

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
MESTRADO EM GESTÃO DO TERRITÓRIO**

**DANIELLE CRISTINA CARNEIRO**

**VALORAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁRVORES NO ESPAÇO PÚBLICO  
URBANO DE PONTA GROSSA – PR A PARTIR DA ANÁLISE EMERGÉTICA**

**PONTA GROSSA  
2014**

**DANIELLE CRISTINA CARNEIRO**

**VALORAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁRVORES NO ESPAÇO PÚBLICO  
URBANO DE PONTA GROSSA – PR A PARTIR DA ANÁLISE EMERGÉTICA**

Dissertação apresentado para a obtenção do título de mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Programa de Pós-Graduação em Geografia, curso de Mestrado em Gestão do Território.

Orientadora: Dra. Silvia Méri Carvalho

Coorientador: Dr. Enrique Ortega (Unicamp)

**PONTA GROSSA  
2014**

**Ficha Catalográfica**  
**Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG**

C289 Carneiro, Danielle Cristina  
Valoração ambiental das árvores no  
espaço público urbano de Ponta Grossa - PR  
a partir da análise emergética/ Danielle  
Cristina Carneiro. Ponta Grossa, 2014.  
106f.

Dissertação (Mestrado em Gestão do  
Território - Área de Concentração: Gestão  
do Território: Sociedade e Natureza),  
Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Silvia Méri  
Carvalho.

Coorientador: Prof. Dr. Enrique Ortega.

1.Praças. 2.Fluxos. 3.Energia.  
4.Arborização urbana. I.Carvalho, Silvia  
Méri. II. Ortega, Enrique. III.  
Universidade Estadual de Ponta Grossa.  
Mestrado em Gestão do Território. IV. T.

CDD: 910

## TERMO DE APROVAÇÃO

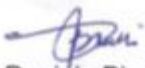
DANIELE CRISTINA CARNEIRO

### "VALORIZAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁRVORES NO ESPAÇO PÚBLICO URBANO DE PONTA GROSSA – PR A PARTIR DA ANÁLISE EMERGÉTICA"

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Geografia – Mestrado em Gestão do Território, Setor de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Orientadora:

  
Profª Dra. Sílvia Méri Carvalho  
UEPG

  
Profª Drª Daniela Biondi Batista  
UFPR

  
Prof. Dr. Pedro Herinque Weirich Neto  
UEPG

Ponta Grossa, 08 de maio de 2014.

*Dedico esta pesquisa primeiramente a Deus por iluminar meu caminho e me  
dar forças para seguir sempre em frente e não desistir;  
Aos meus pais, Isabel e Luiz, e ao meu irmão Diego, pela educação base da  
minha vida, pelo apoio nos estudos, pela força que me deram e o amor incondicional;  
A minha tia e segunda mãe Neusa, e ao meu tio Herbert, por todo o carinho e  
pensamentos positivos;  
Ao meu namorado Patrick, pelo companheirismo, apoio e amor nestes anos.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela oportunidade oferecida pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia – Mestrado em Gestão do Território, para a realização desta pesquisa.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de estudos de mestrado, mesmo que por um período curto.

À minha orientadora, Professora Doutora Silvia Méri Carvalho, pela confiança, dedicação, amizade e valiosos ensinamentos neste período.

Ao Professor Doutor Enrique Ortega, que mesmo à distância e entre idas e vindas a Campinas orientou-me com tanta paciência e dedicação.

À Prefeitura Municipal de Ponta Grossa, especialmente à Isabel Meister, pelas informações cedidas para esta pesquisa.

Ao IAPAR- Instituto Agrônômico do Paraná, pelo auxílio no fornecimento de dados para cálculo dos índices.

Às doutorandas e amigas Dulcina de Oliveira Queiroz e Zíngara Santos Eurich, pelos momentos de companheirismo e amizade desta caminhada, pela ajuda durante a pesquisa e na elaboração do material cartográfico, e ao doutorando Joélcio Eurich, pelo primeiro contato com a metodologia emergética.

A chefe e Professora Doutora Rúbia Tramontin Mascarenhas, e a todos os amigos do trabalho, pela força e incentivo.

A todos os amigos e colegas do Mestrado, pela alegria contagiante que impulsionaram meus estudos. Aos colegas do LAESA- Laboratório de Estudos Socioambientais, da UEPG, pelas discussões e ajuda.

Aos colegas do LEIA - Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada da Unicamp, pelas discussões e auxílio na metodologia emergética.

À banca de qualificação do mestrado, composta pelos professores Daniela Biondi Batista e Pedro Henrique Weirich Neto pelas valiosas contribuições para a pesquisa.

*Porque cada um, independente das habilitações que tenha, ao menos uma vez na vida fez ou disse coisas muito acima da sua natureza e condição, e se a essas pessoas pudéssemos retirar do quotidiano pardo em que vão perdendo os contornos, ou elas a si próprias se retirassem de malhas e prisões, quantas mais maravilhas seriam capazes de obrar, que pedaços de conhecimento profundo poderiam comunicar, porque cada um de nós sabe infinitamente mais do que julga e cada um dos outros infinitamente mais do que neles aceitamos reconhecer*

*José Saramago (A Jangada e a Pedra)*

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo apresentar e analisar os estoques e os serviços ambientais proporcionados pelos espaços públicos arborizados da área central da cidade de Ponta Grossa – Paraná, empregando a análise emergética. A arborização urbana insere-se como um dos principais ícones em defesa do ambiente urbano, passível de valoração. Neste sentido, a análise emergética apresenta-se como uma metodologia de valoração ambiental que consegue oferecer uma aproximação ecológica na estimativa de valores. Foram contabilizadas 2.293 árvores localizadas em 11 praças e 38 vias. Para a aplicação da análise emergética foram considerados os fluxos provindos de materiais e serviços da economia e dos serviços da natureza. Enquadram-se dentro dos fluxos econômicos os equipamentos e mão-de-obra relacionados à arborização, e como fluxos naturais, a pluviosidade local (incluindo energia solar e vento), nutrientes do solo e da serapilheira de árvores de praças. Para calcular os produtos resultantes do sistema foram considerados os benefícios oriundos das árvores, como a biomassa, a umidificação do ar e a infiltração. A partir dos resultados percebe-se que o sistema de arborização da área central da cidade aumenta em função da idade das árvores. O valor médio encontrado, considerando a idade média de 20 anos de uma árvore, foi de  $6,28E+14$  seJ/árvore, sendo composto pelos valores relativos aos materiais e serviços da economia ( $3,5E+14$  seJ/árvore) e pelos serviços provindos da natureza ( $2,78E+14$  seJ/árvore). Esses dois componentes são considerados fluxos internos do sistema que se transformam em benefícios que resultaram em  $3,23E+09$  J/árvore. Ao analisar a transformidade para o sistema de arborização, obteve-se o valor de  $1,94E+05$  seJ/J e ao converter os valores encontrados em valores monetários, obteve-se o valor médio de R\$ 5.565,16 para uma única árvore com 20 anos de idade, ou seja, pôde-se contabilizar quanto vale a existência, considerando o trabalho da natureza e da sociedade, de uma árvore para o sistema de arborização urbana. Conclui-se que a partir da análise emergética, o trabalho da natureza passa a ser reconhecido e reforçado e a arborização do centro de Ponta Grossa pode ser entendida em função da valoração de todos os seus atributos.

**Palavras-chave:** Praças; Fluxos; Energia; Arborização urbana.



## ABSTRACT

The present study aims to present and to analyze the stocks and the environmental services provided by forested public areas of downtown area of Ponta Grossa - Paraná, using the emergy analysis. The urban forestry is inserted as one of the main icons in defense to the urban environment, amenable to valuation. In this sense, the emergy analysis is presented as a methodology for environmental valuation that can offer an ecological approach in estimating values. There were accounted 2,293 trees located in 11 squares and 38 streets. For the application of emergy analysis there were considered flows of materials and services from the economy and nature's services. Embedded on the economic flows the equipment and hand labor related to afforestation and as natural flows, rainfall (including solar and wind), soil nutrients, and leaf litter from trees located in squares. To calculate the resulting products of the system there were considered the benefits derived from trees, such as biomass, air humidification and infiltration. From the results it can be seen that the system of afforestation of downtown increases with the age of the trees. The average value, considering the average age of 20 years of a tree, was  $6.28\text{E}+14$  seJ/tree, related to materials and services of the economy values ( $3.5\text{E}+14$  seJ/tree) and for the services deriving from nature ( $2.78\text{E}+14$  seJ/tree). These two components are considered internal flows of the system that become into benefits that resulted in  $3.23\text{E}+09$  J/tree. When analyzing the transformity for the afforestation system, there was obtained  $1.94\text{E}+05$  sej/J and when converting it into monetary values, there was obtained the average amount of 5,565.16 Brazilian Reais for a single 20-years tree, so it can be accounted how much it is the existence, considering the work of nature and society, of one tree to the system of urban forestry. It's concluded that from the perspective of the emergy analysis, the nature labor shall be recognized and reinforced and the afforestation of Ponta Grossa downtown can be understood in terms of the valuation of all its attributes.

**Keywords:** Squares; Flows; Emergy; Urban forestry.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>FIGURA 1</b> – Simbologia sistêmica utilizada para representação de diagramas.....                                                                                                    | 33 |
| <b>FIGURA 2</b> – Diagrama do ecossistema .....                                                                                                                                          | 34 |
| <b>FIGURA 3</b> – Localização da área central de Ponta Grossa – PR .....                                                                                                                 | 39 |
| <b>FIGURA 4</b> – Estrutura municipal para o processo de gestão da arborização urbana .....                                                                                              | 42 |
| <b>FIGURA 5</b> – Memorial de cálculos utilizados .....                                                                                                                                  | 54 |
| <b>FIGURA 6</b> - Bases de dados utilizadas na pesquisa.....                                                                                                                             | 56 |
| <b>FIGURA 7</b> – Diagrama de fluxo de energia de um sistema .....                                                                                                                       | 57 |
| <b>FIGURA 8</b> - Diagrama detalhado de uma árvore: processos naturais, econômicos e respectivos produtos .....                                                                          | 63 |
| <b>FIGURA 9</b> – Sistema de fluxos internos da arborização urbana de Ponta Grossa.....                                                                                                  | 65 |
| <b>FIGURA 10</b> – Diagrama de fluxos internos do Viveiro Municipal de Ponta Grossa.....                                                                                                 | 66 |
| <b>FIGURA 11</b> – Diagrama resumido dos valores médios totais para um ano de existência das árvores: fluxos energéticos provindos da natureza e economia e a energia dos produtos ..... | 70 |
| <b>FIGURA 12</b> - Diagrama resumido dos valores médios totais dos fluxos energéticos provindos da natureza e economia e da energia dos produtos para 20 anos.....                       | 72 |

## LISTA DE QUADROS

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>QUADRO 1</b> – Leis e Decretos relacionados à arborização no município de Ponta Grossa-PR ..... | 41 |
| <b>QUADRO 2</b> – Principais espécies cultivadas no Viveiro Municipal de Ponta Grossa .....        | 43 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>TABELA 1</b> - Indivíduos arbóreos presentes nas vias do centro de Ponta Grossa-PR.....              | 45 |
| <b>TABELA 2</b> - Indivíduos arbóreos presentes nas praças do centro de Ponta Grossa-PR. ....           | 47 |
| <b>TABELA 3</b> - Modelo de Tabela de avaliação emergética .....                                        | 58 |
| <b>TABELA 4</b> - Valores médios de entrada e saída do sistema de arborização (média para um ano) ..... | 68 |
| <b>TABELA 5</b> - Valores de entrada e saída do sistema: média para árvores de 20 anos.....             | 70 |
| <b>TABELA 6</b> - Índices emergéticos do sistema para 1 e 20 anos.....                                  | 74 |

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                                                                                        | <b>11</b> |
| <b>1. VALORAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁRVORES NO ESPAÇO URBANO A PARTIR DA ANÁLISE EMERGÉTICA .....</b>                                                | <b>14</b> |
| 1.1 VALORAÇÃO AMBIENTAL: UMA INTRODUÇÃO .....                                                                                                  | 14        |
| 1.2 VALORAÇÃO AMBIENTAL: O DUELO NEOCLÁSSICO E A ECONOMIA ECOLÓGICA.....                                                                       | 16        |
| 1.3 VALORAÇÃO AMBIENTAL DO ESPAÇO URBANO .....                                                                                                 | 21        |
| 1.4 A ARBORIZAÇÃO URBANA E A VALORAÇÃO DE SEUS BENEFÍCIOS.....                                                                                 | 25        |
| 1.5 A VALORAÇÃO EMERGÉTICA COMO METODOLOGIA PARA A VALORAÇÃO AMBIENTAL .....                                                                   | 29        |
| <b>2. ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>                                                                                   | <b>38</b> |
| 2.1 ÁREA DE ESTUDO E ESTRUTURA MUNICIPAL PARA A ARBORIZAÇÃO                                                                                    | 38        |
| 2.2 BASE DE DADOS .....                                                                                                                        | 45        |
| 2.3 PROCEDIMENTOS RELATIVOS À METODOLOGIA EMERGÉTICA E ÍNDICES EMERGÉTICOS .....                                                               | 57        |
| <b>3. ANÁLISE EMERGÉTICA DOS ESTOQUES E SERVIÇOS AMBIENTAIS PROPORCIONADOS PELOS ESPAÇOS ARBORIZADOS DA ÁREA CENTRAL DE PONTA GROSSA .....</b> | <b>62</b> |
| 3.1 DIAGRAMA DETALHADO DO SISTEMA EMERGÉTICO DE ÁRVORES EM AMBIENTE URBANO .....                                                               | 62        |
| 3.2 ANÁLISE DOS FLUXOS EMERGÉTICOS DO SISTEMA.....                                                                                             | 67        |
| 3.3 OBTENÇÃO DOS ÍNDICES EMERGÉTICOS.....                                                                                                      | 74        |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES .....</b>                                                                                              | <b>79</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                                                                                        | <b>81</b> |
| <b>APÊNDICES .....</b>                                                                                                                         | <b>88</b> |

## INTRODUÇÃO

O fato de que a maioria das cidades brasileiras passa por um processo acelerado e contínuo de urbanização não é mais novidade. De um modo geral, os grandes centros encontram neste momento um desafio urgente de planejar o futuro, onde as questões socioambientais se acentuam.

