonte de tempo, e o mesmo período de capitalização, qual seja, mensal. O prazo de implantação do projeto é de 7 meses, com desembolso de 25,0% no período zero do fluxo de caixa e 12,5% em cada período do 1 ao 6, até implantação final do projeto, com entrada em operação no sétimo mês. (FARRA, 2004)

Quando é considerada a ótica do Socioambiental, o investimento inicial é o montante emprestado pela instituição financeira à Eucatex para a implementação do projeto, ocorrendo por inteiro no período zero do fluxo de caixa, e a partir deste momento os juros passam a ser contabilizados.

2.1.2 - Receita operacional

A receita operacional, pela ótica da empresa, é a entrada de capital viabilizada pela utilização da nova tecnologia. No estudo de caso de Farra (2004), este componente do fluxo de caixa representa a economia obtida pela não compra do óleo BPF, que a preços de 2004 é de R$ 209.160,00 mensais. No que tange a ótica do governo, a receita operacional é composta pelos pagamentos feitos pela Eucatex à instituição financeira responsável pelo empréstimo.

2.1.3 - Despesa operacional

Esta variável representa o gasto mensal envolvido na operação e manutenção do equipamento novo (o aquecedor que queima a biomassa). Este componente engloba o custo de manutenção do equipamento, R$ 666,67; o custo de quatro funcionários para a remoção dos resíduos dos pátios e destinação dos mesmos à queima, R$ 5.000,00; o custo de transporte dos resíduos até o local da queima no aquecedor, R$ 10.000,00; o gasto com a compra do cavaco, R$ 23.625,00; e o custo de oportunidade da não venda do pó para olarias, R$

1.980,00; o que resulta numa despesa operacional R$ 41.271,67, a preços de 2004. (FARRA, 2004)

2.1.4 - Custo evitado de aterro sanitário

Ao utilizar parte da casca, que é produzida internamente, como componente da biomassa para o novo aquecedor, a Eucatex deixa de demandar o serviço de destinação final deste resíduo em aterro sanitário. O valor monetário desta economia é resultado da quantidade mensal de casca requerida pelo novo aquecedor, obtida de Farra (2004), multiplicado pelo custo em que o estado incorre para manter rejeitos no aterro sanitário, obtido junto à Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE).

Este valor é computado nos fluxos de caixa, tanto pela ótica do governo, quanto da empresa. Com relação ao governo, o poder público tem a responsabilidade de prover aos agentes as condições necessárias para a correta disposição de rejeitos. Exemplo disso são a coleta de lixo, centros de reciclagem, estações de tratamento e aterros sanitários, dentre outros. Uma vez que o estado investe recursos financeiros neste tipo de serviço público, ele incorre no custo de oportunidade de outras demandas sociais, podendo assim este valor ser inserido no fluxo de caixa sob a ótica socioambiental.

Com relação à ótica privada, a empresa demandante desse serviço de coleta e manutenção dos rejeitos é vista como causadora do custo operacional que o estado incorre. Apesar desse valor não recair sobre o capital de giro da empresa, ele deve ser contabilizado sob a ótica econômico-financeira, pois a empresa deve assumir o custo de sua responsabilidade social.

2.1.5 - Receita de créditos de carbono

Quanto à receita pela venda dos créditos de carbono pela não queima do óleo BPF, esta é factível e pode ser mensurada, uma vez que a tecnologia limpa implantada no sistema produtivo é elegível como projeto de MDL. Ressalta-se, ainda, que a estimativa de

emissão de poluente encontrada para a queima do óleo BPF é de CO2 e que as emissões evitadas por projetos de MDL são contabilizadas como CO2eq, que considera outros GEE's emitidos além do CO2, o que leva a uma subestimativa desta variável. Ainda assim, os resultados são válidos, primeiro, porque representam a maior parcela dos gases emitidos na queima do BPF, segundo Costa (2004, p. 65, apud ARPEL). E também por que a Economia Ecológica reconhece que as interações ecossistêmicas são tão complexas que valores monetários estimados para bens e serviços ecossistêmicos tendem a resultar em valores inferiores ao real dano.

Outro aspecto importante é que o óleo utilizado pela Eucatex no processo é do tipo BPF 1A; contudo, não foi possível encontrar dados de emissões referentes à queima desta classificação em caldeiras. Para contornar o problema, foi utilizado como variável *proxy* o dado de emissão de CO2 do óleo tipo BPF 1B. O principal fator que diferencia os dois óleos é a quantidade de enxofre presente, sendo que o primeiro possui alto teor de enxofre, enquanto o BPF 1B, baixo teor de enxofre. Os dois são comumente utilizados como combustível em aquecedores e, por vezes, substituíveis um pelo outro.

A variável *proxy* de emissão de CO2 pela queima de BPF 1B obtida refere-se à emissão por volume de óleo queimado, enquanto a quantidade de óleo demandado pela antiga tecnologia foi calculada por Farra (2004) em peso (toneladas). Portanto, foi necessário encontrar o volume de óleo demandado pela antiga tecnologia. Para tanto, multiplicou-se a quantidade de óleo demandada pela antiga tecnologia por sua densidade, que é de 0,968 (FISPQ OC-1B, 2012, p. 6), para que se obtivesse o volume de óleo queimado. Uma vez obtido o volume mensal de óleo demandado, pôde-se calcular a quantidade de CO2 emitida pela queima de acordo com Costa (2004, apud ARPEL). Por fim, este valor foi multiplicado pelo preço médio do crédito de carbono no mercado internacional para o ano de 2011, alcançado-se assim o valor monetário adicionado ao fluxo de caixa.

O valor do crédito de carbono é considerado uma receita financeira e deve ser computado pelo fluxo de caixa da ótica da ótica econômico-financeira, ou ótica privada. Contudo, esta não é a melhor opção para o fluxo de caixa da ótica socioambiental, uma vez que seria improvável a aquisição de créditos de carbono pelo estado. Ou, ainda que o Estado o fizesse, isso representaria um custo de oportunidade (o investimento para posterior recebimento do crédito de carbono) para a sociedade, e que precisaria ser avaliado em termos de suas políticas. Portanto, outra variável foi calculada sobre o índice de emissão de CO2

pela queima do óleo para compor o fluxo pela ótica do estado, qual seja, Custo evitado de limpeza do ar.

2.1.6 - Custo evitado de limpeza do ar

Embora a variável crédito de carbono não proceda no fluxo de caixa pela ótica socioambiental, é reconhecido neste estudo que o dano causado tem um valor econômico, e pode ser representado pela variável custo de redução dos gases na atmosfera. É factível que esse dano ambiental evitado seja calculado com base neste dado, pois ele representa o custo médio que o governo incorre para restabelecer os parâmetros naturais de qualidade do ar após a poluição ter ocorrido.

Para se chegar ao valor deste custo evitado, utilizou-se a quantidade de CO2 emitido na queima do óleo e multiplicou-se pelo preço da redução de gases do efeito estufa na atmosfera, que segundo o *International Energy Association* (IEA, 1999, p. 9) foi de US$ 28,00 para o ano de 1999.

2.1.7 - Custo evitado por emissões veiculares

O cálculo do dano ambiental causado pela emissão de poluentes por veículos automotores é um componente econômico que não é contabilizado no caixa da empresa. Contudo, por estar envolvida, seja como demandante ou provedora do transporte de casca, pó, cavaco, e óleo BPF, a Eucatex S.A. é entendida como causadora indireta desta poluição e deve assumi-la como parte de sua responsabilidade social. Quanto ao fluxo de caixa para a ótica socioambiental, admite-se que o dano ambiental evitado por emissões veiculares é um ganho de bem-estar da sociedade, e é também contabilizado para esta ótica.

Para o cálculo do dano ambiental causado pela emissão de poluentes por veículos automotores, estabeleceu-se os seguintes pressupostos:

a) Para oferta e demanda dos insumos óleo BPF 1A, casca, cavaco, e pó, foi utilizado o site www.mfrural.com.br, acessado em dezembro de 2012, para busca dos fornecedores e compradores mais próximos à planta da Eucatex em Botucatu. Optou-se por não nomear as empresas encontradas a fim de preservar a privacidade das mesmas, uma vez que não são objeto da análise desta monografia. Assume-se ainda que os fornecedores e compradores encontrados são capazes de satisfazer toda oferta e demanda dos referidos insumos.
b) Pressupõe-se que a Eucatex possui mão de obra e capital necessários para o transporte da casca, pó, e cavaco. Por isso, o único custo financeiro inerente seria o preço do óleo diesel consumindo pelos caminhões e o custo de manutenção dos mesmos. Entretanto, este trabalho busca adicionar os componentes ambientais relativos exclusivamente a nova tecnologia ao fluxo de caixa e, por isso, estes valores não são contabilizados.
c) Segundo o Departamento de Reciclagem da empresa, são utilizados dois modelos de caminhões para o transporte de resíduos, são eles o VW 24250 *Constelation* e o VW 24320 *Constelation*, com capacidade de carga de 15.880 e 23.150 Kg, respectivamente (MORAES, 2012). Optou-se pela média simples entre a capacidade de carga dos dois veículos, 19.515 Kg, para realização do cálculo do número de cargas transportadas dos compostos da biomassa (casca, pó, e cavaco).
d) Foi considerado o uso de caminhão com capacidade de carga de 28.000Kg para o transporte do óleo, uma vez que o anunciante informou ser capaz de realizar entregas de até vinte e oito toneladas de óleo por vez.
e) As distâncias para o transporte das cargas foram encontradas por meio do site www.googlemaps.com.br, acessado em dezembro de 2012.

Para se chegar ao valor do custo evitado de dano ambiental por emissões veiculares, o primeiro passo foi determinar quais transportes de materiais se enquadram como demanda evitada e quais como nova demanda estabelecida. A utilização da tecnologia sustentável implica a não utilização de óleo BPF, logo, o transporte deste óleo não é mais demandado. Com relação ao insumo casca, que é gerado no processo produtivo da Eucatex, uma vez que este é usado para compor a biomassa, seu transporte para o aterro sanitário não é mais demandado. No que tange ao pó, que também é gerado no processo produtivo da empresa, este era vendido para olarias da região e agora também é parte da biomassa, e desta forma, seu transporte não é mais demandado. Já o cavaco é comprado de terceiros para

compor a biomassa, e então, a tecnologia sustentável implica uma nova demanda de transporte para este insumo.

O passo seguinte foi determinar as distâncias percorridas pelo transporte de cada material. Inicialmente, dividiu-se a quantidade mensal de cada material pela capacidade de carga do caminhão que o transporta. Em seguida, multiplicou-se o número de cargas mensais pela distância referente à ida e volta do transporte de cada material. Quanto ao óleo BPF, o caminhão percorre 376 Km para cada viagem completa; no caso da casca, 20Km; para o pó a distância é de 204 Km; e o cavaco, 50 Km.

Em seguida, estimou-se o combustível necessário para percorrer estas distâncias. Para tanto, utilizou-se a eficiência de rodagem de caminhões pesados, fornecida pelo 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, medida em Km por litro de diesel. Por fim, calculou-se a quantidade de CO2eq que seria emitida pela combustão do diesel de acordo com Soares et. al. (2009), medida em Kg de CO2eq por litro de combustível consumido. De posse da quantidade total de CO2eq que deixou de ser emitido mensalmente, pode-se proceder ao cálculo do dano ambiental evitado.

De acordo com Junior e Freire (2011, p. 10), o valor do dano ambiental causado ao ar pela emissão de CO2 por veículos automotores no Brasil, em 2009, foi da ordem de 4.096 bilhões de Reais. Neste mesmo ano, foram emitidos 94.58 milhões de toneladas de CO2 (JUNIOR, FREIRE; 2011, P. 9) por estes veículos. Pôde-se, então, calcular o dano ambiental de R$ 42.884,33 causado por cada tonelada de CO2 emitido por veículo automotor no Brasil, para aquele ano. Para se chegar ao valor adicionado ao fluxo de caixa, multiplicou-se o dano ambiental pela quantidade de CO2eq não emitida pelo transporte de materiais com a utilização da nova tecnologia.