Uma vez que a população brasileira encontra-se em sua maioria em centro urbanos, torna-se fundamental por parte dos órgãos públicos que o planejamento urbano seja plenamente desenvolvido, levando-se em consideração conceitos como a sustentabilidade do espaço, a fim de garantir uma vivência digna aos cidadãos, onde a qualidade de vida é um objetivo a ser alcançado.

Neste sentido, a arborização urbana insere-se como um dos principais ícones em defesa ao meio ambiente urbano, à qualidade de vida e à sustentabilidade, podendo minimizar os impactos negativos do homem sobre o meio.

Contextualizando com a realidade local do presente estudo, a arborização urbana da cidade de Ponta Grossa assume papel importante como um dos fatores que integra a qualidade de vida de seus cidadãos. A arborização neste trabalho é entendida como toda cobertura vegetal de porte arbóreo existente nas cidades, atua em vários níveis na qualidade de vida e produz benefícios, como adsorção de gases tóxicos, melhoria da qualidade do ar, redução de níveis de ruído, equilíbrio ambiental e redução da temperatura do ar (SANTOS e TEIXEIRA, 2001).

Sendo assim, no âmbito da cidade de Ponta Grossa, observa-se que estes fatores, necessários e fundamentais à qualidade de vida, muitas vezes não são tão valorizados quanto deveriam ser. Para a gestão pública da cidade, percebe-se que os benefícios por parte da arborização acabam minimizados pela falta de mão de obra especializada, pelo costume de podas, além do próprio descaso e desconhecimento que muitos tratam o assunto (QUADROS, 2009)

A visão do gestor público, muitas vezes voltada ao curto prazo, não se reflete em ações que no futuro tornariam-se primordiais em larga escala, como é o caso da arborização urbana municipal. A partir desta realidade, a proposta

da valoração arbórea da cidade de Ponta Grossa, realizada com base na análise emergética, surge enquanto indicador de valor para a análise econômica-ecológica da arborização dessa cidade, além de uma valoração e análise pioneira relacionadas às árvores urbanas.

Tema largamente discutido em âmbito internacional, no Brasil, o estabelecimento de um método de valoração econômica de árvores viárias urbanas ainda é tratado em apenas alguns trabalhos como Leal (2007), Laera (2006) e Detzel (1993), valorações estas econômicas, voltadas apenas aos custos e ao trabalho humano em relação à arborização.

A valoração ambiental emergética, por sua vez, leva em consideração tanto o trabalho provindo da natureza quanto os serviços e materiais da economia e surge enquanto método inédito na avaliação e análise de árvores urbanas, proposta esta apresentada nesta pesquisa.

Neste sentido, a análise emergética pode apresentar-se como metodologia que reconhece e mede a hierarquia universal de energia, neste caso, das árvores em espaços públicos urbanos da cidade de Ponta Grossa.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo apresentar os estoques e os serviços ambientais proporcionados pelos espaços públicos arborizados da área central de Ponta Grossa através da análise emergética.

Secundariamente buscou-se analisar os valores relativos aos serviços ambientais e os valores relativos aos materiais e serviços econômicos prestados pelas árvores viárias e de praças da área central da cidade, bem como contribuir no incremento de valores de referência para a metodologia de análise emergética, uma vez que esta se trata de uma pesquisa pioneira em cálculos emergéticos para árvores urbanas.

Para demonstrar tais objetivos, a dissertação divide-se em três capítulos: O primeiro aborda a valoração ambiental das árvores no espaço urbano a partir da análise emergética e com base nos marcos teóricos relacionados ao tripé, valoração ambiental, energia e arborização, apresenta uma revisão e discussão a respeito dos principais conceitos utilizados na pesquisa.

O segundo capítulo trata a respeito da descrição e da caracterização da área de estudo, ou seja, a área central da cidade de Ponta Grossa-Paraná, e suas peculiaridades no que tange a arborização urbana, como leis, decretos e o planejamento voltado ao assunto. Trata ainda dos procedimentos

metodológicos relacionados à pesquisa: a coleta de dados e os procedimentos relativos à metodologia emergética.

O terceiro e último capítulo apresenta os resultados obtidos após a análise emergética das árvores da área central da cidade, através do diagrama detalhado do sistema emergético para árvores urbanas, além da análise dos fluxos internos, dos produtos obtidos e dos índices emergéticos. Nos Apêndices são apresentadas as planilhas de cálculos emergéticos, bem como dos produtos do sistema e o memorial de cálculos, com o intuito de facilitar a compreensão na obtenção dos valores.

## **CAPÍTULO 1**

### **VALORAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁRVORES NO ESPAÇO URBANO A PARTIR DA ANÁLISE EMERGÉTICA**

"Necessitamos de uma visão de mundo que permita a construção de novos paradigmas na relação entre sociedade e ambiente natural. É preciso perceber que o conjunto de valores que direciona nosso desenvolvimento econômico e, conseqüentemente, nossa relação com o ambiente natural, encontrou uma barreira intransponível: os limites da biosfera."

(MERICO, 2002, p. 15)

Com o objetivo de inserir o tema da arborização urbana no contexto da valoração ambiental, este capítulo trata inicialmente da valoração ambiental, abordando marcos teóricos de relevância para a pesquisa. A seguir trata do espaço urbano, palco de investigação do presente trabalho, para então abordar a importância e relevância das árvores no espaço urbano. A valoração ambiental em árvores urbanas será então explanada, no contexto da Economia Ecológica, mais especificadamente da Emergia, enquanto indicador de valor para a análise econômica-ecológica da arborização da cidade de Ponta Grossa-PR.

#### **1.1 VALORAÇÃO AMBIENTAL: UMA INTRODUÇÃO**

Com o padrão econômico e social da atualidade, os recursos naturais, que em tempos passados foram larga e exaustivamente explorados, tornam-se visivelmente cada vez mais escassos. As discussões entre homem e natureza, e mais recentemente a questão ambiental que vem sendo explorada, exige uma nova análise, paradigmática, onde conceitos complexos anteriormente discutidos de maneira isolada possam integrar-se para a melhor compreensão do contexto atual em que se encontram tanto o homem quanto a natureza.

Uma vez que "a modificação da natureza pelo homem se traduz dialeticamente por uma transformação no próprio homem" (PROST, 2009, p. 183), urge a necessidade do maior entendimento no sentido de compreender esta troca, onde a natureza adquire novos valores, e o homem novas prioridades.



Para Oliveira (2002) nos primórdios da humanidade havia uma unicidade entre o homem e a natureza, onde o ritmo de existência do sujeito era baseado no ritmo da natureza. Com o advento do capitalismo, porém, este vínculo foi rompido, e a natureza é posta como mais um dos conjuntos de meio de produção do qual o capital se utiliza. O trabalho emerge como um mediador de homem e natureza, transformando a relação homem-meio numa contradição na sociedade do capital-trabalho. Nas palavras de Prost (2009, p. 181) “ a natureza não é mais vista como um todo que abrange os homens, mas como algo a ser dominado a serviço dos homens”.

Neste sentido, percebe-se que na sociedade ditada pelo ritmo do capital, os recursos oferecidos pela natureza transformam-se em relações mercantis, e o homem que anteriormente era regido pela identidade orgânica com a natureza, é regido pelo ritmo do capital. A modernidade capitalista caracteriza-se ainda pelo padrão do consumismo, onde uma intensa produção exige um intenso consumo. O modelo massificado é então vendido pelos meios de comunicação, e imperam na vida cotidiana das massas, onde os “valores” urbanos de globalização se propagam. Este modelo, no entanto, não considerou os limites naturais do ecossistema, e os impactos ambientais cada vez mais são perceptíveis.

A questão ambiental encontra, por outro ângulo, muitos adeptos, que economicamente ou socialmente encontram na defesa do meio ambiente uma identidade a ser seguida, discutindo um novo olhar sobre a natureza.

A partir dos anos de 1960 é de consenso geral que existe uma nova emergência mundial de cunho ambiental, provocada pelo choque da chamada crise do petróleo, o que fez com que a energia, os recursos naturais e o próprio meio ambiente sejam repensados, culminando em grandes debates de âmbitos acadêmicos, políticos e sociais. A incompatibilidade entre os sistemas econômicos de desenvolvimento e a preservação de recursos naturais é então disseminada, e o limite de crescimento econômico é visto como uma alternativa à questão ambiental (AMAZONAS, 2001).

Para Mattos e Mattos (2004) a consciência dos problemas ambientais aparece como um ponto importante no que tange ao crescimento material e econômico e à qualidade de vida. Neste sentido, o desenvolvimento sustentável, aqui entendido como um processo, uma redefinição das relações

entre sociedade e natureza, uma inter-relação necessária de justiça social, qualidade de vida, equilíbrio ambiental e a ruptura com o atual padrão de desenvolvimento (JACOBI, 2003) aparece no fim dos anos 70 como premissa básica para o desenvolvimento econômico. O tripé “crescimento econômico – ecologia – equidade social”, consolidado a partir do Relatório Brundtland (1987) é visto então como resposta aos temores econômicos-ecológicos.

Neste sentido, Amazonas (2001) comenta que o ideal do desenvolvimento sustentável, enquanto conceito abrangente e multidisciplinar torna-se uma passagem obrigatória na maioria dos campos do conhecimento uma vez que há um consenso geral de que não existe análise econômica sem a incorporação do componente ambiental.

A proposta de avaliação do meio ambiente é então disseminada e as técnicas de valoração dos recursos naturais passaram a ser de grande valia como auxílio no processo de tomada de decisão (FALCO, 2010). Neste sentido, o desenvolvimento sustentável e a valoração ambiental passam a se associar, buscando a complementariedade entre si.

Mais especificadamente no ambiente urbano, a valoração ambiental tem sido discutida no sentido de agregar mais um valor ao bem natural, onde, a partir do diagnóstico da situação atual, novas possibilidades podem ser abordadas.

No entanto, para um pleno entendimento da expressão “valoração ambiental”, uma análise mais profunda nas relações entre economia e meio ambiente é necessária, levando em consideração o espaço urbano, palco de estudo do presente trabalho.

## 1.2 VALORAÇÃO AMBIENTAL: O DUELO NEOCLÁSSICO E A ECONOMIA ECOLÓGICA

Para um maior entendimento das questões econômico-ecológicas faz-se necessário uma análise mais profunda entre duas das vertentes que podem ser utilizadas para a realização da valoração ambiental.

Partindo do pressuposto de que a atividade econômica, a qualidade de vida e a coesão das sociedades humanas são dependentes dos bens e serviços oriundos do meio ambiente, é fundamental que a teoria econômica

considere as interconexões entre sistema econômico e seu meio externo, procurando compreender a dinâmica intrínseca aos processos naturais de suporte à vida e os impactos que as atividades humanas têm sobre os sistemas naturais (ANDRADE, 2008).

Como um sistema que interage com o meio ambiente, extraindo recursos naturais e devolvendo resíduos, a economia é marcada pela existência de vários paradigmas, distinguindo-se entre eles a economia ambiental neoclássica (Environmental Economics) – que seria uma tentativa de incorporar a problemática ambiental e a sustentabilidade no contexto econômico, e da economia ecológica (Ecological Economics) – uma teoria que amplia a análise dos problemas ambientais, interdisciplinar e que apresenta uma visão sistêmica da relação economia e meio ambiente. (ANDRADE, 2008)

A vertente da economia neoclássica do meio ambiente surge a partir do momento em que a economia clássica encontra-se pressionada a incorporar em seu meio questões de cunho ambiental. Considerando o ambiente como provedor de recursos ao sistema econômico, procura-se sob esta perspectiva, de uma forma genérica, saber se o caráter finito dos bens naturais pode se tornar um obstáculo à expansão do sistema econômico.

A valoração econômica ambiental de bens naturais, comumente utilizada, apoia-se na teoria ambiental neoclássica. Em uma tentativa em estimar “preços” para os recursos ambientais e, dessa forma, fornecer subsídios técnicos para sua exploração racional, inserem-se vários métodos de valoração (NOGUEIRA *et al.*, 2000).

Uma vez que os elementos ambientais possuem claramente valores econômicos, já que fornecem os insumos físicos que movimentam a economia, recebem os rejeitos de seu funcionamento e que a exaustão de recursos significaria danos econômicos consideráveis à economia, tanto de gerações presentes quanto futuras (AMAZONAS, 2001), determinar o valor econômico de um recurso ambiental é estimar o valor deste em relação aos outros bens e serviços disponíveis na economia (MOTTA, 1997).

Encarada como uma aplicação prática para o tratamento de questões ambientais, a valoração ambiental tem o objetivo de mostrar o valor econômico que certo bem ambiental pode oferecer, e o prejuízo irrecuperável que pode haver caso este seja destruído (MATTOS; MATTOS, 2003; ANDRADE, 2008).

Para Motta (1998), a valoração ambiental do meio ambiente é a tarefa de determinar a diferença de bem-estar das pessoas após mudanças na quantidade de bens e serviços ambientais, seja na apropriação por uso ou não.

Motta, em seu Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais (1997), explana que o valor econômico de um recurso natural é derivado de todos os seus atributos, associados ou não a seu uso. Portanto o valor econômico do recurso ambiental (VERA) é dado por seu valor de uso (VU) e valor de não-uso (VNU). Por sua vez, os valores de uso podem ser desmembrados em Valores de Uso Direto (VUD) – quando um indivíduo utiliza atualmente certo recurso ambiental; em Valor de Uso Indireto (VUI) – quando um recurso natural deriva de funções ecossistêmicas, como por exemplo, a proteção do solo; e em Valor de Opção (VO) – quando um indivíduo atribui valores diretos e indiretos, que poderão ser utilizados em um futuro próximo, como descobertas ainda não realizadas em plantas medicinais.

O valor de não uso (VNU), ou Valor de Existência (VE) deriva da posição moral, ética ou cultural em relação ao direito de existência de espécies não humanas, mesmo que estas não representem uso no presente ou futuro. Assim, a expressão para a determinação do valor de um bem natural seria dada por  $VERA = (VUD + VUI + VO) + VE$

Sendo assim, Amazonas (2001, p. 24) ainda comenta:

todos os valores ambientais, seja no que se refiram aos direitos das gerações futuras ou à vida natural, apenas possuem sentido se estes forem uma expressão de utilidades, a estes associadas, dos indivíduos da geração presente, ou seja, uma expressão, em termos monetários, de preferências individuais.

Partindo deste pressuposto, Mattos e Mattos (2004) dividem os métodos de valoração econômica em métodos indiretos e diretos. Os métodos diretos são os relacionados aos preços de mercado ou à produtividade, representando métodos utilizados para a valoração do consumo de capital natural. Os métodos indiretos são aqueles que são aplicados quando um determinado elemento do ecossistema, ou mesmo todo um ecossistema, não pode ser valorado, mesmo que indiretamente, pelo comportamento do mercado. Estes métodos utilizam um mercado substitutivo, definido pela análise de comportamentos reais, evidenciando as preferências individuais. Mattos e Mattos (2004) destacam alguns dos principais métodos indiretos, sendo eles:

a) Custo de Viagem - estimado a partir dos custos de deslocamento, utilizado para valorações em parques, áreas verdes, entre outros. Utiliza-se de questionários aplicados aos visitantes, levando em consideração gastos, hábitos, etc.

b) Preços Hedônicos - utiliza-se a partir da identificação de atributos ou características ambientais em um bem privado, na maioria das vezes imóveis, e mensura-se o preço implícito do atributo ambiental no preço de mercado do imóvel. Um exemplo comum é a relação da arborização em terrenos com imóveis, e o acréscimo na venda deste imóvel, pelo preço implícito da arborização (LAERA, 2006).

c) Valoração contingente - busca por meio de entrevistas pessoais revelar as preferências dos indivíduos por um bem ou serviço ambiental; consequentemente, busca captar a disposição a pagar (DAP) para garantir um benefício ou a disposição a aceitar (DAC) para incorrer em um malefício. Após a aplicação desses questionários, os resultados são tabulados e submetidos a uma análise de maneira a derivar valores médios dos lances de DAP ou DAC. É mais utilizado para a valoração de elementos da natureza como biodiversidade, patrimônio paisagístico, áreas de proteção ambiental, áreas de lazer, etc. (SILVA; LIMA, 2004; MATTOS; MATTOS, 2004; NOGUEIRA *et al.*, 2000).

Para Andrade (2008), o método de valoração contingente (c) seria o mais controverso. Dada sua larga utilização em pesquisas, tanto no Brasil quanto no exterior, o autor comenta que a simulação de mercado não traz todas as informações necessárias para valorar o verdadeiro “preço” da natureza. Além disso, se a DAP (disposição a pagar) for nula, significa dizer que determinado ecossistema valorado pode ser totalmente destruído, pois não há disposição para conservá-lo; o que pode não ser verdade.

De um modo geral, observa-se que os métodos já descritos de valoração ambiental não resolvem o problema de valorar os recursos ambientais, uma vez que existe uma grande gama de fatores naturais envolvidos, não contabilizados nos métodos diretos ou indiretos, surgindo uma necessidade de métodos mais robustos para valorar ambientalmente um bem.

A respeito da avaliação dos impactos econômicos, Nogueira *et al.* (2000) ainda alertam que é necessário entender e medir os efeitos físicos, químicos e

biológicos dos bens naturais, além da deficiência em se imputar valores monetários a bens e serviços não transacionados em mercados, a partir dos métodos empíricos.

Já, por outro viés, surge a Economia Ecológica, ramo relativamente recente, integrando conceitos das ciências econômicas e das ciências naturais – principalmente da ecologia, oferecendo uma perspectiva integrada e sistêmica das interações meio ambiente e economia.

Originada a partir da crítica ambientalista, principalmente a partir dos anos de 1960, esta corrente constitui uma forma de análise econômica centrada no papel dos elementos ambientais - biofísico-ecológicos -, enquanto sistema de suporte para o processo econômico, interpretando-o com base nestes elementos (AMAZONAS, 2001).

Corroborando com o que argumenta Andrade (2008, p.18) explana:

A economia ecológica vislumbra a economia como um subsistema de um ecossistema global maior – finito e materialmente fechado, embora aberto ao fluxo de energia solar –, o qual impõe limites ao crescimento físico do sistema econômico. Além desse reconhecimento explícito, os economistas ecológicos centram seus esforços no entendimento da dinâmica subjacente aos processos naturais e econômicos, na tentativa de compreender as interfaces existentes entre essas duas dinâmicas, conferindo, assim, um caráter holístico e integrado nas análises dos problemas ambientais.

Sendo assim, a partir de uma abordagem pluralista, ampliando os modelos neoclássicos e deixando evidentes as trocas de matérias e energia entre o sistema econômico e o meio ambiente, a economia ecológica admite a importância dos fluxos materiais e energéticos, e se dedica à análise das leis da termodinâmica e suas implicações para a dinâmica econômica. Caracterizada ainda pelo pluralismo metodológico, a economia ecológica admite que as questões ambientais possam ser abarcadas a partir da integração de diferentes perspectivas analíticas.

A respeito das duas primeiras leis da termodinâmica, que seriam a lei da conservação da matéria e energia (primeira lei) e lei da entropia (segunda lei), Andrade (2008) ainda comenta que principalmente têm implicações para a escassez, a qual é considerada o principal problema da economia. Uma vez que matéria e energia são recursos escassos, as mesmas devem ser alvo das análises econômicas.

Sendo assim, partindo do pressuposto que nenhuma matéria ou energia não pode ser criada ou destruída, que nada se perde e nada se cria, apenas podem ser convertidas em suas formas possíveis, percebe-se que a base do sistema econômico atual é finita, fato este muitas vezes negligenciado, e que vai antagonicamente de encontro à atual forma de desenvolvimento capitalista mundial.

A segunda lei, da entropia, por sua vez, “estabelece que a energia do universo, embora constante, sofre um processo de irreversível mudança de um estado disponível para um estado indisponível.” (ANDRADE, 2008, p. 20) Segundo Amazonas (2001), a entropia é um conceito integrador da análise da interação entre a dinâmica ambiental e a econômica. Em um sentido unidimensional, Sinisgalli (2006) ainda comenta que o processo econômico tem um sentido único: da transformação de recursos naturais de baixa entropia em produtos e resíduos de alta entropia. Neste sentido, o autor ainda comenta que as relações entre o processo econômico e as leis da física reduzem-se à noção entre a entrada de recursos naturais que são transformados, via uso de energia, em produtos, gerando rejeitos e calor.

É, portanto, a partir das duas leis da termodinâmica que a economia ecológica é fundamentada. A valoração ambiental, a partir deste viés, é então discutida sob diferentes aspectos, em um universo mais ampliado e transdisciplinar. Nas palavras de Andrade (2008, p. 26):

a economia ecológica abarca a valoração monetária, mas também avaliações físicas e sociais das contribuições da natureza e os impactos ambientais da economia humana, medidos em seus próprios sistemas de contabilidade

Parte-se do princípio que a natureza oferece gratuitamente os serviços básicos aos homens, como o ciclo da chuva, o calor solar, ventos, biodiversidade, etc., e conectar estes serviços aos serviços humanos seria uma tarefa necessária para uma análise ambiental mais consistente.

### 1.3 VALORAÇÃO AMBIENTAL DO ESPAÇO URBANO

A transformação da paisagem em ambiente urbano ao longo dos tempos transformou não apenas o espaço, visível, tangível e complexo, mas também o

autor destas modificações, o ser humano, seu modo de viver, suas necessidades e suas relações sociais.

A crescente e nítida magnitude dos problemas urbanos no Brasil, seja nos aspectos ambientais, sociais e econômicos, aliada à precariedade do planejamento por parte do poder público faz com que a qualidade de vida, condição mínima de vivência por parte da população, seja um objetivo a ser conquistado por todos.

Sendo assim, para Narciso (2008), a percepção do elevado grau de degradação ambiental das cidades e do colapso ecológico do planeta encaminha-se para a necessidade de adoção de um novo padrão de desenvolvimento das economias mundiais.

Partindo deste pressuposto, a organização do espaço, objeto de estudo da ciência geográfica, e mais especificamente o espaço urbano, palco do estudo do presente trabalho, apresenta diferentes percepções e prismas a serem encarados e analisados, como o aspecto econômico e o ambiental, discussões estas fundamentais para o entendimento da temática proposta.

Sendo assim, o espaço da cidade, encarado enquanto um espaço desigual, dinâmico, mutável e complexo, pode, então, ser analisado e valorado a partir de seus diferentes elementos morfológicos. Partindo-se do pressuposto que a morfologia urbana é o estudo da forma do meio urbano em seu aspecto físico exterior a partir de seus elementos quantitativos, qualitativos e figurativos, percebe-se que em um centro urbano existe uma grande gama de elementos, que, organizados e articulados entre si, resultam na constituição do espaço urbano, único e complexo (NARCISO, 2008).

A necessidade da identificação e clarificação destes elementos que formam o espaço urbano, para sua posterior análise e valoração faz-se então necessário. De acordo com Santos (1985), para que se possa compreender a evolução da totalidade social espacializada torna-se fundamental o entendimento dialético entre estrutura, processo, função e forma:

Forma, função, estrutura e processo são quatro termos disjuntivos associados, a empregar segundo um contexto do mundo de todo o dia. Tomados individualmente, representam apenas realidade parciais, limitadas, no mundo. Considerados em conjunto, porém, e relacionados entre si, eles constroem uma base teórica e metodológica a partir da qual podemos discutir os fenômenos espaciais em totalidade (SANTOS, 1985, p. 52).



Seria, portanto, a partir destas inter-relações sociais e econômicas das categorias analíticas, que fazem parte da totalidade espacial, que se pode analisar mais profundamente a realidade e os fenômenos espaciais.

Com relação à forma, percebe-se que componentes como casas, logradouros, quarteirões, praças, parques, árvores e vegetação, nos vários contextos históricos, são semelhantes entre os diversos centros urbanos. (LAMAS, 2010). A maneira, no entanto, que lhe são priorizados os recursos provindos, planejamento ou relevâncias sociais são distintas, variando de acordo com o valor dado pela sociedade.

Neste contexto, os espaços abertos públicos da cidade, o verde urbano, surgem como um elemento morfológico de sociabilização, como uma necessidade do homem em encontrar-se mais diretamente conexo à natureza dentro da cidade, elemento este passível de valoração. A nova perspectiva dada à arborização urbana, a partir desta visão, orienta novos aspectos projetados através do simbolismo, formas de criação e valorização pela apropriação da sociedade. Narciso (2008), ainda alerta para a utilização errônea destes elementos:

Esses espaços são objeto duma atenção superficialmente condescendente, na qual se observam operações puramente funcionais, embelezamentos e intervenções pitorescas que em nada valorizam e identificam o lugar (NARCISO, 2008, p. 8)

A partir da constatação da valoração ambiental do verde urbano, sobretudo da arborização urbana, a perspectiva de avanço no planejamento de uma nova política, levando-se em conta a relevância dos bens naturais urbanos e o tratamento do “verde” como parte integrante da cidade, engendra um processo de forma integrada, como componente urbano inserido numa realidade maior – ecológica – e também articulado com todas as suas partes internas e externas.

Questionar-se a respeito da ordem dos elementos morfológicos que preside uma cidade é, portanto, questão relevante neste estudo, sobretudo das árvores urbanas. É neste sentido que para Gomes (2002) existe a ideia de um arranjo físico das coisas, pessoas e fenômenos, que é orientado seguindo um plano de dispersão sobre o espaço. No caso das cidades a chamada “trama locacional”, seria a lógica e a razão que preside estas distribuições, que faz parte do próprio fenômeno urbano.

Neste sentido, a citação de Gomes (2002, p. 19) torna a ideia mais clara:

A cidade é uma forma necessária a um certo gênero de associação humana, e suas mudanças morfológicas são condições para que esta associação se transforme. Assim, uma análise geográfica do espaço urbano deve imperativamente ser nutrida da disposição locacional dos objetos espaciais confrontados com o comportamento social que aí tem lugar.

Uma vez que, partindo desta premissa, o espaço urbano seja conduzido por uma trama locacional, ou seja, o fato das ações ocorrerem de uma forma única em diferentes locais percebe-se que as formas espaciais, sejam elas naturais ou metamorfoseadas, são abarcadas a partir desta concepção: não são conduzidas ao acaso, mas sim estruturadas de acordo com uma trama.

Neste sentido a disparidade em que os aspectos econômicos assumem quando comparados aos aspectos ambiental e social no espaço urbano podem muitas vezes gerar dificuldades no estabelecimento de políticas públicas e melhorias na qualidade de vida da população.

Tendo em vista que, como afirmou Oliveira (1994, p. 142) “as sociedades produzem o espaço, conforme seus interesses em determinados momentos históricos”, percebe-se que de uma maneira geral atualmente o espaço urbano é voltado ao dinamismo do capital, e as questões ambientais são muitas vezes postas em segundo plano. De acordo com Andrade (2001, p. 20) “as cidades são a expressão máxima do impacto do ser humano sobre a natureza”, e neste sentido, a tarefa de gerir e minimizar os efeitos negativos das ações dos homens sobre o meio ambiente urbano torna-se imperativa.