2.1.8 - -Taxa mínima de atratividade

A taxa mínima de atratividade (TMA) faz parte de uma política a ser formulada pela administração da empresa, onde os aspectos que influenciam esta decisão são: disponibilidade e custos dos recursos, horizonte de planejamento do projeto (curto ou longo prazo), oportunidades estratégicas que o investimento pode oferecer e taxa de juros paga no

mercado por grandes bancos ou por títulos governamentais, para o montante de dinheiro envolvido (NOGUEIRA, apud FARRA 2004).

A TMA é tida como custo de oportunidade do capital da empresa, ou seja, é o mínimo de retorno esperado pela empresa ao investir em determinado projeto. Esta taxa deve ser aplicada como custo do capital investido pela firma nos fluxos de caixa pela ótica econômico-financeira. Quando se trata dos fluxos pela ótica socioambiental, a taxa de desconto a ser utilizada é a taxa de juros aplicada pela instituição financeira ao capital tomado emprestado, uma vez que este juro é a rentabilidade esperada pela instituição ao fornecer o empréstimo.

Para este estudo, a TMA adotada foi de 1% ao mês, diferentemente do valor adotado por Farra (2004) em seu estudo de caso. Isso porque a mesma representa um valor intermediário entre o rendimento de poupança e outras aplicações de renda fixa. Além disso, o estudo de Farra (2004) tem 2004 como seu ano base, e esta monografia o ano de 2012, tratando-se, então, de diferentes de conjunturas econômicas e que levam a diferentes rentabilidades esperadas do projeto.

2.1.9 - Cenários de financiamento

Para cada ótica de análise, considerou-se, ainda, a possibilidade de financiamento, tanto por banco privado, cuja taxa de juro é de mercado, quanto por banco social, que possui taxa de juro subsidiada. O banco social escolhido foi o BNDES, pois, dentre as opções pesquisadas, foi este o banco que possibilitou a menor taxa de juros, qual seja, 0,29% ao mês. Quanto ao financiamento à taxa de juros de mercado (banco privado), a taxa eleita foi de 0,64% ao mês, por ser a média simples entre a taxa de financiamento mais alta (1% a.m.) e a mais baixa (0,24% a.m.) encontrada para financiamentos para pessoa jurídica em pesquisa feita no Banco do Brasil. O sistema de pagamento utilizado foi a tabela *Price*, ou sistema francês, no qual, à medida que o pagamento dos juros diminui a amortização aumenta, sendo as parcelas de pagamento constantes.

Com relação ao cálculo das parcelas de pagamento, o montante emprestado foi capitalizado desde o primeiro período do empréstimo, à juros compostos. Em ambos os casos, o prazo de carência foi de 12 meses e o período de pagamento deu-se a partir do décimo

terceiro mês até o vigésimo quarto. A fórmula para o cálculo das prestações de pagamento está descrita a seguir:

$$pmt = \frac{PV\,i}{1 - \frac{1}{(1+i)^n}} \qquad (3)$$

Onde:

pmt : Valor da parcela

PV : Valor Presente

i : Taxa de juros

n : Número de períodos

2.1.10 - Atualização dos valores monetários para o ano de 2012

Para atualizar os valores monetários que estão em diferentes referências temporais, foi utilizado o acumulado anual do Índice Geral de Preços do Mercado (IGPM), cujos valores estão apresentados no Anexo A. Os componentes custo evitado de limpeza do ar, custo evitado por emissões veiculares, e receita de créditos de carbono referem-se a médias anuais, portanto foram inflacionados a partir do ano seguinte ao ano base de cada um. Já para os preços extraídos do estudo de Farra (2004), não existe referência ao mês em que foram estimados e também não podem ser entendidos como médias anuais, uma vez que o estudo foi publicado em agosto de 2004. Portanto, assumiu-se que são referentes ao início do ano, e foram inflacionados a partir do IGPM acumulado no ano base (2004). Com relação ao componente custos evitados de aterro sanitário, a ABRELPE forneceu o custo de disposição de material em aterro referente ao ano de 2012, não sendo, portanto, necessário atualizá-lo.

Com relação aos valores expressos em Dólares Americanos (US$), quais sejam, custo evitado de limpeza do ar e receita por créditos de carbono, estes foram primeiramente transformados em Reais da época. Para o cálculo do custo evitado de limpeza do ar, que

estava em Dólares de 1999, utilizou-se a média simples da taxa de câmbio diária no ano de 1999, valores estes descriminados no Anexo B - Cotação diária do dólar americano em 1999. Para o cálculo da receita por créditos de carbono, utilizou-se a média simples da taxa de câmbio diária no ano de 2011, para transformá-lo em Reais. Estes valores estão discriminados no ANEXO C - Cotação diária do dólar americano em 2011. Somente após este processo os valores foram atualizados pelo IGPM acumulado anual, tal qual descrito no parágrafo anterior.

Com relação ao resultado dos indicadores econômicos, foi necessário atualizar o VPL dos Fluxos de caixa de Farra (2004) para realizar a análise comparativa com os novos fluxos, pois tratam-se de valores absolutos medidos em Reais. Para tanto, utilizou-se o IGPM acumulado anual (Anexo A) desde 2004 até 2012. Com relação a TIR, não houve esta necessidade, uma vez que são valores relativos, expressos em porcentagem, e por si só possibilitam a análise comparativa.

2.2 - Cálculo dos indicadores de viabilidade

Uma Análise de Viabilidade (ou Estudo de Viabilidade) consiste num estudo técnico que procura determinar as possibilidades de sucesso econômico e financeiro de um determinado projeto, isto é, se o capital investido retorna ao investidor. Através deste estudo, são realizadas projeções dos benefícios e dos custos gerados pelo projeto e calculados diversos indicadores de viabilidade. Neste trabalho, dois indicadores de viabilidade foram escolhidos para se proceder à análise, são eles o Valor presente líquido e a Taxa interna de retorno. Foram então abstraídas conclusões a respeito das estimativas obtidas, relacionadas às externalidades e impactos da tecnologia adotada, correlacionando estes últimos a políticas institucionais privadas e também governamentais, como taxas e subsídios pigouvianos[9].

[9]"Valor designado para equalizar externalidades marginais de custo de produção de uma commodity. É adicionada ao preço que mensura apenas custos privados. Este preço mais o valor pigouviano medem o custo marginal social, internalizando assim as externalidades de custo originais. Se originalmente houver uma externalidade positiva, o valor pigouviano deve ser um subsídio pago ao produtor." (DALY; FARLEY, 2004, p.438, tradução nossa)

2.2.1 - Valor Presente Líquido

O VPL é uma técnica de análise de viabilidade econômica que analisa o incremento de riqueza decorrente da implantação do projeto. É calculado de acordo com o Fluxo direto liquido de cada período do fluxo de caixa, descontado a uma taxa de juros, seja ela a TMA ou a taxa de juros cobrada pelo banco financiador do projeto. Em base puramente teórica, VPL é a melhor abordagem para o orçamento de capital, pois este presume implicitamente que quaisquer fluxos de entrada de caixa gerados por um investimento são reinvestidos ao custo de capital da empresa (GITMAN, apud FARRA, 2004)

De acordo com Puccini (2007) este indicador é dado por:

$$VPL = \sum_{t=0}^{n} \frac{FDL_t}{(1+i)^t} \tag{4}$$

Onde:

FDL = fluxo de caixa líquido diferencial no período
i = taxa de desconto aplicada por período
n = número de períodos
t = t-ésimo período

O resultado do VPL deve ser maior do que zero para que o projeto seja viável economicamente. O VPL positivo indica aumento do valor de mercado da empresa, devendo, então, ser implantado o projeto. Um resultado negativo significa que o retorno do projeto é menor do que o retorno mínimo esperado pela empresa, devendo ser então descartado.

2.2.2 - Taxa Interna de Retorno

Quanto a TIR, esta é uma técnica que mede a taxa de desconto que torna nulo o valor presente dos desembolsos e recebimentos de um fluxo de caixa e, matematicamente, torna o VPL igual a zero (PUCCINI, 2007). Sua aplicação supõe que o reinvestimento do capital gerado pelo projeto ocorra à própria TIR encontrada, uma hipótese que raramente se verifica na prática, e que deve ser considerada na análise dos resultados. Este indicador é dado por:

$$VPL = \sum_{t=0}^{n} \frac{FDL_t}{(1+i)^t} = 0 \qquad (5)$$

Onde:

FDL = fluxo de caixa líquido diferencial no período
i = taxa de desconto aplicada por período
n = número de períodos
t = t-ésimo período

Para a decisão sobre o projeto, deve-se avaliar se a TIR é maior ou menor que a TMA ou taxa de juros aplicada pelo financiamento. Caso a TIR seja superior, deve optar pela aplicação do projeto, pois este é mais rentável que a atratividade mínima estipulada pela empresa. Caso a TIR seja inferior a TMA, deve-se optar por não implantar o projeto.

CAPÍTULO III - VALORAÇÃO ECONÔMICO-AMBIENTAL DA TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL DE GERAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA DA EMPRESA EUCATEX S.A. – UM ESTUDO DE CASO

3.1 - Considerações sobre a trajetória e filosofia da empresa em relação a sua responsabilidade social

A Eucatex S.A. foi fundada no ano de 1951, na cidade de São Paulo, e atuava inicialmente voltada à produção e comercialização de forros e isolantes a partir de fibras de madeira de eucalipto. Ainda nos primeiros anos de existência implantou escritórios em Belo Horizonte, São Paulo e Buenos Aires, e passou a exportar sua produção.

Nos anos oitenta, incluiu no seu portfólio de produtos as tintas para pintura dos forros e isolantes fabricados e, mais tarde, implantou uma linha de produção especializada em tintas para parede e vernizes. Ainda nos anos oitenta inaugurou escritórios na Holanda, Estados Unidos e México, demonstrando assim um sólido crescimento em mercados internacionais.

A expansão do comércio internacional da empresa demandou que ela se enquadrasse em padrões de qualidade internacionais, para que mantivesse seus produtos competitivos frente aos produtos estrangeiros. Este foi um motivo para que a empresa passasse a investir não apenas na expansão e diversificação dos negócios, mas, também, em iniciativas que rendessem o reconhecimento dos padrões aplicados aos produtos da Eucatex, tal qual o plantio das próprias florestas e a correta disposição dos rejeitos de produção.

Em 1996, tornou-se a primeira empresa do setor madeireiro a receber a certificação ISO 9001, que estabelece princípios para satisfazer às necessidades dos seus clientes, através da constante melhoria dos seus produtos e serviços, basicamente no quesito qualidade. No entanto, preocupada com as questões ambientais, tanto do ponto de vista de poluição, quanto de imagem e mercado da empresa, a Eucatex obteve também o certificado

ISO 14001, que atesta sobre a correta disposição de rejeitos do processo produtivo, e reconhece que a empresa cumpre padrões internacionais para promover a proteção ambiental. Possui ainda o certificado de Manejo Florestal, que dá a garantia de que os produtos são provenientes de florestas plantadas pela própria empresa e que respeitam o meio ambiente e as populações ao seu redor. Outro certificado é o de Cadeia de Custódia, que permite a rastreabilidade de produtos de origem florestal, desde a floresta até o consumidor final.