No mesmo sentido, Moro (1976) ainda afirma:

a constante urbanização nos permite assistir, em nossos grandes centros urbanos, a problemas cruciais do desenvolvimento nada harmonioso entre a cidade e a natureza. Assim, podemos observar a substituição de valores naturais por ruídos, concreto, máquinas, edificações, poluição etc.. E, que ocasiona entre a obra do homem e a natureza crises ambientais cujos reflexos negativos contribuem para degeneração do meio ambiente urbano, proporcionando condições nada ideais para a sobrevivência humana. (MORO, 1976, p.15)

Corroborando os autores acima, Oliveira (2002, p.7) ainda comenta:

[...] essa crise ecológica/ ambiental evidenciada através de dois elementos característicos da sociedade contemporânea: tecnologia e crescimento, nos incita ao questionamento de um estilo de desenvolvimento internacionalizado, que se revela enquanto modelo de desenvolvimento ambientalmente predatório e socialmente injusto,

manifestado, principalmente nos processos de modernização da agricultura, de urbanização e de exploração desenfreada dos recursos naturais.

É, portanto, desta forma que a questão ambiental passa a ser vista com outros olhos pela população: a partir da constatação do crescimento urbano, acarretando em boa parte a destruição de suas características naturais em favor da expansão territorial, dentro de uma lógica de economia capitalista, é que as áreas verdes passam a ter maior importância na vivência urbana do homem.

O debate técnico-científico sobre a proteção ambiental urbana é então colocado em um novo patamar, onde, a partir da percepção da importância e valorização de seus elementos morfológicos, a construção e vivência na cidade passam a ser de interesse coletivo e público.

A arborização urbana insere-se, portanto, neste contexto como um dos principais ícones em defesa ao meio ambiente urbano, à qualidade de vida e à sustentabilidade, passível de valorização. A partir da perspectiva da valorização ambiental, as árvores urbanas podem apresentar uma maior relevância para a sociedade e para o espaço urbano, e a partir deste novo viés, novos conceitos de valorização socioambiental podem ser apresentados e o real valor das árvores urbanas pode ser analisado.

#### 1.4 A ARBORIZAÇÃO URBANA E A VALORAÇÃO DE SEUS BENEFÍCIOS

A questão da arborização em ambientes urbanos torna-se um componente fundamental quando pensada juntamente com a sustentabilidade e a minimização dos impactos negativos dos homens sobre o meio urbano. Como parte de um espaço recriado, ela insere-se neste contexto como um elo entre homens e natureza, onde atua contra a artificialidade do meio e tem atribuições significativas ao que tange à qualidade de vida, seja por meios estéticos, diminuição da poluição ou melhora no microclima urbano.

Fazendo um apanhado histórico, percebe-se que as árvores urbanas perpassam a história, podendo ser encontradas na Bíblia em diversos trechos, na mitologia grega, em manuscritos datados do período pré-colombiano, dentre outras grandes civilizações, de diferentes espaços e tempos (BARROS, 2010).

Encontrada ainda em diversas expressões artísticas, como na poesia, na pintura e em músicas, a árvore, neste contexto, representa uma ligação do indivíduo com o meio ambiente, que principalmente no espaço urbano encontra-se distanciado da natureza. O modo como a arborização foi e é projetada e construída reflete uma cultura, seu modo de viver e de que modo os homens interagem com seu meio (BONAMETTI, 2003).

Percebe-se que no Brasil a presença de praças e ambientes arborizados provém dos primeiros séculos de colonização onde já na primeira metade do século XVII, em Recife, Pernambuco, durante a invasão holandesa no nordeste do país, laranjeiras, tangerinas e limoeiros foram retratados (LOBODA e DE ANGELIS, 2005). Como um dos primeiros jardins públicos do país, no ano de 1779 o Passeio Público no Rio de Janeiro, é construído (SEGAWA, 1996). Na mesma cidade, em 1869 foram estabelecidas normas para o plantio de árvores viárias, e em 1882 as árvores de rua são normatizadas pela Corte (MILANO e DALCIN, 2000).

Já no início do século XX há o reconhecimento sobre os benefícios das plantas nas áreas urbanas, e o ajardinamento dos chamados vazios urbanos, é incentivado (SEGAWA, 1996). Nota-se que ao longo dos anos, o papel desempenhado pelas áreas verdes em espaços urbanos é uma consequência das necessidades sociais e reflexo dos gostos e costumes desta sociedade (LOBODA e DE ANGELIS, 2005)

A definição mais simplista do termo arborização urbana baseia-se no plantio de árvores na cidade. Para Santos e Teixeira (2001) considera-se arborização o conjunto de exemplares arbóreos de porte e forma compatível com o espaço, sem problemas físicos ou sanitários. Segundo Benetti e Hilgenberg (2001) a arborização urbana é toda vegetação que ocorre no espaço urbano construído ou loteado, podendo ser de porte arbóreo, arbustivo ou rasteiro.

Além da arborização, consideram-se ainda definições de expressões utilizadas no contexto, como os termos apontados em Lima *et al.* (1994), e que muitas vezes podem ser confundidas:

1. Espaço livre: trata-se do conceito mais abrangente, integrando os demais e contrapondo-se ao espaço construído em áreas urbanas.
2. Área verde: onde há o predomínio de vegetação arbórea, englobando as praças, os jardins públicos e os parques urbanos. Os canteiros centrais de avenidas e os trevos e rotatórias de vias públicas que exercem apenas funções estéticas e ecológicas, devem, também, conceituar-se como área verde. Entretanto, as árvores que acompanham o leito das vias públicas não devem ser consideradas como tal, pois as calçadas são impermeabilizadas.
3. Parque urbano: é uma área verde, com função ecológica, estética e de lazer, no entanto com uma extensão maior que as praças e jardins públicos.
4. Praça: é um espaço livre público cuja principal função é o lazer. Pode não ser uma área verde, quando não tem vegetação e encontra-se impermeabilizada.
5. Arborização urbana: diz respeito aos elementos vegetais de porte arbóreo dentro da cidade. Nesse enfoque, as árvores plantadas em calçadas fazem parte da arborização urbana, porém não integram o sistema de áreas verdes.

A arborização, portanto, é entendida aqui enquanto os elementos vegetais de porte arbóreo localizadas no espaço urbano. Percebe-se que os benefícios oriundos da arborização urbana são amplos e diversos. Bonametti (2003) comenta que as árvores podem contribuir para a redução de níveis de poluição atmosférica e sonora, para a estruturação de vias e para a criação de espaços de referência nas cidades. Podem ainda revalorizar muitos dos espaços contemporâneos urbanos, transformando morfologicamente áreas já ocupadas e deterioradas. Loboda e De Angelis (2005) ainda comentam que as contribuições ecológicas ocorrem na medida em que os elementos naturais que compõem os espaços urbanos minimizam os impactos decorrentes da industrialização.

Neste contexto, Malavasi e Malavasi (2001, p. 190) ainda comentam:

As propriedades inerentes ao bem-estar do homem cidadão estão, portanto, vinculadas ao componente vegetal que faz parte dos aglomerados urbanos. Plantar árvores nas cidades significa assim atender a dupla natureza humana: a biológica e a cultural.

Os benefícios provindos da arborização urbana são inúmeros, podendo ainda ser destacados a purificação do ar, a suavização de temperaturas extremas, a conservação da umidade dos solos, a redução na velocidade dos ventos, a permeabilidade e fertilidade do solo, a diminuição do escoamento superficial de áreas impermeabilizadas, o abrigo à fauna existente e influência positiva no balanço hídrico. Transmite ainda bem estar psicológico, atenuação de stress, incentiva atividades lúdicas e físicas e muitas vezes fomenta o

turismo (BIONDI; ALTHAUS, 2005; LOBODA ; DE ANGELIS, 2005; BARROS, 2010).

Para a Agência de Registro de Ações de Controle Climático da Califórnia (CCAR – California Climate Action Registry), por meio de seu Protocolo de Árvores Urbanas de 2008, as árvores no entorno de construções, por reduzir o aquecimento, diminuem o uso do ar condicionado, reduzindo assim as emissões de gases de efeito estufa associadas ao consumo de eletricidade. A constatação dos benefícios de ordem ambiental leva a considerar, através de um processo lógico, a existência de benefícios econômicos e sociais da arborização (LAERA, 2006).

Neste sentido, Laera (2006) comprovou em seus estudos a relação da valorização imobiliária com a arborização urbana: para cada acréscimo da variável “árvore pública” correspondeu a um acréscimo de R\$ 399,96 na variável “preço do imóvel” para o bairro Recreio dos Bandeirantes, na cidade do Rio de Janeiro.

Em seus estudos, Detzel (1993) demonstrou que as árvores urbanas da cidade de Maringá – Paraná, entre 1 e 50 anos representam os valores respectivos de US\$60,00 a US\$ 6.850,00. Estes valores foram baseados nos custos de manutenção e implantação das mesmas e eram menores que os previstos em Lei para multas relativas às árvores. O trabalho deu respaldo técnico-econômico às penalizações que ocorreram na cidade.

Em sua pesquisa, Leal (2007) apontou que para a cidade de Curitiba – Paraná, os custos de implantação e manutenção das árvores, com idades entre 1 e 30 anos, variaram de R\$ 275,02 a R\$ 9.003,18 (espécies de pequeno porte e taxa de crescimento rápido em viveiro) a R\$ 462,82 a R\$ 18.913,96 (espécies de grande porte e crescimento lento em viveiro), demonstrando assim que os valores das multas existentes foram inferiores aos custos estimados da arborização de ruas.

Percebe-se, portanto, que tendo por justificativa a aplicação direta no planejamento, a valoração da arborização pode fornecer dados importantes para o estabelecimento de multas, determinação do patrimônio físico-financeiro de uma cidade, avaliação de propriedades imóveis, dentre outros (SANTOS,1996). A tentativa de relacionar diretamente as árvores urbanas com suas funções ambientais, e expressar estes benefícios em termos monetários,

desconsidera, por outro lado, fatores intangíveis relacionados à natureza, que dificilmente são considerados neste tipo de levantamento.

A necessidade de avaliar os bens ambientais e incorporá-los ao processo decisório é uma preocupação antiga. A partir dos anos 70, essa questão ganhou destaque mundial devido à internalização de que os recursos naturais, antes considerados ilimitados e gratuitos, na realidade são escassos (FALCO, 2010).

Desta forma, o meio ambiente tornou-se alvo do interesse econômico e as técnicas de valoração dos recursos naturais passaram a ser de grande valia como auxílio no processo de tomada de decisão e sustentabilidade. Desse modo, a disposição de áreas verdes, e conseqüentemente de árvores, no contexto das cidades, mostra-se como uma das possibilidades na aplicação de processos econômicos de valor.

A valoração de bens naturais deve ser utilizada para melhorias das decisões públicas, no sentido de obter ações sustentáveis e maiores benefícios para a população (LAERA, 2006). Ainda segundo a autora:

A teoria e os métodos de valoração econômica têm sido utilizados para estimar as parcelas de valor econômico das áreas verdes urbanas, incluindo o valor de uso direto, o valor dos serviços ambientais e melhoria da saúde física e mental humana além da valorização econômica dos espaços urbanos. Esses dados utilizados na gestão pública resultam em melhor configuração do investimento público ambiental, com decisão por prioridades de ações, onde sejam determinados quais os benefícios que deverão ser procurados com mais ênfase e de que maneira é possível obter maiores vantagens em condições sustentáveis do ponto de vista econômico e ambiental. (LAERA, 2006, p. 79)

Corroborando a autora, a questão da valoração ambiental encontra muitos adeptos que, através da estimação de valores de serviços ambientais, conseguem melhor planejar o espaço urbano, a partir da análise custo/benefício de bens naturais.

## 1.5 A VALORAÇÃO EMERGÉTICA COMO METODOLOGIA PARA A VALORAÇÃO AMBIENTAL

Surge dentro do viés da economia ecológica, o conceito de Emergia, uma metodologia de valoração ambiental que consegue oferecer uma aproximação ecológica na estimativa de valores, através da abordagem

sistêmica, a qual já foi aplicada para o cálculo específico de vários ecossistemas, e que neste trabalho será aplicada em relação às árvores no espaço urbano de Ponta Grossa – PR.

A emergia pode ser definida como a energia total utilizada para produzir um recurso da biosfera (ORTEGA et al., 2008).

O termo emergia, proposto no ano de 1983 por Howard Thomas Odum, faz parte de uma teoria ainda maior, desenvolvida pelo mesmo autor, a respeito do funcionamento do sistema ecológico e outros sistemas. Segundo Odum (1968), a energia é o fator limitante mais relevante para um ecossistema. Para Sinisgalli (2006), o conceito de emergia passou por uma evolução ao longo dos anos, procurando a melhor maneira de quantificar e definir a energia dentro dos sistemas seja este sistema físico, químico, biológico, ecológico, econômico ou social.

Utilizando os fluxos de energia como fator integrador, Odum instituiu um critério energético para evolução e seleção natural dos sistemas, onde, como base da teoria encontra-se o conceito de energia incorporada, ou **emergia** – palavra construída como abreviação de *embodied energy*. Amazonas (2001) explana melhor a ideia:

Nas redes hierárquicas de um sistema a energia vai convertendo-se progressivamente em novas formas de qualidade superior, para isso sendo utilizadas grandes quantias de energia de qualidade inferior. Conforme a energia vai convertendo-se de uma forma a outra, cresce sua qualidade, ao passo que decresce a quantidade absoluta de energia contida nestas formas. Amazonas (2001, p. 105)

Neste sentido, a energia incorporada, ou emergia, seria então a quantidade total de energia gasta em cada etapa da cadeia para a geração da forma de qualidade superior. Sob o aspecto econômico, a emergia corresponde a toda e qualquer forma de energia transformada para gerar um bem ou serviço. A emergia, também chamada de energia incorporada, ou memória energética, corresponde, portanto, a uma medida de valor, ou valor-energia (AMAZONAS, 2001).

Para Ortega (2002), na economia convencional o preço de um bem natural poderia ser descrito como a somatória das despesas com insumos, mão-de-obra, lucro dentre outros. Porém, percebe-se que esta precificação não analisa a contribuição da natureza na formação dos insumos utilizados, ou



despesas resultantes da exclusão social gerada pelo empreendimento e pagas pela sociedade local.

A emergia aparece, então, como metodologia que reconhece e mede a hierarquia universal de energia. Uma vez que há energia em tudo no planeta, ela pode ser usada para avaliar a riqueza real em uma base comum, considerando-se todas as entradas e saídas do conjunto de sistemas envolvidos (ORTEGA, 2002; ORTEGA e BACIC, 2009). No entanto, para que a energia que existe nos produtos não seja confundida com a energia que é utilizada para fazê-los, as unidades emergéticas são denominadas *emjoules*, ou *joules* de energia solar equivalente, (seJ), uma vez que a emergia é diretamente associada à fonte primária de energia, que é o sol. (SINISGALLI, 2006).

Na metodologia emergética costuma-se usar a emergia de insolação solar como a medida comum. Para transformar a emergia de um tipo, em outra unidade de energia, costuma-se utilizar um fator de conversão, o qual é chamado de transformidade. Para Ortega (2002) a transformidade mede a qualidade de energia e sua posição na hierarquia de energia universal, ou seja, é a emergia por unidade de energia. Ainda nas palavras deste autor:

Na contabilidade ambiental, para que possam ser somadas, as energias devem estar representadas sob a mesma forma. Por isso, cada uma delas é, previamente, convertida em seu equivalente de energia solar, usando-se para isso o fator denominado **transformidade** (ORTEGA, 2003, p. 8).

Representada então pela soma da energia necessária sobre o valor calórico do produto, ou seja, a emergia sobre a energia calórica, a transformidade pode ainda ser expressa em outras unidades como seJ / unidade monetária, seJ / kg de produto, etc.

Neste sentido, a energia disponível em um sistema é transformada, em um processo interativo, em uma energia de quantidade menor, porém de maior qualidade, a qual será aproveitada em uma próxima etapa do sistema.

Para Ortega (2008) como a maioria das pessoas tem dificuldades em lidar com números grandes (como os valores em emergia solar dos recursos) é recomendado o uso do *emdólar*, que se obtêm a partir da análise emergética da economia local. Assim pode-se obter a razão [emergia/dinheiro]. Ela varia com o tempo e com o perfil da economia da região, e a partir dela pode-se

converter o valor de um fluxo de energia em fluxo de *emdólares* - *Em\$*, que é o seu valor econômico equivalente (ou vice-versa). Os *emdólares*, portanto, indicam o dinheiro circulante cujo poder de compra está estabelecido pelo uso de uma quantidade de energia (ORTEGA, 2002). Para Watanabe (2008) o *emdólar* sinaliza a proporção entre a energia investida por um país, em energia solar, para gerar um dólar circulante na economia interna. Na prática, a relação energia/dinheiro é obtida pela divisão da energia solar total relativa aos bens e serviços da nação pelo valor do seu produto interno bruto (PIB), dado em dólares (US\$).

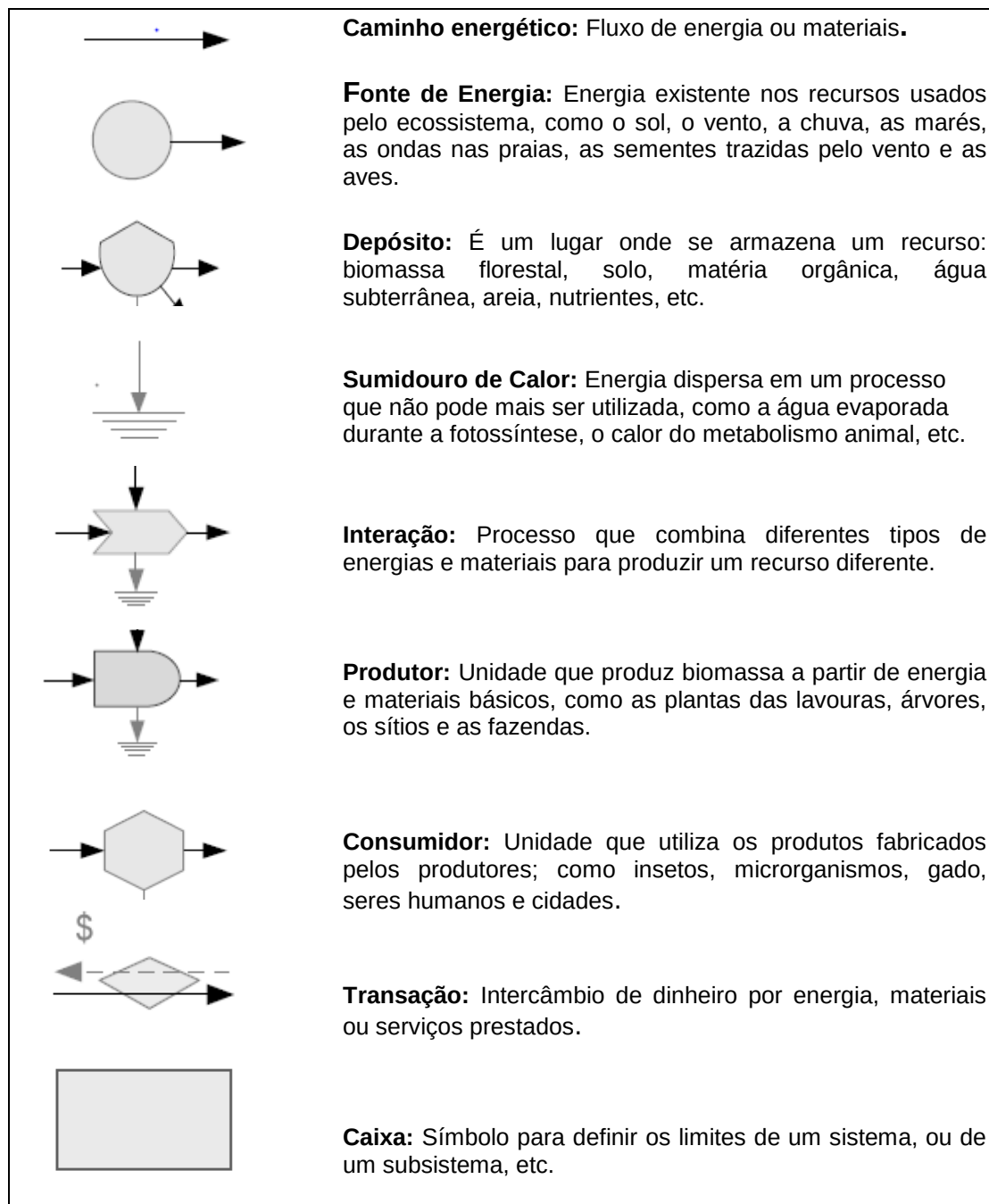
Para Eurich (2011), a primeira premissa para a análise emergética é o pleno conhecimento do sistema de estudo. Ortega (2002) considera como sistema o conjunto de elementos com atributos e funções específicas, que interagem entre si e com o meio externo de forma organizada (natural ou artificialmente), conformando assim um ente funcional.

Todos os sistemas podem estar sujeitos à externalidades, e/ou possuem estoques internos que podem ser aproveitados como fontes de energia. Seus elementos interagem entre si, criando uma coesão interna, exercem influência no meio em que atuam e dissipam calor e materiais. (ORTEGA, 2003).

Desenvolvida por H.T Odum, a linguagem dos sistemas possui símbolos próprios e diagramas, que se organizam de maneira a expressar o sentido do fenômeno estudado, conforme os símbolos demonstrados na Figura 1.

Para a realização de um diagrama de sistema, deve-se levar em consideração que os fluxos simples, ou de menor intensidade, além dos estoques naturais, mas com maior energia disponível, são colocados à esquerda. Os de maior complexidade, com conseqüente decréscimo de energia, à direita. As fontes dos recursos devem ainda ser divididas em três categorias: renováveis, não renováveis e provenientes da economia. (EURICH, 2011).

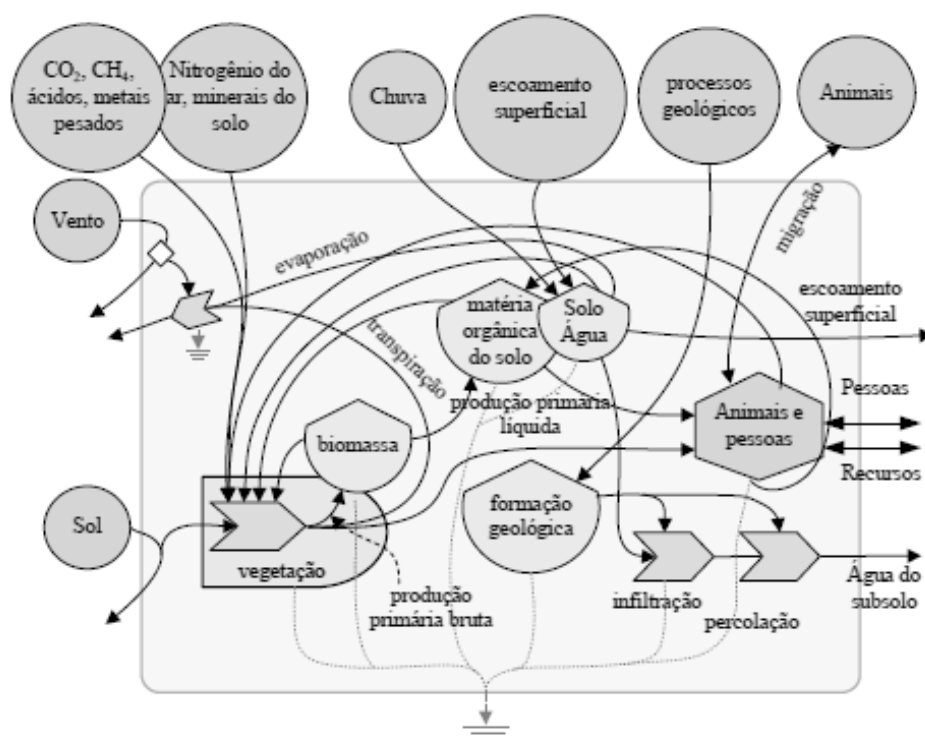
FIGURA 01: Simbologia sistêmica utilizada para representação de diagramas.



Fonte: Adaptado de ORTEGA (2008)

Pode-se observar como exemplo na Figura 02 a representação do ecossistema, através de um diagrama elaborado por Ortega (2008):

FIGURA 02: Diagrama do ecossistema.



Fonte: ORTEGA (2008)

Após a preparação de diagramas de fluxos de energia devem-se obter alguns índices, que facilitam o estudo e servem como indicadores de desempenho emergético. Calculados a partir dos resultados da tabela de avaliação de fluxos de energia, pode-se citar a porcentagem de renovabilidade, a taxa emergética de rendimento líquido, a taxa de carga ambiental e a taxa emergética de investimento como alguns dos indicadores que podem ser utilizados, dentre outros.

A proposta da metodologia emergética é, portanto, partir do conhecimento do funcionamento de ecossistemas naturais, extrapolar sua noção para a economia, definindo o valor dos recursos e serviços ambientais com critérios objetivos e em apenas uma base de cálculo, diferentemente da noção subjetiva que a economia ambiental neoclássica prega.

Para Odum (2000), os cálculos de energia podem fornecer bases para a tomada de decisões sobre o meio ambiente e a economia, uma vez que a partir desta metodologia o trabalho da natureza é reconhecido, valorizado e reforçado. Neste sentido, Ortega (2008) aponta que os valores relativos à contribuição da natureza devem ser empregados para garantir a reposição

daquilo que foi extraído, para manter a fertilidade do ecossistema e para gerar controles para assegurar a sustentabilidade e governança do sistema. A partir dos índices emergéticos é possível analisar as opções da sociedade, e apontar melhores caminhos, levando em consideração a sustentabilidade dos sistemas.

Neste sentido, muitos foram os trabalhos realizados a partir da metodologia emergética, avaliando diversos sistemas, em diferentes áreas do conhecimento.

A análise emergética mundial foi calculada por Brown e Ulgiati (1999). Segundo os autores, a energia total da biosfera é composta por 32% de fluxos renováveis, provindo da luz solar, marés e calor. A sustentabilidade da economia global foi também calculada, demonstrando que a mesma vem decaindo vertiginosamente. Em valores monetários, o capital natural de toda a Biosfera foi estimado em *Em\$* 6,85 quadrilhões (ou 739,8 E25 sej<sup>1</sup>). Em 2004 os mesmos autores, também em escala global, calcularam a energia contida nos principais processos da biosfera, como a circulação dos ventos, a precipitação, a energia potencial dos rios, a corrente oceânica, etc.

Para Watanabe (2008) na literatura brasileira a avaliação de sistemas através da análise emergética está voltada, na maioria dos estudos, para sistemas agrícolas e projetos agroindustriais. Em âmbito regional, Eurich (2011) estudou duas propriedades rurais: a Chácara Alcerich, classificada como tradicional, localizada no município de Palmeira – PR e o Sítio Família Méier com a adoção do Sistema de Pastoreio Racional Voisin, localizado no município de Dionísio Cerqueira – SC. Foi aplicada a valoração emergética no sentido de avaliar a sustentabilidade de dois agrossistemas de produção pecuária leiteira familiar, além do cálculo de rentabilidade econômica e relação sócio fundiária. A metodologia emergética corroborou para a visualização de potenciais e limites quanto à sustentabilidade dos sistemas. O Sítio Família Méier demonstrou maior sustentabilidade na forma holística da palavra.