Estes certificados corroboram a maneira consciente com a qual a empresa aborda a questão ambiental, e contribui para que a mesma tenha ganhos qualitativos em ao menos dois segmentos: dos consumidores e dos investidores. Uma vez que os consumidores são cada vez mais influenciados pelo instrumento de política ambiental de comunicação, tornam-se mais exigentes e conscientes da importância de desfrutar de bens e serviços que agridam cada vez menos os ecossistemas. Por outro lado, sendo uma empresa de capital aberto, é fundamental que demonstre sempre à sociedade sua responsabilidade social. Isto por que o investidor preocupa-se mais com as políticas institucionais e resultados financeiros do que com as oscilações de preço das ações e análises gráficas, que são o objetivo de análise dos chamados *traders*. Outro aspecto importante desta política da empresa com o meio ambiente é que, no caso de venda ou fusão da empresa, esta não terá passivo ambiental, facilitando a transação.

Desta forma, a ótica de análise desta monografia também propicia o conhecimento e mensuração dos ganhos qualitativos implícitos na adoção da nova tecnologia. Estes ganhos são reais uma vez que a inovação contínua em processos sustentáveis é um fator aplicável à manutenção do certificado ISO 9001 e 14001, além de promover a responsabilidade social da empresa e sua boa relação com investidores e consumidores.

E foi neste contexto que a empresa desenvolveu e implementou a tecnologia sustentável de geração de energia térmica consumida pela mesma, em sua operação, e descrita no Referencial teórico, item 1.3.2.

3.2 – Composição do fluxo de caixa para o cálculo dos indicadores econômicos da tecnologia implantada pela Eucatex, a partir da abordagem de Farra (2004)

Farra (2004), em sua dissertação de mestrado, procedeu à análise de viabilidade econômica do projeto de substituição da tecnologia de geração de energia térmica poluente pela tecnologia limpa, que gera energia a partir dos resíduos do processo produtivo da Eucatex. Vale destacar que, tanto a autora supracitada, quanto a presente monografia, avaliam os custos e benefícios, calculando tais componentes somente para os coeficientes técnicos e ambientais da nova tecnologia de geração de energia limpa desenvolvida pela empresa. Isto é, todos os custos de receitas do processo de produção das chapas de eucalipto e demais produtos não estão em avaliação. Parte-se do principio de que tal viabilidade já fora testada na decisão de criação da empresa, e é reavaliada rotineiramente pelo setor administrativo-financeiro da mesma.

Sendo assim, nesta monografia, a exemplo de outros tantos estudos nesta área do conhecimento, trata tão somente de identificar e monetizar os custos e benefícios da substituição dos insumos para gerar a energia, os custos evitados com sua adoção, em termos de redução de poluição, despejo de rejeitos, etc.

Embora Farra (2004) tenha avaliado as duas alternativas tecnológicas desenvolvidas pela empresa, a que resultou mais viável é a número 2, que usa para queima os insumos na seguinte proporção: 30% da energia fornecida pela casca, 40% pelo pó, e 30% pelo cavaco. Por isso, apenas esta alternativa é considerada para a base de cálculos dos novos indicadores econômicos do presente trabalho. Vale lembrar também que embora a autora tenha considerado sua análise sob a ótica chamada por ela de econômica, o que se vê é a mensuração de custos e receitas puramente operacionais, numa abordagem financeira. Porém, o objetivo do presente estudo é ampliar este escopo de análise, como descrito no item Material e Métodos, incorporando nos fluxos de caixa, agora tanto pela ótica da empresa, quanto do governo, componentes ambientais.

Sendo assim, para se calcular os indicadores econômicos propostos neste estudo, partiu-se dos dados financeiros apresentados em Farra (2004), quais sejam:

a) investimento inicial de R$ 800.000,00, sendo 25% investidos no período zero (ou mês zero) do fluxo de caixa e o restante dividido em parcelas iguais subsequentes do 1º ao 6º período.
b) despesa operacional mensal no valor de R$ 41.271,67;
c) receita operacional mensal no valor de R$ 209.160,00;
d) horizonte de planejamento de 60 meses, período este de vida útil do equipamento que gera a energia; sendo que no sétimo mês o investimento inicial já é inexistente, demonstrando que a tecnologia foi implantada por completo. A partir de então o fluxo segue constante até o sexagésimo mês de funcionamento.

A autora fornece apenas a referência anual (2004) para os valores descritos acima. Assumiu-se então que são referentes a janeiro de 2004 e foram atualizados pelo IGPM acumulado anual desde 2004 até 2012, tal qual descrito no item 2.1.10 do Capítulo Materiais e Métodos. Os valores atualizados são os seguintes:

a) investimento inicial de R$ 1.386.373,11;
b) despesa operacional de R$ 71.522,42;
c) receita operacional de R$ 362.467,25.
d) Com relação aos períodos do fluxo de caixa de Farra (2004), uma ressalva deve ser feita. "O regime de trabalho do aquecedor nesta alternativa de uso [alternativa de uso 2] também é de 24 horas por dia, 25 dias por mês, 10 meses por ano" (FARRA, 2004, p 29). Ou seja, o mês contábil foi estipulado em 25 dias e, além disso, segundo a autora, durante dois meses por ano o aquecedor da nova tecnologia fica parado para manutenção. Sendo assim, era de se esperar que fossem contabilizados, a cada 10 meses, durante dois meses, os custos originais da tecnologia antiga, que usava óleo BPF na geração de energia térmica. Um exame detido do fluxo analítico da autora mostra que isso não ocorreu, causando um viés de cálculo em suas estimativas dos indicadores econômicos (VPL, TIR, RBC, *Payback* Simples e Econômico).

Pressupõe-se, então, que a empresa é capaz de continuar gerando energia térmica mesmo com a alternativa de uso 2 em pausa, pois a implantação da tecnologia ambiental não implica a desativação total da tecnologia poluente. Sendo assim, para a elaboração dos novos fluxos de caixa, durante os dois meses por ano de não funcionamento da tecnologia sustentável, a receita operacional da não compra do óleo BPF (R$ 362.467,25, a preços de

2012) foi computada como custo operacional, uma vez que a compra do óleo BPF volta a ser demandada nesse período.

Com respeito à despesa operacional nestes dois meses por ano, esta limita-se ao valor do custo de manutenção da tecnologia e da mão de obra contratada para remoção dos resíduos dos pátios destinados à queima. Não há necessidade de aquisição de cavaco para compor a biomassa da queima e nem o custo de oportunidade da não venda do pó, que até a implantação da tecnologia sustentável era vendido para ser queimado em olarias, e deixou de sê-lo por passar a fazer parte da mistura de insumos para a composição da biomassa. Também não existe demanda pelo transporte dos pátios até o aquecedor; logo, não é computado o valor pago à empresa terceirizada que presta este serviço. Então, no período de manutenção da nova tecnologia, os componentes compra do cavaco, custo operacional do pó, e transporte dos resíduos para a queima deixam de ser computados negativamente.

Desta forma, nestes dois meses, a despesa operacional foi de R$ 666,67 (manutenção) mais R$ 5.000,00 (mão de obra), resultando em R$ 5.666,67, a preços de 2004, que atualizado pelo IGPM (Anexo A), ficou em R$ 9.820,15. Estes foram os ajustes feitos nos valores de Farra (2004), que juntamente com as novas variáveis definidas na metodologia, representantes dos custos ambientais evitados com a tecnologia sustentável, compõem os novos fluxos de caixa.

3.3 – Análise econômico-ambiental da tecnologia limpa de geração de energia térmica pela Eucatex SA

3.3.1 - Composição do fluxo de caixa sob a ótica econômico-financeira (ótica da empresa)

Para se proceder ao cálculo dos indicadores de viabilidade da nova tecnologia, numa abordagem econômico-financeira, adicionou-se ao fluxo original de Farra (2004) as seguintes variáveis: i. custo evitado de despejo de resíduos em aterro sanitário; ii. receita de créditos de carbono com a redução de emissão de CO2 na nova tecnologia; e iii. custo evitado do dano ambiental por emissões veiculares, descritas na metodologia.

Para se estimar a primeira variável, no que tange ao transporte da casca para o aterro assume-se que a Eucatex possui mão de obra e caminhões disponíveis para realização da tarefa, como descrito no item 2.1.7. Desta forma, não são incluídos estes gastos na análise da viabilidade da nova tecnologia em questão.

A Eucatex produzia maior quantidade de casca que o necessário para a mistura de biomassa utilizada pela alternativa de uso 2. Sendo assim, foi computado como custo evitado de disposição em aterro sanitário a quantidade referente à demanda mensal por casca que a tecnologia sustentável necessita, 635.292 Kg. De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (FERREIRA, 2012), de modo geral, pode ser adotado o custo para disposição em aterro de R$90,00 (preços de 2012) por tonelada de rejeitos. procedendo-se ao cálculo, o custo evitado mensal de disposição da casca em aterro sanitário foi de R$ 57.176,28. Para os meses em que a tecnologia ambiental não é utilizada, este custo evitado é contabilizado como custo econômico, pois a empresa volta a demandar a disposição da casca no aterro sanitário.

Para se calcular a segunda variável, encontrou-se, primeiramente, o volume de óleo que era demandado pelo antigo aquecedor. A densidade do óleo BPF 1B é de 0,968Kg/litro (FISPQ OC-1B, 2012, p. 6). Sabe-se também que o consumo mensal de óleo pela tecnologia suja era de 252 toneladas por mês (FARRA 2004, p. 40). De posse destes dados, calculou-se que a antiga tecnologia consumia 243.936,00 metros cúbicos do óleo por mês. De acordo com ARPEL (apud. COSTA, 2004), a combustão de óleo BPF 1B em aquecedores emite 3.240Kg de CO_2 por metro cúbico de combustível queimado. Portanto, com a utilização da tecnologia limpa, 790.352,64 Kg de CO_2 por mês deixaram de ser lançados ao ar.

Uma vez que o valor médio do crédito de carbono do mercado informal para a América do sul foi US$ 11,00 por tonelada, em 2011 (ECOSYSTEM MARKETPLACE, BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE, 2012, P. 52), a receita mensal advinda da venda dos créditos corresponde a US$ 8.693,88 por tonelada de dióxido de carbono não emitido, a preços de 2011. Este valor foi convertido para Reais, pela média simples da taxa de câmbio diária do ano de 2011 (Anexo B), e então atualizado para 2012 pelo IGPM acumulado no ano (Anexo A), conforme discutido no item 2.1.10, resultando em R$ 15.696,41.

Durante os dois meses por ano em que a tecnologia sustentável não funciona, o CO_2 emitido pelo uso da tecnologia suja causa dano ao meio ambiente, e poderia ser

computado negativamente. Contudo, o crédito de carbono é um componente financeiro, e não econômico, do fluxo de caixa. A emissão deste gás, *a priori*, não gera gasto financeiro que não sejam eventuais multas ou sansões e, por isso, deve ser computado como zero durante estes dois meses de tecnologia limpa parada.

O cálculo do terceiro componente ambiental do fluxo de caixa, custo evitado de emissões veiculares, iniciou-se pela mensuração do trajeto envolvido no transporte de cada um dos materiais. O primeiro cálculo diz respeito ao transporte do óleo BPF do local de venda até a planta da Eucatex em Botucatu. Este transporte deixou de ser demandado; portanto, é um impacto ambiental que deixa de incorrer, e é entendido como custo evitado. O local mais próximo de venda de óleo BPF 1A encontrado foi na cidade de Sumaré (SP), a aproximadamente 376 Km de distância da planta da Eucatex, ida e volta. O número mensal de cargas deixadas de serem demandadas é de nove, o que leva a um percurso não rodado de 3.384Km mensais.

O transporte do resíduo casca produzido internamente, da planta da Eucatex até o aterro sanitário, é considerado um custo evitado, uma vez que 635.292 Kg não precisam mais ser transportados mensalmente, não emitindo, portanto, gases poluentes. A distância entre a Eucatex e o aterro, ida e volta, é de, aproximadamente, 20Km, e são necessárias 33,85 cargas mensais ao aterro. Desta forma, um percurso total de aproximadamente 677 Km por mês deixou de ser percorrido.

Quanto ao pó, foi considerada sua venda para uma olaria em Tatuí (SP), a 102 Km da Eucatex, 204 Km ida e volta. Parte do pó gerado pelo processo produtivo da empresa ainda é vendido, mas 330.000,00 Kg mensais são usadas pela alternativa tecnológica 2. Desta forma, 16,91 cargas mensais de pó para a olaria deixaram de ser demandadas, sendo que a distância total de 3.449 Km deixou de ser percorrida.

O cavaco de costaneira passou a ser demandado pela nova fornalha como insumo na quantidade de 378.000,00 Kg por mês, requerendo um total de 19,36 cargas mensais. O fornecedor mais próximo encontrado foi localizado na própria cidade de Botucatu, que está situada a 25 Km da planta de Eucatex, sendo assim um percurso de 50 Km ida e volta. Desta forma, cerda de 968 Km passaram a ser rodados para o transporte do cavaco desde Botucatu até a fábrica.

Somando-se a distância não percorrida pelo transporte do óleo BPF 1A, pelo transporte da casca ao aterro, e pelo transporte do pó para a venda à olaria, e subtraindo-se a nova demanda pelo transporte do cavaco para a composição da biomassa, o total de 6542 Km mensais deixou de ser rodado por veículos pesados com a utilização da nova tecnologia, reduzindo a emissão de gases na atmosfera, e evitando gastos com limpeza do ar, gastos com saúde, e o próprio dano ambiental.

Buscando a relação quilômetro rodado e consumo de óleo diesel para os tipos de caminhão definidos nos pressupostos da metodologia (item 3.1.7) o 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários mostra que a eficiência de rodagem destes caminhões com relação ao consumo de óleo diesel é de 3,17 Km por litro do combustível. Isto leva ao total de 2.603,81 litros de combustível não queimados mensalmente. Considerando que cada litro de óleo diesel emite 4,01Kg de CO2eq desde a sua produção até a queima em veículo automotor (SOARES et. al., 2009, p.7), a quantidade total da emissão evitada de CO2eq pelo transporte dos insumos é de 8,27 toneladas por mês.

Após a obtenção dos coeficientes acima, foi possível estimar a quantidade de CO2 que deixou de ser emitida. O dano ambiental de R$ 42.884,33 (preços de 2009) causado por cada tonelada de CO2 emitido por veículo automotor foi multiplicado por 8,27 toneladas de CO2eq que não são mais emitidas nos transportes relacionados a nova tecnologia. Tem-se o valor de R$ 354.906,50 mensais (preços de 2009) como o dano ambiental evitado pela emissão de CO2eq por veículos automotores com a utilização da tecnologia sustentável. Este valor foi atualizado pelo IGPM utilizado em cálculos anteriores, resultando em R$ 447.666,78.

Já que durante os dois meses por ano em que a tecnologia poluente é demandada todo o processo de fornecimento ou demanda de insumos ou rejeitos descrito acima tem sua contagem invertida, o fluxo de caixa passou a tratar este componente como um custo, e não mais custo evitado. Assim sendo, o valor de R$447.666,68 foi computado negativamente nestes dois períodos anuais.

De posse dos valores dos dados que compõem o fluxo de caixa para a ótica econômico-financeira sem financiamento, foi possível calcular os indicadores econômicos de viabilidade da nova tecnologia, descritos na metodologia, tomando-se como taxa mínima de atratividade o valor de 1% ao mês. O Quadro 7 a seguir mostra os valores no fluxo de caixa analítico.

Quadro 7. Fluxo de caixa para a ótica econômico-financeira sem financiamento.

Período (mês)	Investimento Inicial (R$)	Despesa Operacional (R$)	Receita Operacional (R$)	Custo Evitado de Aterro Sanitário (R$)	Receita de Créditos de Carbono (R$)	Custo Evitado por emissões veiculares (R$)	Fluxo Direto Líquido (R$)
0	-346.593,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-346.593,28
1	-173.296,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-173.296,64
2	-173.296,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-173.296,64
3	-173.296,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-173.296,64
4	-173.296,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-173.296,64
5	-173.296,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-173.296,64
6	-173.296,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-173.296,64
7	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
8	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
9	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
10	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
11	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
12	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
13	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
14	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
15	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
16	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
17	0,00	-9.820,15	-362.467,25	-57.176,28	0,00	-447.666,78	-877.130,46
18	0,00	-9.820,15	-362.467,25	-57.176,28	0,00	-447.666,78	-877.130,46
:	:	:	:	:	:	:	:
60	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30

Fonte: Elaborado pelo autor.

Porém, admitindo-se a possibilidade de financiar parte do investimento inicial por meio de órgão de fomento estatal, foram pesquisadas diversas fontes que financiam projetos de MDL ou de iniciativa sustentável. A opção mais viável para realizar este financiamento foi o programa do BNDES PSI Inovação, cuja finalidade é

> apoiar o aumento da competitividade por meio de investimentos em inovação compreendidos na estratégia de negócios da empresa, contemplando ações contínuas ou estruturadas para inovações em produtos, processos e/ou marketing, além do aprimoramento das competências e do conhecimento técnico no país. (BNDES [a], p. 1)

Este programa de fomento permite financiar até 90% do capital que será investido pela empresa, com prazo máximo de 10 anos para pagamento e carência de até 4 anos. A taxa de juros aplicada é de 3,5% a.a. (0,29% a.m.) e não é especificado no documento de Informações básicas sobre o apoio financeiro (BNDES [a]) o método de pagamento.

Optou-se por considerar um financiamento de 50% do investimento inicial, R$ 693.186,55, com capitalização desde o primeiro período do empréstimo. A carência é de 12 meses e prazo de pagamento de 24 meses, tal qual realizado por Farra (2004). Neste cenário, o investimento inicial é de 25% no período zero, e o restante em parcelas iguais nos períodos subsequentes 1 a 6. O sistema de pagamentos escolhido foi a tabela *Price*, ou sistema Francês, usado em boa parte das transações bancárias. O cálculo das prestações de pagamento foi realizado pela equação 3 e o resultado do valor da prestação foi de R$ 60.941,53. Os dados referentes aos juros, amortizações e saldo devedor relacionados a este empréstimo estão detalhados no Apêndice A. De posse destes dados, o fluxo de caixa analítico foi determinado de acordo com o Quadro 8.

Quadro 8. Fluxo de caixa para a ótica econômico-financeira com financiamento pelo BNDES.

Período (mês)	Investimento Inicial (R$)	Pagamento (R$)	Despesa Operacional (R$)	Receita Operacional (R$)	Custo Evitado de Aterro Sanitário (R$)	Receita de Créditos de Carbono (R$)	Custo Evitado por emissões veiculares (R$)	Fluxo Direto Líquido (R$)
0	-173.296,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-173.296,64
1	-86.648,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-86.648,32
2	-86.648,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-86.648,32
3	-86.648,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-86.648,32
4	-86.648,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-86.648,32
5	-86.648,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-86.648,32
6	-86.648,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-86.648,32
7	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
8	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
9	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
10	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
11	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
12	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
13	0,00	-60.941,53	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	750.542,77
14	0,00	-60.941,53	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	750.542,77
15	0,00	-60.941,53	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	750.542,77
16	0,00	-60.941,53	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	750.542,77
17	0,00	-60.941,53	-9.820,15	-362.467,25	-57.176,28	0,00	-447.666,78	-938.071,99
18	0,00	-60.941,53	-9.820,15	-362.467,25	-57.176,28	0,00	-447.666,78	-938.071,99
19	0,00	-60.941,53	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	750.542,77
20	0,00	-60.941,53	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	750.542,77
21	0,00	-60.941,53	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	750.542,77
22	0,00	-60.941,53	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	750.542,77
23	0,00	-60.941,53	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	750.542,77
24	0,00	-60.941,53	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	750.542,77
25	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
26	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
27	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
28	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
29	0,00	0,00	-9.820,15	-362.467,25	-57.176,28	0,00	-447.666,78	-877.130,46
30	0,00	0,00	-9.820,15	-362.467,25	-57.176,28	0,00	-447.666,78	-877.130,46
:	:	:	:	:	:	:	:	:
60	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ressalta-se que o BNDES possui um programa destinado a projetos de iniciativa sustentável, o BNDES Finame PSI Bens de Capital - Eficiência Energética, mas este não pôde ser considerado para o estudo. Seu objetivo é "apoiar a aquisição de máquinas e equipamentos nacionais novos, exceto ônibus e caminhões, que tenham maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para a redução de emissões de gases de efeito estufa" (BNDES [b], p. 1). No estudo de caso analisado, o aquecedor adquirido pela Eucatex foi fabricado no ano de 1985, e apesar de contribuir para a redução dos níveis de emissões de GEE's, como requisita o programa, ela não se enquadra nos padrões financiáveis por não ser um equipamento novo.

Por fim, considerou-se também o cenário de financiamento com taxa de juros de mercado, considerada 0,64% ao mês. Nesta alternativa também foi financiado 50% do investimento inicial, R$ 693.186,55, com período de capitalização, carência e prazo de pagamento idênticos ao financiamento anterior. O investimento inicial é da ordem de 25% no período zero e o restante em parcelas iguais nos períodos subsequentes 1 a 6. O sistema de pagamentos escolhido foi a tabela *Price*. O cálculo das prestações de pagamento foi realizado pela equação 3 e o resultado do valor da prestação foi de R$ 64.986,06. Os dados referentes aos juros, amortizações e saldo devedor relacionados a este empréstimo estão detalhados no Apêndice B. Desta forma, a composição do fluxo de caixa é tal como se apresenta no Quadro 9.

Quadro 9. Fluxo de caixa para a ótica econômico-financeira com financiamento à taxa de mercado

Período (mês)	Investimento Inicial (R$)	Pagamento (R$)	Despesa Operacional (R$)	Receita Operacional (R$)	Custo Evitado de Aterro Sanitário (R$)	Receita de Créditos de Carbono (R$)	Custo Evitado por emissões veiculares (R$)	Fluxo Direto Líquido (R$)
0	-173.296,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-173.296,64
1	-86.648,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-86.648,32
2	-86.648,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-86.648,32
3	-86.648,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-86.648,32
4	-86.648,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-86.648,32
5	-86.648,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-86.648,32
6	-86.648,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-86.648,32
7	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
8	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
9	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
10	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
11	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
12	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
13	0,00	-64.986,06	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	746.498,24
14	0,00	-64.986,06	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	746.498,24
15	0,00	-64.986,06	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	746.498,24
16	0,00	-64.986,06	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	746.498,24
17	0,00	-64.986,06	-9.820,15	-362.467,25	-57.176,28	0,00	-447.666,78	-942.116,51
18	0,00	-64.986,06	-9.820,15	-362.467,25	-57.176,28	0,00	-447.666,78	-942.116,51
19	0,00	-64.986,06	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	746.498,24
20	0,00	-64.986,06	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	746.498,24
21	0,00	-64.986,06	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	746.498,24
22	0,00	-64.986,06	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	746.498,24
23	0,00	-64.986,06	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	746.498,24
24	0,00	-64.986,06	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	746.498,24
25	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
26	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
27	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
28	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30
29	0,00	0,00	-9.820,15	-362.467,25	-57.176,28	0,00	-447.666,78	-877.130,46
30	0,00	0,00	-9.820,15	-362.467,25	-57.176,28	0,00	-447.666,78	-877.130,46
:	:	:	:	:	:	:	:	:
60	0,00	0,00	-71.522,42	362.467,25	57.176,28	15.696,41	447.666,78	811.484,30

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3.2 - Composição do fluxo de caixa sob a ótica socioambiental

A ótica socioambiental pode ser também entendida como governamental, pois o Estado é o principal gestor de bem-estar para a sociedade. Sob esta perspectiva, admite-se que o empréstimo realizado pelo BNDES é o desembolso inicial, e o pagamento realizado pela empresa é a receita operacional. Os outros componentes que calibram o fluxo de caixa são: i. o custo evitado de aterro sanitário; ii. o custo evitado de redução dos GEE's, e iii. o custo evitado de dano ambiental causado por veículos automotores.