Outras linhas de estudo emergético já podem também ser encontradas. Roncon (2011) aplicou os conceitos de avaliação emergética para estimar o valor econômico de Áreas de Preservação Permanente no Estado de São Paulo. Foram assim identificados valores econômicos relativos aos bens,

---

<sup>1</sup> A notação E25 significa 10<sup>25</sup>.

serviços e danos ambientais de cinco áreas remanescentes da Serra da Mantiqueira em diferentes tempos de sucessão natural secundária. Os valores encontrados demonstram uma tendência ascendente em função do tempo da sucessão natural secundária, destacando a importância de áreas preservadas com vegetação nativa.

Em suas pesquisas, Albuquerque (2012) analisou o processo de recuperação de uma área degradada por meio da implantação de um sistema agroflorestal no Sítio Catavento, localizado em Indaiatuba, São Paulo, evidenciando assim a viabilidade econômica de sistemas agroflorestais, por meio da análise emergética.

Neste sentido, Frimaio *et al.* (2010) avaliaram um sistema de compensação ambiental, implantado pelo aterro sanitário Sítio São João, na cidade de São Paulo. Os resultados deste estudo indicaram que o sistema da compensação ambiental possui energia total de  $4,39 \times 10^{16}$  seJ. A produção de mudas de espécies nativas da Floresta Atlântica do planalto paulistano realizado no Projeto de Compensação Ambiental foi comparada à produção intensiva de eucalipto (*Eucalyptus spp.*) na região de Itatinga, no Estado de São Paulo: para produzir cada joule de energia de uma muda de árvore nativa, foram necessários  $7,13 \times 10^{11}$  joules de energia solar.

Na mesmo caminho, Mariano *et al.* (2011) avaliou dois parques na Zona Leste de São Paulo a partir da metodologia emergética: o Parque Linear Tiquatira e o Parque Vila Silvia. Foram contabilizados os fluxos de energia e materiais na manutenção e uso em cada um dos parques. A energia total do Parque Linear Tiquatira foi de  $1,52 \times 10^{17}$  seJ/m<sup>2</sup>, sendo 57% referente aos recursos naturais renováveis e 43% dos provenientes da economia. A energia total do Parque Urbano Vila Silvia é de  $1,68 \times 10^{16}$  seJ/m<sup>2</sup>, sendo 9% de recursos naturais renováveis e 91% dos recursos da economia.

A proposta da valoração emergética em árvores urbanas será, portanto, uma nova abordagem de valoração ambiental, uma vez que não foi encontrado na literatura um precedente sobre a relação de árvores urbanas e valoração emergética. Destaca-se que, desta maneira, enquanto trabalho pioneiro, este estudo ainda não pôde ser comparado a outros sistemas de arborização, ficando no aguardo de novas pesquisas para sua posterior comparação.

Sob uma perspectiva diferenciada onde além do sistema econômico, que leva em consideração basicamente os fluxos monetários – como já realizados por diversas pesquisas (LEAL, 2007; LAERA, 2006; DETZEL,1993); os fluxos e estoques de energia serão também considerados, apresentando assim novos valores para árvores urbanas em Ponta Grossa – PR, a partir do emprego do conceito de energia.

## **CAPÍTULO 2**

### **ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Este capítulo trata das etapas realizadas para a produção da presente pesquisa, tendo o intuito de apresentar os procedimentos realizados para valorar os estoques e os serviços ambientais proporcionados pelos espaços arborizados da área central de Ponta Grossa e a metodologia emergética utilizada para tal objetivo. Para tanto, inicialmente apresenta-se a descrição e caracterização da área de estudo, as fontes de coleta de dados e a metodologia emergética.

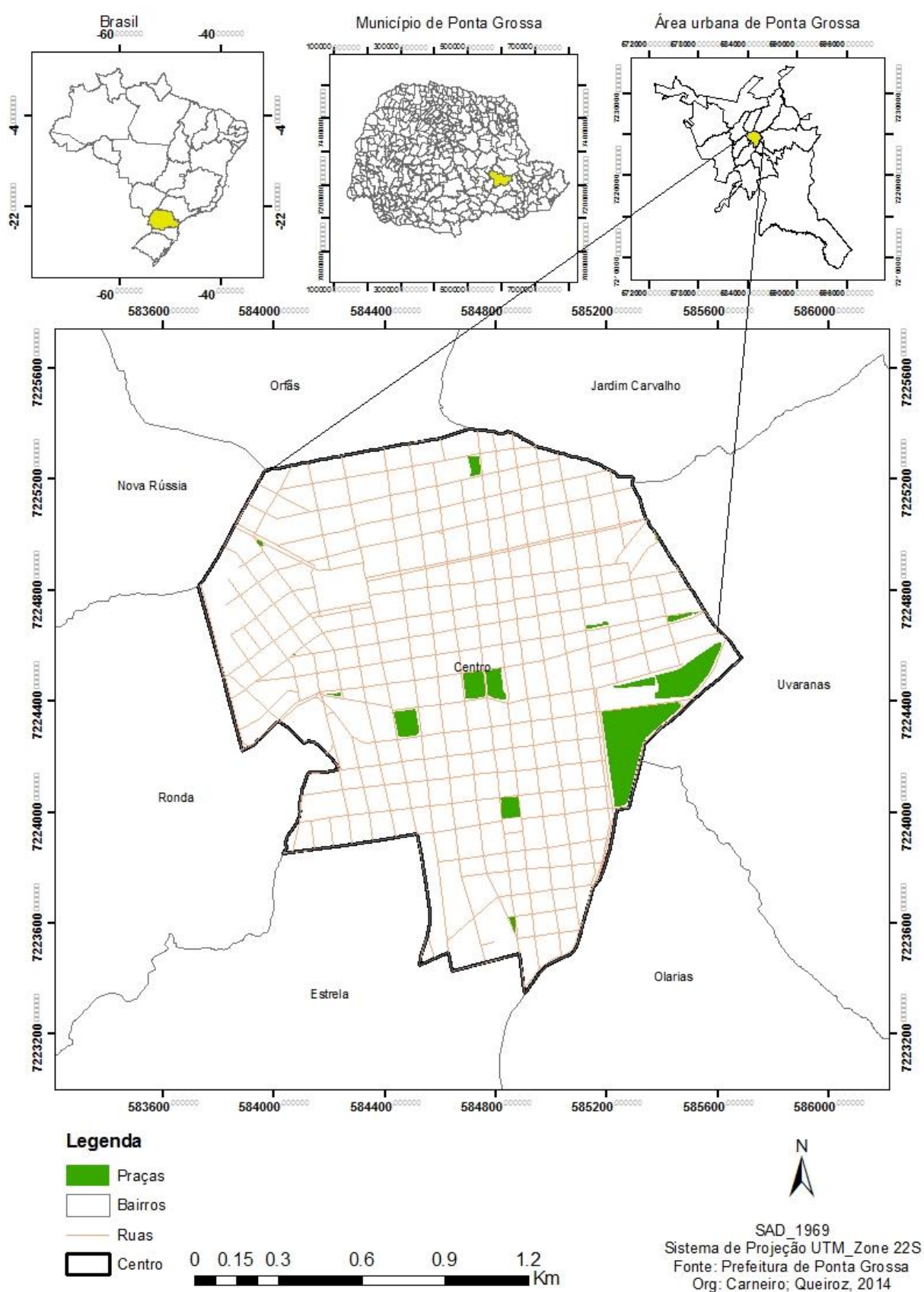
#### **2.1 ÁREA DE ESTUDO E ESTRUTURA MUNICIPAL PARA A ARBORIZAÇÃO**

A cidade de Ponta Grossa está localizada na porção centro-oriental do Paraná, região sul do Brasil, a 103 quilômetros da capital Curitiba. Conta com uma população de 311.611 habitantes, sendo que destes, 97% residem na área urbana (IBGE, 2010). A área central de Ponta Grossa, recorte espacial para a presente pesquisa (Figura 3), apresenta população de 12.325 habitantes, ou 3,96% da população total do município (IBGE, 2010).

De acordo com o IBGE (2010), a cidade possui 57,2% de seu espaço urbano arborizado, índice este baixo comparado a outras cidades do estado, como Maringá com 97,5% e Londrina, 96,5%. Frisa-se que este índice pode ser considerado controverso, uma vez que para sua contabilização foi considerado que uma quadra arborizada é aquela que abriga ao menos uma árvore, o que muitas vezes supervaloriza o resultado do diagnóstico municipal.



FIGURA 3: Localização da área central de Ponta Grossa – PR



Org: Carneiro; Queiroz, 2014.

Corroborando a perspectiva do IBGE, Quadros (2009) comenta que a questão da pouca arborização municipal, quando comparada às outras cidades, pode ser historicamente esclarecida: em função das ruas estreitas e atividades ligadas ao gado e à madeira, a cidade voltou suas ações a equipamentos urbanos, deixando em outro plano a arborização de vias públicas. Ainda neste sentido, a autora afirma que:

Pode-se constatar a existência de uma diversidade de problemas relacionados à distribuição da arborização urbana na cidade [de Ponta Grossa]. Destaca-se a consciência de que como um qualificador urbano, as árvores oferecem inúmeros benefícios, e simultaneamente que o crescimento desordenado da cidade acarretou inúmeros problemas relacionados a sua infraestrutura (QUADROS, 2009, p.127).

Neste sentido, mesmo não sendo uma preocupação primordial em tempos passados, onde a infraestrutura urbana não priorizou a arborização, atualmente percebe-se que o planejamento e o gerenciamento das árvores urbanas e áreas verdes têm certa relevância para o poder público municipal, a partir de um viés onde o ambiente natural começa a ser incorporado nas políticas públicas municipais, conforme melhor explanado posteriormente.

Conforme o estatuto da cidade (BRASIL, 2001) a arborização urbana é uma atribuição da municipalidade e no caso de Ponta Grossa, o gerenciamento da produção de mudas, o plantio e a manutenção das mesmas estiveram inicialmente vinculados às secretarias de Agricultura, Pecuária e Meio Ambiente e Secretaria de Obras. Atualmente estas atividades são realizadas pela Secretaria de Meio Ambiente e pela Secretaria de Obras. Também se encontra envolvida nessas atividades a COPEL – Companhia Paranaense de Energia, que atua na manutenção das árvores, especificamente por meio das ações de poda em árvores que se encontram exclusivamente abaixo da estrutura de energia elétrica, a qual é realizada por uma divisão de acompanhamento de manutenção.

A respeito da estrutura urbana de Ponta Grossa e da gestão em relação à arborização, é imprescindível o maior conhecimento do sistema que abrange as ações de planejamento, implantação, manutenção e fiscalização das árvores urbanas, ou seja, da Prefeitura Municipal de Ponta Grossa, que é disciplinada por meio, basicamente, do Plano Diretor Municipal e demais leis

que tratam do assunto, operacionalizados através de suas secretarias, como pode ser melhor observado no Quadro 1:

QUADRO 1: Leis e Decretos relacionados à arborização no município de Ponta Grossa-PR.

| <b>Lei</b>                                              | <b>Finalidade</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Código de Postura do Município, Lei nº 4.712/ 92</b> | Proibição de podar, cortar, derrubar ou danificar árvores situadas em vias, parques ou logradouros públicos sem autorização expressa do órgão competente do Poder Executivo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Lei 6.326/99</b>                                     | O plano de arborização de vias públicas será indicado pela Prefeitura nas plantas de arruamentos e loteamentos, para que os mesmos sejam aprovados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Estatuto da Cidade - lei 10.257/01</b>               | Cabe ao poder público municipal, entre outras atribuições, criar, preservar e proteger as áreas verdes da cidade, mediante lei específica, bem como regulamentar o sistema de arborização.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Decreto nº 305/03</b>                                | Vedado o corte, derrubada ou a prática de qualquer ação que possa provocar dano, alteração do desenvolvimento natural ou morte de elemento arbóreo em bem público ou em terreno particular.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Plano Diretor Lei nº 8.663/06</b>                    | Função social da cidade é garantida pela promoção da qualidade de vida e do ambiente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Decreto nº 1573/07</b>                               | Institui e regulamenta a adoção de jardins em canteiros, praças e parques por entidades públicas ou privadas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Lei 9.632/08</b>                                     | Campanha permanente da promoção do incentivo à arborização de ruas, praças e jardins da cidade de Ponta Grossa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>16-A/08 (acrescido no código de postura de 92)</b>   | Comenta que as ruas e avenidas devem ter arborização nas duas faces e uma árvore para cada lote ou no mínimo a cada doze metros.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Lei ordinária Nº 11.233/12</b>                       | Multa para quem corta ou danifica a arborização de vias públicas é de 50 a 25000 VR's. Para quem suprimir ou podar elementos arbóreos sem a autorização do órgão público fiscalizador a multa é de 2 VR por metro cúbico disposto irregularmente, para o corte de árvore sem autorização prévia, de 50 VR por árvore abatida ( com DAP - diâmetro a altura do peito - superior a 1 metro) e para podas de vegetação de porte arbóreo sem autorização prévia, multa de 12 VR por árvore podada. |

Org: A autora

Para operacionalizar suas ações, a Prefeitura Municipal encontra-se subdividida em 14 secretarias, número este que varia de acordo com o gestor público e no caso específico do Meio Ambiente, que nas duas últimas gestões esteve incorporado à outra pasta (Agricultura e Pecuária), atualmente é

representado por secretaria própria. Em relação à arborização, a secretaria de Meio Ambiente, juntamente com a secretaria de Obras e Serviços Públicos são as responsáveis por todo o processo de cuidados, implantação, poda, manejo e fiscalização das árvores (Figura 4), estrutura essa montada nessa última gestão municipal. Neste sentido, a Prefeitura ainda conta com o Viveiro Municipal, local onde as mudas são cultivadas até o porte ideal para a implantação.