Vale salientar que o retorno deste investimento não se limita apenas aos itens que compõem o fluxo de caixa, mas também ao aumento do bem-estar advindo do meio ambiente, uma vez que a redução de emissão de poluentes é fundamental para a manutenção dos diversos bens e serviços ecossistêmicos prestados pelo ar. A regulação climática, o bloqueio de raios ultravioleta e a redução dos níveis de internações hospitalares causadas por doenças respiratórias são alguns deles.

Para o cálculo da primeira variável, custo evitado de manutenção do aterro sanitário, considera-se, tal como foi tratado anteriormente, que o mesmo recai sobre o Estado, sendo neste caso não apenas uma variável econômica, mas também contábil. Uma vez que o despejo de 635.292 Kg mensais de rejeito no aterro não é mais demandado, o custo evitado da manutenção desta quantidade de rejeito é entendido como um ganho sob a ótica socioambiental.

Quanto a segunda variável, o custo médio mundial de redução de GEE's é de US$ 28,00 por tonelada de GEE removido, a preços de 1999, segundo o *International Energy Association* (IEA, 1999, p. 9). A partir deste dado, o custo evitado com a redução de GEE's para a queima do óleo BPF 1A foi de US$ 22.129,87, a preços de 1999. Este valor foi transformado para Reais de 1999 pela média simples entre as cotações diárias do Dólar Americano para o ano de 1999 (Anexo C), e inflacionado pelo IGPM acumulado anual nos anos de 2000 a 2012 (Anexo A), conforme discutido no item 2.1.10, resultando no valor atualizado de R$ 115.158,28.

Quanto ao custo evitado de dano ambiental causado ao ar por veículos automotores, este também é entendido como um ganho de bem-estar e é contabilizado no

fluxo de caixa da ótica socioambiental. Sua monetização procede da mesma forma que nos fluxos de caixa anteriores.

O montante emprestado pela instituição financeira é entendido como investimento inicial, e seu valor é referente aos 50% do custo de implantação do projeto, ou seja, R$ 693.186,55, a preços de 2012.

O cálculo das prestações de pagamento, aqui entendido como receita operacional, foi realizado conforme a fórmula descrita no item 2.1.9 do Capitulo Materiais e Métodos. Este cálculo é idêntico ao calculo realizado para o fluxo de caixa para a ótica da empresa com financiamento do BNDES, pois, na realidade, este valor é o mesmo em ambos os fluxos de caixa, o que muda é apenas a ótica pela qual se observa.

A partir destes dados, foi elaborado o fluxo de caixa para a ótica socioambiental com financiamento do BNDES, que é mostrado no Quadro 10.

Quadro 10. Fluxo de caixa para a ótica socioambiental com financiamento pelo BNDES.

Período (mês)	Investimento Inicial (R$)	Receita Operacional (R$)	Custo Evitado de Aterro Sanitário (R$)	Custo Evitado de Limpeza do Ar (R$)	Custo Evitado por emissões veiculares (R$)	Fluxo Direto Líquido (R$)
0	-693.186,55	0,00	0,00	0,00	0,00	-693.186,55
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
8	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
9	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
10	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
11	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
12	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
13	0,00	63.543,24	57.176,28	115.158,28	447.666,78	683.544,57
14	0,00	63.543,24	57.176,28	115.158,28	447.666,78	683.544,57
15	0,00	63.543,24	57.176,28	115.158,28	447.666,78	683.544,57
16	0,00	63.543,24	57.176,28	115.158,28	447.666,78	683.544,57
17	0,00	63.543,24	-57.176,28	-115.158,28	-447.666,78	-556.458,10
18	0,00	63.543,24	-57.176,28	-115.158,28	-447.666,78	-556.458,10
19	0,00	63.543,24	57.176,28	115.158,28	447.666,78	683.544,57
20	0,00	63.543,24	57.176,28	115.158,28	447.666,78	683.544,57
21	0,00	63.543,24	57.176,28	115.158,28	447.666,78	683.544,57
22	0,00	63.543,24	57.176,28	115.158,28	447.666,78	683.544,57
23	0,00	63.543,24	57.176,28	115.158,28	447.666,78	683.544,57
24	0,00	63.543,24	57.176,28	115.158,28	447.666,78	683.544,57
25	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
26	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
27	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
28	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
29	0,00	0,00	-57.176,28	-115.158,28	-447.666,78	-620.001,34
30	0,00	0,00	-57.176,28	-115.158,28	-447.666,78	-620.001,34
:	:	:	:	:	:	:
60	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34

Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi ainda estabelecido o fluxo de caixa para a ótica socioambiental com financiamento a taxa de juros de mercado, conforme o Quadro 11, tendo sido usado o mesmo método para cálculo das parcelas de juros e amortização, computadas aqui como uma receita para o órgão financiador, vinculado ao Governo.

Quadro 11. Fluxo de caixa para a ótica socioambiental com financiamento à taxa de mercado.

Período (mês)	Investimento Inicial (R$)	Receita Operacional (R$)	Custo Evitado de Aterro Sanitário (R$)	Custo Evitado de Limpeza do Ar (R$)	Custo Evitado por emissões veiculares (R$)	Fluxo Direto Líquido (R$)
0	-693.186,55	0,00	0,00	0,00	0,00	-693.186,55
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
8	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
9	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
10	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
11	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
12	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
13	0,00	64.986,06	57.176,28	115.158,28	447.666,78	684.987,39
14	0,00	64.986,06	57.176,28	115.158,28	447.666,78	684.987,39
15	0,00	64.986,06	57.176,28	115.158,28	447.666,78	684.987,39
16	0,00	64.986,06	57.176,28	115.158,28	447.666,78	684.987,39
17	0,00	64.986,06	-57.176,28	-115.158,28	-447.666,78	-555.015,28
18	0,00	64.986,06	-57.176,28	-115.158,28	-447.666,78	-555.015,28
19	0,00	64.986,06	57.176,28	115.158,28	447.666,78	684.987,39
20	0,00	64.986,06	57.176,28	115.158,28	447.666,78	684.987,39
21	0,00	64.986,06	57.176,28	115.158,28	447.666,78	684.987,39
22	0,00	64.986,06	57.176,28	115.158,28	447.666,78	684.987,39
23	0,00	64.986,06	57.176,28	115.158,28	447.666,78	684.987,39
24	0,00	64.986,06	57.176,28	115.158,28	447.666,78	684.987,39
25	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
26	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
27	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
28	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34
29	0,00	0,00	-57.176,28	-115.158,28	-447.666,78	-620.001,34
30	0,00	0,00	-57.176,28	-115.158,28	-447.666,78	-620.001,34
:	:	:	:	:	:	:
60	0,00	0,00	57.176,28	115.158,28	447.666,78	620.001,34

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4 - Análise de viabilidade econômica: cálculo dos indicadores, resultados e discussão

Para proceder ao cálculo dos indicadores de viabilidade, no caso dos fluxos pela ótica econômico-financeira, utilizou-se a TMA de 1% ao mês. No caso da ótica Socioambiental com financiamento do BNDES, esta taxa foi igual à taxa de juros do empréstimo, 0,29% ao mês, enquanto para o financiamento à taxa de mercado a TMA foi de 0,64% ao mês.

Quanto aos indicadores calculados previamente por Farra (2004), estes foram atualizados na presente monografia pelo IGPM, a fim de que se possa comparar todos os resultados a preços de 2012. Os indicadores de viabilidade econômica, calculados pelas equações 4 e 5, são apresentados no Quadro 12

Quadro 12. Resultado dos indicadores de viabilidade econômica da tecnologia ambiental adotada pela Eucatex S.A., a preços de 2012.

		Indicadores econômicos	
Fluxo de caixa	TMA (ao mês)	VPL	TIR
Sem financiamento - Farra (2004)	2%	R$ 7.166.490,56	12,79%
Com financiamento - Farra (2004)	2%	R$ 11.124.950,11	19,57%
Ótica econômico-financeira sem financiamento (2012)	1%	R$ 20.646.288,19	23,58%
Ótica econômico-financeira com financiamento pelo BNDES (2012)	1%	R$ 20.712.389,23	34,09%
Ótica econômico-financeira com financiamento à taxa de mercado (2012)	1%	R$ 20.672.391,22	34,07%
Ótica socioambiental com financiamento pelo BNDES (2012)	0,29%	R$ 21.395.997,11	23,53%
Ótica socioambiental com financiamento a taxa de mercado (2012)	0,64%	R$ 18.864.799,28	23,55%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação às óticas privadas, todas elas mostraram-se viáveis, tanto pela observação do VPL, quanto da TIR. A opção de implantação da tecnologia sem nenhum tipo de financiamento resultou num VPL de R$ 20.646.288,19, um valor satisfatório, ainda mais se considerado que o investimento necessário para implantação é de R$ 1.386.373,11, a preços de 2012.

Quanto à análise das opções de financiamento para a ótica privada, em ambos os casos o que se constata é que apesar de um incremento baixo no VPL, ambas as alternativas mostraram-se mais favoráveis em relação à opção sem financiamento. Com relação à TIR, apesar de um ganho de dez pontos percentuais, deve-se lembrar que seu resultado pressupõe que o capital gerado pela nova tecnologia seja reinvestido pela empresa a esta mesma taxa de retorno. Hipótese improvável uma vez que a TMA adotada neste estudo foi de 1% ao mês.

Para se proceder à análise comparativa entre os resultados obtidos por Farra (2004) e os resultados dos novos fluxos de caixa, deve-se ressaltar novamente o viés ao qual estes resultados de Farra (2004) estão ligados, pelo que se depreende da observação de seus cálculos, já que durante a leitura não se observou algum pressuposto que fundamentasse tal decisão. Como descrito no item 3.2, era de se esperar que fossem contabilizados nos fluxos de caixa, a cada 10 meses, durante dois meses, os custos originais da tecnologia antiga, que usava óleo BPF, na geração de energia térmica, mas isto não foi feito. A não inclusão deste custo original da tecnologia antiga, nestes dois meses por ano, enviesa o resultado do fluxo direto líquido positivamente, o que por, sua vez, eleva os resultados da análise de viabilidade.

Isto posto, observa-se que, em todos os casos analisados para a ótica da empresa, os resultados com a inserção da variável ambiental foram mais satisfatórios e dão uma dimensão mais ampla do dano evitado com a tecnologia sustentável. Ressalta-se que mesmo a melhor opção de implantação da tecnologia pela ótica puramente financeira, qual seja, com financiamento - Farra (2004), é ainda menos interessante que a alternativa menos viável obtida neste estudo, a ótica econômico-financeira sem financiamento (2012).

Contudo, para se obter uma nova perspectiva sobre esta análise comparativa, considerou-se, hipoteticamente, que a empresa assumisse a mesma TMA utilizada por Farra (2004) em seu estudo, de 2% ao mês. Procedeu-se, então, por meio de uma análise de sensibilidade, ao cálculo dos indicadores econômicos para a ótica econômico-financeira, utilizando-se da TMA de 2% ao mês neste novo cenário. O resultado desta análise de sensibilidade é demonstrado no Quadro 13 a seguir.

Quadro 13 .Resultado dos indicadores de viabilidade econômica para a ótica econômico ambiental da tecnologia ambiental adotada pela Eucatex S.A., com TMA de 2% ao mês, a preços de 2012.