FIGURA 4. Estrutura municipal para o processo de gestão da arborização urbana



Org: A autora

Atualmente a Secretaria de Meio Ambiente encontra-se dividida em cinco departamentos: Meio Ambiente; Saneamento e Recursos Hídricos; Administrativo; Parques Ecológicos e Licenciamento Ambiental. O departamento responsável pela arborização urbana é o de Meio Ambiente, mais especificadamente pela sua divisão de Produção Agroflorestal. De acordo com a chefe da Divisão de Produção Agroflorestal, esse órgão é responsável pelas árvores viárias urbanas. Contando com um total de 18 funcionários, a secretaria é responsável pelo planejamento, implantação, manutenção e fiscalização dos elementos arbóreos da cidade de Ponta Grossa.

A secretaria estima em 80.000 o número de árvores totais na cidade, entre árvores viárias e árvores em parques e praças. Em se tratando da

implantação da arborização, o Viveiro Municipal é o local que tem por função a produção de mudas para a implantação de árvores na cidade. Mantêm em média 14.000 mudas ao ano, prontas para o plantio, que é realizado apenas após a aprovação da Secretaria de Meio Ambiente. De acordo com a chefe da seção, as árvores são disponibilizadas para plantio em média com 1,80 metros de altura, sendo então plantadas em loteamentos governamentais, novas vias, em praças ou entregues aos munícipes, que previamente devem ter requisitado a muda à a secretaria.

Ainda de acordo com a chefe da seção, as principais árvores produzidas no viveiro são de origem nativa, conforme demonstrado quadro 02.

QUADRO 2: Principais espécies cultivadas no Viveiro Municipal de Ponta Grossa-PR

| <b><i>Espécie –<br/>nome popular</i></b> | <b><i>Nome científico</i></b>                       | <b><i>Família</i></b> |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------|
| Acácia-imperial                          | <i>Cassia ferruginea</i> Schrad. ex DC.             | Leguminosae           |
| Aroeira                                  | <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi               | Anacardiaceae         |
| Aroeira-vermelha ou salsa                | <i>Schinus molle</i> L.                             | Anacardiaceae         |
| Cedro-rosa                               | <i>Cedrela fissilis</i> Vell.                       | Meliaceae             |
| Dedaleiro                                | <i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.                  | Lythraceae            |
| Ipê-amarelo                              | <i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos            | Bignoniaceae          |
| Manduirana                               | <i>Senna macranthera</i> (Coll) H.S.Irwin & Barneby | Fabaceae              |
| Maricá                                   | <i>Mimosa bimucronata</i> Kuntze                    | Fabaceae              |
| Paineira                                 | <i>Chorisia speciosa</i> A.St.-Hil.                 | Bombacaceae           |
| Pata-de-vaca                             | <i>Bauhinia variegata</i> L.                        | Fabaceae              |
| Pau-ferro                                | <i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul.             | Fabaceae              |
| Sibipiruna                               | <i>Caesalpinia pluviosa</i> (DC.)<br>L.P.Queiroz    | Fabaceae              |

Fonte: SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE – PREFEITURA MUNICIPAL DE PONTA GROSSA (2013)

O Viveiro Municipal conta ainda com mais três funcionários, os quais têm o trabalho de adubar, podar, irrigar e cuidar das mudas. Em sua maioria, as mudas são provenientes das próprias sementes de árvores nativas da cidade. Algumas, no entanto, são resultados de multas aplicadas, baseadas no Código de Postura do Município de Ponta Grossa, o qual na seção III, artigo 16 sanciona a proibição do corte de qualquer árvore, que, muitas vezes não são pagas em espécie, conforme o Código de Postura, mas sim convertidas em árvores, com o consentimento do secretário de Meio Ambiente.

As penalidades vão desde advertência até multa. Em setembro de 2013 o valor de uma VR (valor de referência) era de R\$ 36,66. De acordo com a lei ordinária Nº 11.233, de 27/12/2012, anteriormente citada, a multa para quem corta ou danifica a arborização de vias públicas é de 50 a 25.000 VRs.(ou seja, multiplica-se este valor por R\$ 36,66). Para quem suprimir ou podar elementos arbóreos sem a autorização do órgão público fiscalizador é de 2 VR por metro cúbico disposto irregularmente, para o corte de árvore sem autorização prévia a multa é de 50 VR por árvore abatida (com DAP - diâmetro a altura do peito - superior a 1 metro) e para podas de vegetação de porte arbóreo sem autorização prévia, multa de 12 VR por árvore podada.

Muitas vezes, quando o infrator alega o desconhecimento da lei, e o secretário aceita, a multa é apenas revertida em mudas, que devem ser entregues ao Viveiro Municipal, escolhidas pela Secretaria. Ainda de acordo com o engenheiro agrônomo da secretaria, em média há 100 multas por corte ilegal ao ano. As denúncias são realizadas pelos próprios cidadãos, ou pelos funcionários da secretaria, que têm o papel também de fiscalizar a arborização.

O monitoramento da arborização ainda é escasso, uma vez que o número de funcionários existentes é muito inferior proporcionalmente ao de árvores viárias, e muitas infrações passam despercebidas.

O trabalho específico de poda e corte de árvores é realizado pela Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos, que por meio da divisão de Serviços Urbanos e a subdivisão de Manutenção de Praças e Logradouros desenvolve as atividades de manejo das árvores urbanas que não se encontram abaixo da estrutura de rede elétrica.

De acordo com o diretor do departamento de Serviços Públicos, a secretaria conta com o número de oito funcionários para a poda e corte de árvores, quando o ideal seriam no mínimo 20 pessoas. Em média são 500 árvores podadas ao ano, número baixo se considerada a quantidade de árvores na cidade. As podas são realizadas, em geral, anualmente após a última geada, sem um cronograma fixo ou planejamento exato, ou quando um morador requer à Secretaria a poda.

Um dos grandes problemas em relação às podas e cortes de árvore são os resíduos decorrentes de tais ações, como galhos e folhas. De acordo com o diretor do departamento de Serviços Públicos, estes resíduos não têm destino

certo, sendo na maioria das vezes descartados a céu aberto, mais especificamente em frente ao matadouro municipal de Ponta Grossa, localizado na porção leste (bairro de Uvaranas), afastada da área central da cidade.

De acordo com Baratta Junior (2007), a disposição final dos resíduos sólidos produzidos no meio urbano, especificamente dos resíduos provenientes de podas e cortes de árvores, é um problema ambiental grave, uma vez que o ideal seria a estabilização destes resíduos através de processos biológicos controlados, permitindo a reciclagem dos nutrientes e a utilização da matéria orgânica. Uma vez que estes resíduos geram um grande volume de material vegetal que poderiam ser aproveitados, o ideal seria transformá-los em carvão, lenha ou compostagem.

## 2.2 BASE DE DADOS

Para a realização do trabalho, foram utilizados dados providos do inventário realizado por Santos *et.al* (2012), os quais apresentaram o inventário da arborização e uma análise dos indivíduos arbóreos viários da área central de Ponta Grossa para o ano de 2012. Foram contabilizadas 1.238 árvores, distribuídas em 38 vias (Tabela 1).

Percebe-se que dentre as espécies, 76,17% (943 indivíduos arbóreos) são exóticas e apenas 19,06% (236 indivíduos arbóreos) são de origem nativa.

TABELA 1: Indivíduos arbóreos presentes nas vias do centro de Ponta Grossa-PR

| Nome popular          | Nome científico                                 | Origem  | Família       | Quantidade |
|-----------------------|-------------------------------------------------|---------|---------------|------------|
| <b>Açoita-cavalo</b>  | <i>Luehea divaricata</i> Mart                   | Nativa  | Cunoniaceae   | 2          |
| <b>Amoreira</b>       | <i>Morus nigra</i> L.                           | Exótica | Moraceae      | 8          |
| <b>Angico</b>         | <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan | Nativa  | Fabaceae      | 5          |
| <b>Araçá-vermelho</b> | <i>Psidium cattleianum</i> Sabine               | Nativa  | Myrtaceae     | 1          |
| <b>Araucária</b>      | <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze  | Nativa  | Araucariaceae | 2          |
| <b>Aroeira</b>        | <i>Myracrodruon urundeuva</i> Allem.            | Nativa  | Anacardiaceae | 8          |
| <b>Aroeira-Salsa</b>  | <i>Schinus molle</i> L.                         | Nativa  | Anacardiaceae | 3          |
| <b>Árvore morta</b>   | -                                               | -       | -             | 2          |
| <b>Canafístula</b>    | <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.       | Nativa  | Fabaceae      | 3          |

| Continuação                |                                                         |         |                 |     |
|----------------------------|---------------------------------------------------------|---------|-----------------|-----|
| <b>Canela-verdadeira</b>   | <i>Cinnamomum zeylanicum</i> Blume                      | Nativa  | Lauraceae       | 3   |
| <b>Cássia-Imperial</b>     | <i>Cassia fistula</i>                                   | Exótica | Fabaceae        | 3   |
| <b>Cássia-leptophyllea</b> | <i>Cassia leptophylla</i> Vogel                         | Nativa  | Leguminosae     | 2   |
| <b>Cássia-fastuosa</b>     | <i>Cassia fastuosa</i> Benth.                           | Exótica | Fabaceae        | 1   |
| <b>Cedro</b>               | <i>Cupressus lusitanica</i> Mill.                       | Exótica | Cupressaceae    | 18  |
| <b>Cereja-do-Japão</b>     | <i>Prunus serrulata</i> Lindl.                          | Exótica | Rosaceae        | 10  |
| <b>Cerejeira</b>           | <i>Eugenia involucrata</i> DC.                          | Nativa  | Myrtaceae       | 1   |
| <b>Chorão</b>              | <i>Salix babylonica</i> L.                              | Exótica | Salicaceae      | 1   |
| <b>Cinamomo</b>            | <i>Melia azedarach</i> L.                               | Exótica | Meliaceae       | 2   |
| <b>Cuvitinga</b>           | <i>Solanum erianthum</i> D.Don                          | Nativa  | Solanaceae      | 2   |
| <b>Espirradeira</b>        | <i>Nerium oleander</i> L.                               | Exótica | Apocynaceae     | 28  |
| <b>Extremosa</b>           | <i>Lagerstroemia indica</i> L.                          | Exótica | Lythraceae      | 461 |
| <b>Fícus-benjamina</b>     | <i>Ficus benjamina</i> L.                               | Exótica | Moraceae        | 68  |
| <b>Fícus-variegata</b>     | <i>Ficus variegata</i> L.                               | Exótica | Moraceae        | 39  |
| <b>Goiabeira</b>           | <i>Psidium guajava</i> L.                               | Nativa  | Myrtaceae       | 6   |
| <b>Grevilha</b>            | <i>Grevillea robusta</i> A.Cunn.                        | Exótica | Proteaceae      | 6   |
| <b>Ipê-amarelo</b>         | <i>Handroanthus albus</i> Standl.                       | Nativa  | Bignoniaceae    | 5   |
| <b>Ipê-rosa</b>            | <i>Tabebuia pentaphylla</i> Hemsl.                      | Nativa  | Bignoniaceae    | 2   |
| <b>Ipê-roxo</b>            | <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos | Nativa  | Bignoniaceae    | 1   |
| <b>Iuca-elefante</b>       | <i>Yucca elephantipes</i> Hort. ex Regel                | Exótica | Agavaceae       | 24  |
| <b>Jacarandá-mimoso</b>    | <i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don                      | Exótica | Bignoniaceae    | 12  |
| <b>Jerivá</b>              | <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman           | Nativa  | Arecaceae       | 178 |
| <b>Laranjeira</b>          | <i>Citrus sinensis</i> Pers.                            | Exótica | Rutaceae        | 1   |
| <b>Ligustro</b>            | <i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton                      | Exótica | Oleaceae        | 107 |
| <b>Limoeiro</b>            | <i>Citrus lemen</i> Osbeck                              | Exótica | Rutaceae        | 2   |
| <b>Mamoeiro</b>            | <i>Carica papaya</i> L.                                 | Exótica | Caricaceae      | 1   |
| <b>Manacá-da-Serra</b>     | <i>Tibouchina mutabilis</i> Cogn.                       | Nativa  | Melastomataceae | 2   |
| <b>Manduirana</b>          | <i>Senna macranthera</i> (Coll) H.S.Irwin & Barneby     | Nativa  | Fabaceae        | 2   |
| <b>Não identificada</b>    | -                                                       | -       | -               | 57  |
| <b>Nêspera</b>             | <i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.              | Exótica | Rosaceae        | 2   |



| Continuação              |                                           |         |             |             |
|--------------------------|-------------------------------------------|---------|-------------|-------------|
| <b>Palmeira-imperial</b> | <i>Roystonea regia</i><br>O.F.Cook        | Exótica | Arecaceae   | 50          |
| <b>Palmeirinha</b>       | <i>Chamaedorea Willd.</i>                 | Exótica | Arecaceae   | 4           |
| <b>Pata-de-vaca</b>      | <i>Bauhinia variegata</i><br>L.           | Exótica | Fabaceae    | 8           |
| <b>Pessegueiro</b>       | <i>Prunus persica</i> (L.)<br>Batsch      | Exótica | Rosaceae    | 3           |
| <b>Pessegueiro-bravo</b> | <i>Prunus myrtifolia</i><br>(L.) Urb.     | Nativa  | Rosaceae    | 2           |
| <b>Pitangueira</b>       | <i>Eugenia uniflora</i> L.                | Nativa  | Myrtaceae   | 6           |
| <b>Plátano</b>           | <i>Platanus</i><br><i>occidentalis</i> L. | Exótica | Platanaceae | 3           |
| <b>Seringueira</b>       | <i>Ficus elastica</i> Roxb.               | Exótica | Moraceae    | 1           |
| <b>Sibipiruna</b>        | <i>Caesalpinia</i><br><i>pluviosa</i> DC. | Exótica | Fabaceae    | 74          |
| <b>Tipuana</b>           | <i>Tipuana tipu</i><br>(Benth.) Kuntze    | Exótica | Leguminosae | 5           |
| <b>Uva-do-Japão</b>      | <i>Hovenia dulcis</i><br>Thunb.           | Exótica | Rhamnaceae  | 1           |
| <b>TOTAL</b>             |                                           |         |             | <b>1238</b> |

Fonte: SANTOS et al. (2012)

Para as árvores localizadas nas praças da área central, foram utilizados os dados da pesquisa de Santos (2014). Em um total de 11 praças, foram contabilizados 1055 indivíduos arbóreos, conforme demonstrado na Tabela 2:

TABELA 2: Indivíduos arbóreos presentes nas praças do centro de Ponta Grossa-PR

| Nome da Praça       | Nome Popular             | Nome Científico                               | Origem  | Família         | Quantidade |
|---------------------|--------------------------|-----------------------------------------------|---------|-----------------|------------|
| Alfredo Pedro Ribas | <b>Cinamomo</b>          | <i>Melia azedarach</i> L.                     | Exótica | Meliaceae       | 1          |
|                     | <b>Extremosa</b>         | <i>Lagerstroemia indica</i> L.                | Exótica | Lythraceae      | 2          |
|                     | <b>Leiteiro-vermelho</b> | <i>Euphorbia cotinifolia</i> L.               | Nativa  | Euphorbiaceae   | 1          |
|                     | <b>Sibipiruna</b>        | <i>Caesalpinia pluviosa</i> DC.               | Nativa  | Fabaceae        | 2          |
| Barão do Guaraúna   | <b>Cedro</b>             | <i>Cupressus lusitanica</i> Mill.             | Exótica | Cupressaceae    | 2          |
|                     | <b>Extremosa</b>         | <i>Lagerstroemia indica</i> L.                | Exótica | Lythraceae      | 3          |
|                     | <b>Ipê-amarelo</b>       | <i>Handroanthus alba</i> Cham.                | Nativa  | Bignoniaceae    | 3          |
|                     | <b>Ipê-roxo</b>          | <i>Handroanthus impetiginosa</i> Standl.      | Nativa  | Bignoniaceae    | 2          |
|                     | <b>luca-elefante</b>     | <i>Yucca elephantipes</i> Hort. ex Regel      | Exótica | Liliaceae       | 2          |
|                     | <b>Jerivá</b>            | <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman | Nativa  | Arecaceae       | 6          |
|                     | <b>Ligustro</b>          | <i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton            | Exótica | Oleaceae        | 32         |
|                     | <b>Manacá-da-serra</b>   | <i>Tibouchina mutabilis</i> Cogn.             | Nativa  | Melastomataceae | 3          |
|                     | <b>Pata-de-vaca</b>      | <i>Bauhinia variegata</i> L.                  | Exótica | Fabaceae        | 1          |

|                               |                          |                                                                |         |                            |    |
|-------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------|---------|----------------------------|----|
|                               | Continuação              |                                                                |         |                            |    |
|                               | <b>Seringueira</b>       | <i>Ficus elastica</i> Roxb.                                    | Exótica | Moraceae                   | 1  |
|                               | <b>Tipuana</b>           | <i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze                            | Exótica | Fabaceae                   | 8  |
| Barão do Rio Branco           | <b>Angico</b>            | <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan                | Nativa  | Fabaceae                   | 1  |
|                               | <b>Araucária</b>         | <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze                 | Nativa  | Araucariaceae              | 6  |
|                               | <b>Bisnagueira</b>       | <i>Spathodea nilotica</i> Seem.                                | Exótica | Bignoniaceae               | 1  |
|                               | <b>Bútia</b>             | <i>Butia eriospatha</i> Becc                                   | Nativa  | Arecaceae                  | 2  |
|                               | <b>Cafeeiro</b>          | <i>Coffea sp</i>                                               | Exótica | Rubiaceae                  | 3  |
|                               | <b>Cedro</b>             | <i>Cupressus lusitanica</i> Mill.                              | Exótica | Cupressaceae               | 8  |
|                               | <b>Cinamomo</b>          | <i>Melia azedarach</i> L.                                      | Exótica | Meliaceae                  | 5  |
|                               | <b>Espirradeira</b>      | <i>Nerium oleander</i> L.                                      | Exótica | Apocynaceae                | 1  |
|                               | <b>Extremosa</b>         | <i>Lagerstroemia indica</i> L.                                 | Exótica | Lythraceae                 | 11 |
|                               | <b>Ficua-variegata</b>   | <i>Ficus variegata</i> Blume                                   | Exótica | Moraceae                   | 2  |
|                               | <b>Grevilha</b>          | <i>Grevillea robusta</i> A.Cunn.                               | Exótica | Proteaceae                 | 7  |
|                               | <b>Ipê-amarelo</b>       | <i>Handroanthus albus</i> Cham.                                | Nativa  | Bignoniaceae               | 13 |
|                               | <b>Iuca-elefante</b>     | <i>Yucca elephantipes</i> Hort. ex Regel                       | Exótica | Agavaceae                  | 1  |
|                               | <b>Jacarandá-mimoso</b>  | <i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don                             | Exótica | Bignoniaceae               | 18 |
|                               | <b>Jerivá</b>            | <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman                  | Nativa  | Arecaceae                  | 10 |
|                               | <b>Laranjeira</b>        | <i>Citrus sinensis</i> Pers.                                   | Exótica | Rutaceae                   | 3  |
|                               | <b>Ligustro</b>          | <i>Ligustrum lucidum</i>                                       | Exótica | Oleaceae                   | 48 |
|                               | <b>Magnólia</b>          | <i>Magnolia grandiflora</i> L.                                 | Exótica | Magnoliaceae               | 9  |
|                               | <b>Manacá-da-serra</b>   | <i>Tibouchina mutabilis</i> Cogn.                              | Nativa  | Melastomataceae            | 7  |
|                               | <b>Não identificada</b>  | -                                                              | -       |                            | 2  |
|                               | <b>Paineira-rosa</b>     | <i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil., A.Juss. & Cambess.) Ravenna | Nativa  | Bombacaceae                | 1  |
|                               | <b>Palmeira-imperial</b> | <i>Roystonea oleracea</i> O.F.Cook                             | Exótica | Arecaceae                  | 5  |
|                               | <b>Pau-incenso</b>       | <i>Pittosporum undulatum</i> Vent.                             | Exótica | Pittosporaceae             | 4  |
|                               | <b>Pinus</b>             | <i>Pinus echinata</i> Mill.                                    | Exótica | Pinaceae                   | 1  |
|                               | <b>Pitangueira</b>       | <i>Eugenia uniflora</i>                                        | Nativa  | Myrtaceae                  | 2  |
|                               | <b>Plátano</b>           | <i>Platanus occidentalis</i>                                   | Exótica | Platanaceae                | 1  |
|                               | <b>Seringueira</b>       | <i>Ficus elastica</i>                                          | Exótica | Moraceae                   | 2  |
|                               | <b>Tipuana</b>           | <i>Tipuana tipu</i>                                            | Exótica | Leguminosae-Papilionoideae | 4  |
| Compl. Amb. Gov. Manuel Ribas | <b>Acácia-mimosa</b>     | <i>Acacia podalyriifolia</i> Cunn. ex Don                      | Exótica | Mimosaceae                 | 1  |
|                               | <b>Plátano</b>           | <i>Platanus occidentalis</i>                                   | Exótica | Platanaceae                | 10 |
|                               | <b>Ameixeira</b>         | <i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.                     | Exótica | Rosaceae                   | 1  |

| Continuação               |                                    |         |                             |    |
|---------------------------|------------------------------------|---------|-----------------------------|----|
| <b>Amoreira</b>           | <i>Morus nigra</i> L.              | Exótica | Moraceae                    | 1  |
| <b>Araucária</b>          | <i>Araucaria angustifolia</i>      | Nativa  | Araucariaceae               | 29 |
| <b>Aroeira</b>            | <i>Myracrodruon urundeuva</i>      | Nativa  | Anacardiaceae               | 8  |
| <b>Aroeira-salsa</b>      | <i>Schinus molle</i>               | Nativa  | Anacardiaceae               | 8  |
| <b>Bisnagueira</b>        | <i>Spathodea campanulata</i>       | Exótica | Bignoniaceae                | 14 |
| <b>Butiazeiro</b>         | <i>Butia eriospatha</i> Becc       | Nativa  | Arecaceae                   | 1  |
| <b>Canela</b>             | <i>Cinnamomum verum</i> J.Presl    | Nativa  | Lauraceae                   | 5  |
| <b>Cássia-imperial</b>    | <i>Cassia fistula</i> L.           | Nativa  | Leguminosae-Caesalpiniaceae | 2  |
| <b>Cedro</b>              | <i>Cupressus lusitanica</i>        | Exótica | Cupressaceae                | 3  |
| <b>Cerejeira</b>          | <i>Eugenia involucrata</i> DC.     | Nativa  | Myrtaceae                   | 4  |
| <b>Cinamomo</b>           | <i>Melia azedarach</i>             | Exótica | Meliaceae                   | 11 |
| <b>Espirradeira</b>       | <i>Nerium oleander</i>             | Exótica | Apocynaceae                 | 1  |
| <b>Eucalipto</b>          | <i>Eucalyptus pilularis</i> Sm.    | Exótica | Myrtaceae                   | 16 |
| <b>Eucalipto-azul</b>     | <i>Eucalyptus cinerea</i> Benth.   |         | Myrtaceae                   | 7  |
| <b>Extremosa</b>          | <i>Lagerstroemia indica</i>        | Exótica | Lythraceae                  | 11 |
| <b>Fícus-benjamina</b>    | <i>Ficus benjamina</i>             | Exótica | Moraceae                    | 2  |
| <b>Goiabeira</b>          | <i>Psidium guajava</i> L.          | Nativa  | Myrtaceae                   | 17 |
| <b>Ipê-amarelo</b>        | <i>Handroanthus albus</i>          | Nativa  | Bignoniaceae                | 39 |
| <b>Jacarandá-mimoso</b>   | <i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don | Exótica | Bignoniaceae                | 79 |
| <b>Jerivá</b>             | <i>Syagrus romanzoffiana</i>       | Nativa  | Arecaceae                   | 44 |
| <b>Ligustro</b>           | <i>Ligustrum lucidum</i>           | Exótica | Oleaceae                    | 1  |
| <b>Limoeiro</b>           | <i>Citrus limonium</i>             | Exótica | Rutaceae                    | 2  |
| <b>Manacá-da-serra</b>    | <i>Tibouchina mutabilis</i>        | Nativa  | Melastomataceae             | 17 |
| <b>Mulungo-do-litoral</b> | <i>Erythrina speciosa</i> Tod.     | Nativa  | Fabaceae                    | 16 |
| <b>Não identificada</b>   | -                                  | -       | -                           | 63 |
| <b>Paineira-rosa</b>      | <i>Ceiba speciosa</i>              | Nativa  | Malvaceae                   | 76 |
| <b>Palmeira-leque</b>     | <i>Licuala grandis</i> H.Wendl.    | Exótica | Arecaceae                   | 2  |
| <b>Piracanta</b>          | <i>Pyracantha coccinea</i> M.Roem. | Exótica | Rosaceae                    | 46 |
| <b>Plátano</b>            | <i>Platanus occidentalis</i>       | Exótica | Platanaceae                 | 86 |
| <b>Romãzeiro</b>          | <i>Punica granatum</i> L.          | Exótica | Lythraceae                  | 9  |
| <b>Chorão</b>             | <i>Salix babylonica</i> L.         | Exótica | Salicaceae                  | 2  |
| <b>Seringueira</b>        | <i>Ficus elastica</i>              | Exótica | Moraceae                    | 1  |

|                          |                           |                                  |         |                 |    |
|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------|-----------------|----|
|                          | Continuação               |                                  |         |                 |    |
|                          | <b>Tipuana</b>            | <i>Tipuana tipu</i>              | Exótica | Fabaceae        | 1  |
| do<br>Expedicionário     | <b>Jacarandá-mimoso</b>   | <i>Jacaranda mimosifolia</i>     | Exótica | Bignoniaceae    | 1  |
|                          | <b>Jerivá</b>             | <i>Syagrus romanzoffiana</i>     | Nativa  | Arecaceae       | 3  |
| Duque de<br>Caxias       | <b>Cedro</b>              | <i>Cupressus lusitanica</i>      | Exótica | Cupressaceae    | 3  |
|                          | <b>Cinamomo</b>           | <i>Melia azedarach</i>           | Exótica | Meliaceae       | 1  |
|                          | <b>Jerivá</b>             | <i>Syagrus romanzoffiana</i>     | Nativa  | Palmae          | 2  |
|                          | <b>Ligustro</b>           | <i>Ligustrum lucidum</i>         | Exótica | Oleaceae        | 10 |
|                          | <b>Manacá-da-serra</b>    | <i>Tibouchina mutabilis</i>      | Nativa  | Melastomataceae | 4  |
|                          | <b>Paineira-rosa</b>      | <i>Ceiba speciosa</i>            | Nativa  | Malvaceae       | 2  |
| João Pessoa              | <b>Cedro</b>              | <i>Cupressus lusitanica</i>      | Exótica | Cupressaceae    | 1  |
|                          | <b>Extremosa</b>          | <i>Lagerstroemia indica</i>      | Exótica | Lythraceae      | 3  |
|                          | <b>Fícus-benjamina</b>    | <i>Ficus benjamina</i>           | Exótica | Moraceae        | 1  |
|                          | <b>Jacarandá-mimoso</b>   | <i>Jacaranda mimosifolia</i>     | Exótica | Bignoniaceae    | 1  |
|                          | <b>Jerivá</b>             | <i>Syagrus romanzoffiana</i>     | Nativa  | Palmae          | 12 |
|                          | <b>Ligustro</b>           | <i>Ligustrum lucidum</i>         | Exótica | Oleaceae        | 26 |
|                          | <b>Manacá-da-serra</b>    | <i>Tibouchina mutabilis</i>      | Nativa  | Melastomataceae | 2  |
| Mal. Floriano<br>Peixoto | <b>Angico</b>             | <i>Anadenanthera macrocarpa</i>  | Nativa  | Fabaceae        | 1  |
|