		Indicadores econômicos	
Fluxo de caixa	TMA (ao mês)	VPL	TIR
Ótica econômico-financeira sem financiamento (2012)	2%	R$ 15.115.865,03	23,58%
Ótica econômico-financeira com financiamento pelo BNDES (2012)	2%	R$ 15.263.399,46	34,09%
Ótica econômico-financeira com financiamento à taxa de mercado (2012)	2%	R$ 15.230.335,11	34,07%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando-se, agora, este novo cenário hipotético, em que a empresa aumenta sua atratividade mínima para implementar o projeto, o resultado do VPL para os fluxos de caixa da a ótica econômico-financeira continuam sendo mais atrativos que os fluxos para a ótica puramente financeira. Isto demonstra que, mesmo sob a mesma taxa de desconto aplicada por Farra (2004), a inclusão dos componentes ambientais valorados nos fluxos de caixa torna a implantação da tecnologia mais viável. Quanto à TIR, esta não se altera neste cenário, uma vez que ela não é afetada pela TMA da empresa, mas sim, representa o ponto em que a TMA tornaria o VPL igual a zero.

No que diz respeito à outra ótica analisada, a socioambiental, os resultados de viabilidade econômica são extremamente satisfatórios, tanto pelo financiamento do BNDES, quanto a taxa de juros de mercado. Para esta ótica, o financiamento pelo BNDES, ainda que a juros mais baixos, resultou em melhores indicadores econômicos que o financiamento a taxa de mercado. Isto demonstra que os benefícios econômicos da implementação do projeto, entendidos como a monetização de bens e serviços ecossistêmicos, superam o retorno financeiro do capital emprestado, aqui entendido como receita operacional.

Deve-se considerar, ainda, que o investimento inicial incorrido para a ótica socioambiental é, na verdade, o montante emprestado inicialmente para a empresa a fim de implantar o projeto, neste caso, R$ 693.186,55. Quando considerado este investimento frente ao VPL alcançado de R$ 21.396.134,98 para o caso do BNDES, e de R$ 18.839.091,99 para financiamento a taxas de mercado, tem-se ideia da magnitude dos ganhos econômicos. Para o caso do BNDES, o investimento inicial gerou um VPL 30 vezes maior, enquanto para o financiamento a taxa de juros de mercado gerou VPL 27 vezes maior.

CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo identificar benefícios com a implantação da tecnologia limpa da Eucatex S.A., precificando estes benefícios e calculando os indicadores de viabilidade econômico-financeira e socioambiental da alternativa de implantação da tecnologia limpa na referida empresa. Para tanto, foi necessário compor novos fluxos de caixa e submetê-los às óticas que não fossem puramente contábeis, pautando-se pelos postulados da Economia Ecológica e do VERA.

A pesquisa analítico-empírica deste estudo mostrou ser factível a identificação e mensuração dos novos custos evitados adicionados aos fluxos de caixa. Uma dificuldade encontrada foi relativa à emissão de poluentes pela queima do Óleo BPF 1A em caldeiras. Para contorná-la fez-se necessário o uso de uma variável *proxy*, emissão de CO2 pela queima do óleo BPF 1B em caldeiras, o que possibilitou a realização dos cálculos.

Apesar desta dificuldade encontrada, foi possível identificar e incluir as variáveis ambientais, e não somente aquelas financeiras, nos novos fluxos de caixa. Desta forma, este estudo ampliou o escopo da análise de Farra (2004), contribuindo para a ciência ao aplicar de forma mais acurada as técnicas de valoração ambiental.

Com relação aos resultados econômicos, esperava-se que, à medida que fossem consideradas as parcelas do VERA, a inclusão das variáveis ambientais tornassem a tecnologia limpa ainda mais viável, e foi o que de fato ocorreu para todos os fluxos de caixa. A inserção da variável ambiental nestes fluxos proporcionou ganhos econômicos contundentes, que geram uma série de benefícios para a empresa e sociedade, tais como o retorno financeiro dos créditos de carbono, o retorno econômico da manutenção dos bens e serviços ecossistêmicos, além do *marketing* social da empresa. Por este motivo, os resultados de viabilidade econômica, VPL e TIR, encontrados para a ótica da empresa, aqui entendida como econômico-financeira, mostraram-se mais viáveis que pela perspectiva de Farra (2004), tendo sido confirmada a hipótese inicial proposta. Quanto aos resultados de viabilidade econômica dos fluxos de caixa pela perspectiva do governo, ótica socioambiental, estes

também foram considerados viáveis, e são justificados pelo benefício que representa para a sociedade a manutenção dos bens e serviços ecossistêmicos em escalas sustentáveis.

Uma vez que o benefício econômico e ambiental não é medido apenas para a empresa, mas também para os agentes públicos e sociedade, ele favorece a relação da empresa com seus fornecedores e clientes, pois estes também são partes beneficiadas. Isto demonstra que os reais ganhos envolvidos na implementação da tecnologia limpa vão além do montante financeiro que entra no capital de giro da empresa, e que a Eucatex é consciente de seu papel para promover o desenvolvimento sustentável.

A demonstração econômica destes ganhos é um argumento contundente para pleitear vantagens dos instrumentos econômicos de política ambiental junto ao Estado, já que a empresa está internalizando o custo externo ambiental anteriormente incorrido pela tecnologia suja. São exemplos de instrumentos econômicos os quais a Eucatex deve se beneficiar direta ou indiretamente: a desoneração de impostos sobre produtos menos poluentes, taxas sobre produtos poluentes fabricados por outras empresas do setor, licenças de poluição negociáveis, e empréstimos subsidiados. Além disso, diversos selos de qualidade são diretamente relacionados às políticas ambientais da empresa e exigidos por clientes que buscam se certificar da origem dos produtos que consomem, caracterizando assim mais uma vertente de benefícios decorrente da implantação da tecnologia ambiental, entendida como o aumento do número de clientes e de sua confiança na empresa.

Considerando as duas óticas analisadas, a melhor opção de implantação da tecnologia em ambas foi por meio do BNDES. Isto reforça a ideia de que a manutenção de linhas de crédito a juros baixos para projetos ambientalmente corretos é uma vantagem, tanto para a empresa, que consegue capital a baixo custo, quanto para governo, que faz um investimento cujos benefícios refletem para toda a sociedade.

A implementação do aquecedor à biomassa, uma prática relativamente simples, porém de grande impacto ambiental positivo, exemplifica para as demais empresas do setor a viabilidade da adoção de métodos produtivos sustentáveis. Desta forma, a Eucatex contribuiu ainda para a criação de novos projetos de MDL, uma vez que sua iniciativa e resultados positivos deve levar o Governo a continuar e ampliar as políticas de fomento a este tipo de iniciativa.

Com relação a estas as políticas públicas, há de se avaliar que, em projetos de tecnologia limpa que pressupõem a utilização de equipamento de maior eficiência energética, a poluição não chega nem mesmo a ser produzida. Portanto, diversos problemas causados pela poluição são prevenidos, e isto representa maior eficiência das políticas ambientais do Estado. Desta maneira, os resultados encontrados demonstram a necessidade de se manter as políticas econômicas que viabilizem projetos sustentáveis e de MDL como sendo um prêmio às instituições que contribuem para o bem-estar socioambiental das comunidades, seja por meio de instrumento econômico, comando e controle, ou de comunicação.

Por fim, é importante destacar que os resultados apresentados são determinísticos, sendo interessante a análise de outros processos produtivos da fábrica, ou mesmo inserir novas variáveis contábeis afetas à nova tecnologia, variações nos indicadores econômicos, e a mensuração da emissão evitada por CO2eq e não apenas CO2 no caso da queima do óleo BPF.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. T.; FEIX, R. D.; MIRANDA, S. H. G. **Comércio e meio ambiente: Evidências do setor agroexportador brasileiro**.p. 245-262. In: MAY, P. H. (Org.). **Economia do meio ambiente: Teoria em prática**. 2 ed., Rio de Janeiro, Elsevier, 2010. 379p.

BACEN; **Banco Central do Brasil**. 2013. Disponível em : <http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/port/ptaxnpesq.asp?id=txcotacao> Acessado em: 07/03/2013

BNDES [a]; **BNDES Automático PSI Inovação.** São Paulo: BNDES. 3p. Acessado em 19/12/2012

BNDES [b]; **BNDES Finame PSI Bens de Capital - Eficiência Energética.** São Paulo: BNDES. 4p. Acessado em 19/12/2012

CAMPOS, E. M. G.; FARLEY, J.; PEREIRA, P. F. S. **Agregando a disposição a trabalhar voluntariamente (DTV) à metodologia de valoração dos bens e serviços ambientais: princípios e validação em remanescentes da mata atlântica em Minas Gerais**. In: Takao, L. C. Y. et al. (Org.). **Integração lavoura-pecuária**. Juiz de Fora (MG): Embrapa Gado de leite, 2007.

CONSTANZA, R. et al. The value of world's ecosystem services and natural capital. **Nature**. London, v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997.

COSTA, D. M. **Aplicação de protocolos para inventários de gases de efeito estufa e poluentes regulados em processo de refino de petróleo.** São Paulo, 2004. Dissertação de mestrado. (Mestrado em tecnologia ambiental, IPT, 2004).

DALY, H. E.; FURLAY, J. **Ecological economics: Principles and applications**. Washington, Island Press, 2004. 454p.

DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Maryland. **Ecological Economics**. v. 41. 2002. p. 393-408

ENRÍQUEZ, M. A. **Economia dos Recursos Naturais**. p. 49-78. In: MAY, P. H. (Org.). **Economia do meio ambiente: Teoria em prática**. 2 ed., Rio de Janeiro, Elsevier, 2010. 379p.

FARRA, F. C. P. **Análise econômico-energética de utilização de resíduo industrial florestal para geração de energia térmica: Um estudo de caso**. Botucatu, 2004, 57f. Dissertação de mestrado. (Mestrado em agronomia [Energia na agricultura], Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, 2004)

FERREIRA, A. Z. C.; **RES: RES: contato site**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por <geambrosio@yahoo.com.br> em 19/12/2012.

FISPQ OC 1-B. Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico. **Petrobrás.** Rio de Janeiro. 2012, 9 p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5 ed., São Paulo: Atlas, 1999. 206 p.

HOBSBOWM, E. **The age of revolutions**. 1 ed. Nova York: Vintage Books, 1996. 356 p.

INSTITUTO CARBONO BRASIL; **Mercado de carbono**: Disponível em: <http://www.institutocarbonobrasil.org.br/mercado_de_carbono/perguntas_frequentes>. acessado em: 17/01/2013.

IPCC; **Intergovernmental Panel on Climate Change, Fourth Assessment Report (AR4).** Cambridge University, Cambridge, Reino Unido e Nova York, Estados Unidos, 2007. 996 p. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm> Acessado em 05/03/2013

JURAS, I. A. G. M. **Mecanismo de desenvolvimento limpo: fundamento, histórico e estatística.** Biblioteca digital da câmara dos deputados. Brasília, 2007. 7p.

LUSTOSA, M. C. J. **Industrialização, meio-ambiente, inovação e competitividade.** p.205-220. In: MAY, P. H. (Org.). **Economia do meio ambiente: Teoria em prática**. 2 ed., Rio de Janeiro, Elsevier, 2010. 379p.

MAY, P. H. (Org.). **Economia do meio ambiente: Teoria em prática**. 2 ed., Rio de Janeiro, Elsevier, 2010. 379p.

MCT, Ministério da Ciência e Tecnologia; **Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no Mundo.** Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0215/215908.pdf>. Acessado em 20/02/2013.

MORAES, J. B. F.; **ENC: Questionário a respeito do aquecedor a base de resíduos produtivos.** [mensagem pessoal] Mensagem recebida por <geambrosio@yahoo.com.br> em 22/10/2012.

MOTA, J. A. et al. **A valoração da Biodiversidade: Conceitos e concepções metodológicas**.p. 265-288. In: MAY, P. H. (Org.). **Economia do meio ambiente: Teoria em prática**. 2 ed., Rio de Janeiro, Elsevier, 2010. 379p.

MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília, 1998. 216p.

NETO, F. C. V.; MAY. P. H. **Mercados para serviços ambientais**. p.309-332. In: MAY, P. H. (Org.). **Economia do meio ambiente: Teoria em prática**. 2 ed., Rio de Janeiro, Elsevier, 2010. 379p.

PINTO, E. P. P. et. al.; **Perguntas e respostas sobre aquecimento global.** Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia - IPAM. 4 ed., Belém, 2009. 63p.

PUCCINI, E. C. **Matemática Financeira**. Sistema Universidade Aberta do Brasil, 2007, 207p.

ROMEIRO, A. R. **Economia ou economia política da sustentabilidade**. p.3-31. In: MAY, P. H. (Org.). **Economia do meio ambiente: Teoria em prática**. 2 ed., Rio de Janeiro, Elsevier, 2010. 379p.

Soares et. al. **Mitigação da emissão de gases efeito estufa pelo uso de etanol da cana de açúcar produzido no Brasil**. Circular técnica. Seropédica, Rio de Janeiro, 2009.

VIEIRA, N. C.; **Processo de tratamento dos resíduos sólidos e líquidos da Companhia Industrial Fluminense: Custos de implantação e ganhos econômicos e ambientais**. São

João del-Rei, 2008, 56f. Trabalho de conclusão de curso. (Bacharelado em ciências econômicas, curso de ciências econômicas, Universidade Federal de São João del-Rei, 2008)

WUNDER, S. Payments for environmental services: Some nuts and bolts. **Jakarta: Center for International Forestry Research**, 2005.v.42, (CIFOR Occasional Paper), 24p.

ANEXOS

ANEXO A - IGPM acumulado anual para os anos de 1999 a 2012.

Ano	IGPM acumulado
1999	20,10%
2000	9,95%
2001	10,37%
2002	25,30%
2003	8,69%
2004	12,42%
2005	1,20%
2006	3,84%
2007	7,74%
2008	9,80%
2009	-1,71%
2010	11,32%
2011	5,09%
2012	7,81%

Fonte: <http://www.portalbrasil.net/igpm.htm> acessado em 06/03/2013.

ANEXO B - Cotação diária do dólar americano em 1999.

Data	Cotação	Data	Cotação	Data	Cotação	Data	Cotação	Data	Cotação	Data	Cotação
04/01/99	R$ 1,21	08/03/99	R$ 1,97	11/05/99	R$ 1,65	12/07/99	R$ 1,82	10/09/99	R$ 1,86	12/11/99	R$ 1,93
05/01/99	R$ 1,21	09/03/99	R$ 1,91	12/05/99	R$ 1,66	13/07/99	R$ 1,84	13/09/99	R$ 1,88	16/11/99	R$ 1,93
06/01/99	R$ 1,21	10/03/99	R$ 1,86	13/05/99	R$ 1,65	14/07/99	R$ 1,81	14/09/99	R$ 1,89	17/11/99	R$ 1,93
07/01/99	R$ 1,21	11/03/99	R$ 1,88	14/05/99	R$ 1,66	15/07/99	R$ 1,83	15/09/99	R$ 1,88	18/11/99	R$ 1,93
08/01/99	R$ 1,21	12/03/99	R$ 1,91	17/05/99	R$ 1,67	16/07/99	R$ 1,81	16/09/99	R$ 1,88	19/11/99	R$ 1,93
11/01/99	R$ 1,21	15/03/99	R$ 1,88	18/05/99	R$ 1,67	19/07/99	R$ 1,79	17/09/99	R$ 1,89	22/11/99	R$ 1,93
12/01/99	R$ 1,21	16/03/99	R$ 1,85	19/05/99	R$ 1,66	20/07/99	R$ 1,80	20/09/99	R$ 1,87	23/11/99	R$ 1,93
13/01/99	R$ 1,32	17/03/99	R$ 1,88	20/05/99	R$ 1,68	21/07/99	R$ 1,82	21/09/99	R$ 1,88	24/11/99	R$ 1,93
14/01/99	R$ 1,32	18/03/99	R$ 1,86	21/05/99	R$ 1,70	22/07/99	R$ 1,82	22/09/99	R$ 1,89	25/11/99	R$ 1,93
15/01/99	R$ 1,45	19/03/99	R$ 1,85	24/05/99	R$ 1,70	23/07/99	R$ 1,81	23/09/99	R$ 1,89	26/11/99	R$ 1,93
18/01/99	R$ 1,54	22/03/99	R$ 1,86	25/05/99	R$ 1,75	26/07/99	R$ 1,82	24/09/99	R$ 1,91	29/11/99	R$ 1,92
19/01/99	R$ 1,58	23/03/99	R$ 1,85	26/05/99	R$ 1,72	27/07/99	R$ 1,82	27/09/99	R$ 1,92	30/11/99	R$ 1,92
20/01/99	R$ 1,61	24/03/99	R$ 1,84	27/05/99	R$ 1,71	28/07/99	R$ 1,79	28/09/99	R$ 1,94	01/12/99	R$ 1,92
21/01/99	R$ 1,72	25/03/99	R$ 1,81	28/05/99	R$ 1,73	29/07/99	R$ 1,79	29/09/99	R$ 1,92	02/12/99	R$ 1,90
22/01/99	R$ 1,79	26/03/99	R$ 1,78	31/05/99	R$ 1,72	30/07/99	R$ 1,79	30/09/99	R$ 1,92	03/12/99	R$ 1,88
25/01/99	R$ 1,78	29/03/99	R$ 1,77	01/06/99	R$ 1,73	02/08/99	R$ 1,81	01/10/99	R$ 1,96	06/12/99	R$ 1,87
26/01/99	R$ 1,89	30/03/99	R$ 1,73	02/06/99	R$ 1,75	03/08/99	R$ 1,83	04/10/99	R$ 1,94	07/12/99	R$ 1,86
27/01/99	R$ 1,90	31/03/99	R$ 1,72	04/06/99	R$ 1,74	04/08/99	R$ 1,82	05/10/99	R$ 1,95	08/12/99	R$ 1,86
28/01/99	R$ 1,93	05/04/99	R$ 1,73	07/06/99	R$ 1,74	05/08/99	R$ 1,85	06/10/99	R$ 1,96	09/12/99	R$ 1,87
29/01/99	R$ 2,00	06/04/99	R$ 1,73	08/06/99	R$ 1,75	06/08/99	R$ 1,85	07/10/99	R$ 1,93	10/12/99	R$ 1,87
01/02/99	R$ 1,96	07/04/99	R$ 1,73	09/06/99	R$ 1,75	09/08/99	R$ 1,85	08/10/99	R$ 1,94	13/12/99	R$ 1,86
02/02/99	R$ 1,80	08/04/99	R$ 1,72	10/06/99	R$ 1,76	10/08/99	R$ 1,87	11/10/99	R$ 1,96	14/12/99	R$ 1,85
03/02/99	R$ 1,77	09/04/99	R$ 1,71	11/06/99	R$ 1,77	11/08/99	R$ 1,86	13/10/99	R$ 1,96	15/12/99	R$ 1,85
04/02/99	R$ 1,81	12/04/99	R$ 1,71	14/06/99	R$ 1,78	12/08/99	R$ 1,85	14/10/99	R$ 1,96	16/12/99	R$ 1,84
05/02/99	R$ 1,83	13/04/99	R$ 1,67	15/06/99	R$ 1,79	13/08/99	R$ 1,87	15/10/99	R$ 1,98	17/12/99	R$ 1,82
08/02/99	R$ 1,86	14/04/99	R$ 1,66	16/06/99	R$ 1,77	16/08/99	R$ 1,88	18/10/99	R$ 1,98	20/12/99	R$ 1,80
09/02/99	R$ 1,93	15/04/99	R$ 1,67	17/06/99	R$ 1,76	17/08/99	R$ 1,88	19/10/99	R$ 1,99	21/12/99	R$ 1,82
10/02/99	R$ 1,90	16/04/99	R$ 1,67	18/06/99	R$ 1,75	18/08/99	R$ 1,89	20/10/99	R$ 2,00	22/12/99	R$ 1,82
11/02/99	R$ 1,89	19/04/99	R$ 1,67	21/06/99	R$ 1,76	19/08/99	R$ 1,92	21/10/99	R$ 1,99	23/12/99	R$ 1,83
12/02/99	R$ 1,90	20/04/99	R$ 1,71	22/06/99	R$ 1,77	20/08/99	R$ 1,95	22/10/99	R$ 1,98	24/12/99	R$ 1,83
17/02/99	R$ 1,92	22/04/99	R$ 1,70	23/06/99	R$ 1,78	23/08/99	R$ 1,87	25/10/99	R$ 1,98	27/12/99	R$ 1,83
18/02/99	R$ 1,90	23/04/99	R$ 1,69	24/06/99	R$ 1,80	24/08/99	R$ 1,90	26/10/99	R$ 1,99	28/12/99	R$ 1,83
19/02/99	R$ 1,92	26/04/99	R$ 1,70	25/06/99	R$ 1,79	25/08/99	R$ 1,93	27/10/99	R$ 2,00	29/12/99	R$ 1,82
22/02/99	R$ 1,94	27/04/99	R$ 1,71	28/06/99	R$ 1,79	26/08/99	R$ 1,91	28/10/99	R$ 1,98	30/12/99	R$ 1,79
23/02/99	R$ 2,01	28/04/99	R$ 1,70	29/06/99	R$ 1,77	27/08/99	R$ 1,92	29/10/99	R$ 1,95	31/12/99	R$ 1,79
24/02/99	R$ 2,00	29/04/99	R$ 1,67	30/06/99	R$ 1,77	30/08/99	R$ 1,94	01/11/99	R$ 1,94	Média	R$ 1,82
25/02/99	R$ 2,04	30/04/99	R$ 1,66	01/07/99	R$ 1,76	31/08/99	R$ 1,92	03/11/99	R$ 1,94		
26/02/99	R$ 2,06	03/05/99	R$ 1,67	02/07/99	R$ 1,77	01/09/99	R$ 1,92	04/11/99	R$ 1,93		
01/03/99	R$ 2,03	04/05/99	R$ 1,67	05/07/99	R$ 1,77	02/09/99	R$ 1,92	05/11/99	R$ 1,92		
02/03/99	R$ 2,13	05/05/99	R$ 1,68	06/07/99	R$ 1,78	03/09/99	R$ 1,90	08/11/99	R$ 1,93		
03/03/99	R$ 2,16	06/05/99	R$ 1,67	07/07/99	R$ 1,78	06/09/99	R$ 1,91	09/11/99	R$ 1,92		
04/03/99	R$ 2,10	07/05/99	R$ 1,67	08/07/99	R$ 1,79	08/09/99	R$ 1,90	10/11/99	R$ 1,93		
05/03/99	R$ 1,99	10/05/99	R$ 1,65	09/07/99	R$ 1,80	09/09/99	R$ 1,87	11/11/99	R$ 1,93		

Fonte: <http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/port/ptaxnpesq.asp?id=txcotacao> acessado em 06/03/2013.

ANEXO C - Cotação diária do dólar americano em 2011.

Data	Cotação	Data	Cotação	Data	Cotação	Data	Cotação	Data	Cotação	Data	Cotação
03/01/11	R$ 1,65	09/03/11	R$ 1,66	13/05/11	R$ 1,63	18/07/11	R$ 1,58	20/09/11	R$ 1,79	25/11/11	R$ 1,89
04/01/11	R$ 1,66	10/03/11	R$ 1,66	16/05/11	R$ 1,63	19/07/11	R$ 1,57	21/09/11	R$ 1,83	28/11/11	R$ 1,86
05/01/11	R$ 1,67	11/03/11	R$ 1,66	17/05/11	R$ 1,63	20/07/11	R$ 1,57	22/09/11	R$ 1,90	29/11/11	R$ 1,85
06/01/11	R$ 1,69	14/03/11	R$ 1,66	18/05/11	R$ 1,62	21/07/11	R$ 1,56	23/09/11	R$ 1,87	30/11/11	R$ 1,81
07/01/11	R$ 1,69	15/03/11	R$ 1,67	19/05/11	R$ 1,62	22/07/11	R$ 1,55	26/09/11	R$ 1,84	01/12/11	R$ 1,79
10/01/11	R$ 1,69	16/03/11	R$ 1,67	20/05/11	R$ 1,62	25/07/11	R$ 1,54	27/09/11	R$ 1,80	02/12/11	R$ 1,78
11/01/11	R$ 1,69	17/03/11	R$ 1,68	23/05/11	R$ 1,63	26/07/11	R$ 1,53	28/09/11	R$ 1,81	05/12/11	R$ 1,78
12/01/11	R$ 1,68	18/03/11	R$ 1,67	24/05/11	R$ 1,63	27/07/11	R$ 1,56	29/09/11	R$ 1,83	06/12/11	R$ 1,79
13/01/11	R$ 1,67	21/03/11	R$ 1,67	25/05/11	R$ 1,63	28/07/11	R$ 1,57	30/09/11	R$ 1,85	07/12/11	R$ 1,80
14/01/11	R$ 1,68	22/03/11	R$ 1,66	26/05/11	R$ 1,62	29/07/11	R$ 1,56	03/10/11	R$ 1,88	08/12/11	R$ 1,79
17/01/11	R$ 1,68	23/03/11	R$ 1,66	27/05/11	R$ 1,60	01/08/11	R$ 1,56	04/10/11	R$ 1,89	09/12/11	R$ 1,81
18/01/11	R$ 1,67	24/03/11	R$ 1,66	30/05/11	R$ 1,60	02/08/11	R$ 1,57	05/10/11	R$ 1,85	12/12/11	R$ 1,82
19/01/11	R$ 1,67	25/03/11	R$ 1,66	31/05/11	R$ 1,58	03/08/11	R$ 1,57	06/10/11	R$ 1,81	13/12/11	R$ 1,84
20/01/11	R$ 1,67	28/03/11	R$ 1,66	01/06/11	R$ 1,59	04/08/11	R$ 1,58	07/10/11	R$ 1,77	14/12/11	R$ 1,87
21/01/11	R$ 1,67	29/03/11	R$ 1,65	02/06/11	R$ 1,58	05/08/11	R$ 1,59	10/10/11	R$ 1,75	15/12/11	R$ 1,86
24/01/11	R$ 1,67	30/03/11	R$ 1,64	03/06/11	R$ 1,57	08/08/11	R$ 1,60	11/10/11	R$ 1,77	16/12/11	R$ 1,85
25/01/11	R$ 1,67	31/03/11	R$ 1,63	06/06/11	R$ 1,58	09/08/11	R$ 1,63	13/10/11	R$ 1,75	19/12/11	R$ 1,86
26/01/11	R$ 1,67	01/04/11	R$ 1,62	07/06/11	R$ 1,58	10/08/11	R$ 1,62	14/10/11	R$ 1,74	20/12/11	R$ 1,85
27/01/11	R$ 1,67	04/04/11	R$ 1,61	08/06/11	R$ 1,58	11/08/11	R$ 1,63	17/10/11	R$ 1,75	21/12/11	R$ 1,86
28/01/11	R$ 1,68	05/04/11	R$ 1,61	09/06/11	R$ 1,59	12/08/11	R$ 1,62	18/10/11	R$ 1,77	22/12/11	R$ 1,86
31/01/11	R$ 1,67	06/04/11	R$ 1,61	10/06/11	R$ 1,59	15/08/11	R$ 1,60	19/10/11	R$ 1,76	23/12/11	R$ 1,86
01/02/11	R$ 1,66	07/04/11	R$ 1,59	13/06/11	R$ 1,59	16/08/11	R$ 1,59	20/10/11	R$ 1,78	26/12/11	R$ 1,86
02/02/11	R$ 1,67	08/04/11	R$ 1,58	14/06/11	R$ 1,58	17/08/11	R$ 1,58	21/10/11	R$ 1,78	27/12/11	R$ 1,86
03/02/11	R$ 1,67	11/04/11	R$ 1,58	15/06/11	R$ 1,60	18/08/11	R$ 1,61	24/10/11	R$ 1,78	28/12/11	R$ 1,86
04/02/11	R$ 1,67	12/04/11	R$ 1,59	16/06/11	R$ 1,61	19/08/11	R$ 1,60	25/10/11	R$ 1,75	29/12/11	R$ 1,88
07/02/11	R$ 1,68	13/04/11	R$ 1,59	17/06/11	R$ 1,60	22/08/11	R$ 1,60	26/10/11	R$ 1,76	30/12/11	R$ 1,88
08/02/11	R$ 1,67	14/04/11	R$ 1,58	20/06/11	R$ 1,60	23/08/11	R$ 1,60	27/10/11	R$ 1,73	Média	R$ 1,67
09/02/11	R$ 1,66	15/04/11	R$ 1,58	21/06/11	R$ 1,59	24/08/11	R$ 1,60	28/10/11	R$ 1,70		
10/02/11	R$ 1,67	18/04/11	R$ 1,59	22/06/11	R$ 1,59	25/08/11	R$ 1,62	31/10/11	R$ 1,69		
11/02/11	R$ 1,67	19/04/11	R$ 1,58	24/06/11	R$ 1,60	26/08/11	R$ 1,61	01/11/11	R$ 1,75		
14/02/11	R$ 1,67	20/04/11	R$ 1,57	27/06/11	R$ 1,60	29/08/11	R$ 1,60	03/11/11	R$ 1,73		
15/02/11	R$ 1,67	25/04/11	R$ 1,57	28/06/11	R$ 1,58	30/08/11	R$ 1,59	04/11/11	R$ 1,74		
16/02/11	R$ 1,67	26/04/11	R$ 1,57	29/06/11	R$ 1,57	31/08/11	R$ 1,59	07/11/11	R$ 1,75		
17/02/11	R$ 1,67	27/04/11	R$ 1,57	30/06/11	R$ 1,56	01/09/11	R$ 1,60	08/11/11	R$ 1,75		
18/02/11	R$ 1,67	28/04/11	R$ 1,59	01/07/11	R$ 1,56	02/09/11	R$ 1,63	09/11/11	R$ 1,75		
21/02/11	R$ 1,67	29/04/11	R$ 1,57	04/07/11	R$ 1,56	05/09/11	R$ 1,65	10/11/11	R$ 1,76		
22/02/11	R$ 1,67	02/05/11	R$ 1,57	05/07/11	R$ 1,56	06/09/11	R$ 1,66	11/11/11	R$ 1,75		
23/02/11	R$ 1,67	03/05/11	R$ 1,59	06/07/11	R$ 1,57	08/09/11	R$ 1,66	14/11/11	R$ 1,76		
24/02/11	R$ 1,66	04/05/11	R$ 1,60	07/07/11	R$ 1,56	09/09/11	R$ 1,68	16/11/11	R$ 1,78		
25/02/11	R$ 1,66	05/05/11	R$ 1,62	08/07/11	R$ 1,56	12/09/11	R$ 1,69	17/11/11	R$ 1,78		
28/02/11	R$ 1,66	06/05/11	R$ 1,61	11/07/11	R$ 1,58	13/09/11	R$ 1,71	18/11/11	R$ 1,77		
01/03/11	R$ 1,66	09/05/11	R$ 1,62	12/07/11	R$ 1,58	14/09/11	R$ 1,73	21/11/11	R$ 1,81		
02/03/11	R$ 1,66	10/05/11	R$ 1,61	13/07/11	R$ 1,58	15/09/11	R$ 1,71	22/11/11	R$ 1,81		
03/03/11	R$ 1,65	11/05/11	R$ 1,62	14/07/11	R$ 1,57	16/09/11	R$ 1,71	23/11/11	R$ 1,84		
04/03/11	R$ 1,65	12/05/11	R$ 1,62	15/07/11	R$ 1,57	19/09/11	R$ 1,78	24/11/11	R$ 1,87		

Fonte: <http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/port/ptaxnpesq.asp?id=txcotacao> acessado em 06/03/2013.

APÊNDICES

Apêndice A - Detalhamento dos juros, amortização e saldo devedor para o financiamento do BNDES.

Período (mês)	Juros	Amortização	Pagamento	Saldo devedor
0	0,00	0,00		693.186,55
1	2.010,24	0,00		695.196,79
2	2.016,07	0,00		697.212,86
3	2.021,92	0,00		699.234,78
4	2.027,78	0,00		701.262,56
5	2.033,66	0,00		703.296,22
6	2.039,56	0,00		705.335,78
7	2.045,47	0,00		707.381,25
8	2.051,41	0,00		709.432,66
9	2.057,35	0,00		711.490,01
10	2.063,32	0,00		713.553,34
11	2.069,30	0,00		715.622,64
12	2.075,26	0,00		717.697,90
13	2.081,32	58.860,20	60.941,53	658.837,70
14	1.910,63	59.030,90	60.941,53	599.806,80
15	1.739,44	59.202,09	60.941,53	540.604,71
16	1.567,75	59.373,77	60.941,53	481.230,94
17	1.395,57	59.545,96	60.941,53	421.684,98
18	1.222,89	59.718,64	60.941,53	361.966,34
19	1.049,70	59.891,82	60.941,53	302.074,51
20	876,02	60.065,51	60.941,53	242.009,00
21	701,83	60.239,70	60.941,53	181.769,30
22	527,13	60.414,40	60.941,53	121.354,91
23	351,93	60.589,60	60.941,53	60.765,31
24	176,22	60.765,31	60.941,53	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apêndice B - Detalhamento dos juros, amortização e saldo devedor para o financiamento à taxa de juros de mercado.

Período (mês)	Juros	Amortização	Pagamento	Saldo devedor
0	0,00	0,00	0,00	693.186,55
1	4.436,39	0,00	0,00	697.622,94
2	4.464,79	0,00	0,00	702.087,73
3	4.493,36	0,00	0,00	706.581,09
4	4.522,12	0,00	0,00	711.103,21
5	4.551,06	0,00	0,00	715.654,27
6	4.580,19	0,00	0,00	720.234,46
7	4.609,50	0,00	0,00	724.843,96
8	4.639,00	0,00	0,00	729.482,96
9	4.668,69	0,00	0,00	734.151,65
10	4.698,57	0,00	0,00	738.850,22
11	4.728,64	0,00	0,00	743.578,86
12	4.758,94	0,00	0,00	748.337,80
13	4.789,36	60.196,70	64.986,06	688.141,10
14	4.404,10	60.581,96	64.986,06	627.559,14
15	4.016,38	60.969,68	64.986,06	566.589,46
16	3.626,17	61.359,89	64.986,06	505.229,58
17	3.233,47	61.752,59	64.986,06	443.476,98
18	2.838,25	62.147,81	64.986,06	381.329,18
19	2.440,51	62.545,55	64.986,06	318.783,62
20	2.040,22	62.945,84	64.986,06	255.837,78
21	1.637,36	63.348,70	64.986,06	192.489,08
22	1.231,93	63.754,13	64.986,06	128.734,95
23	823,90	64.162,16	64.986,06	64.572,79
24	413,27	64.572,79	64.986,06	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor.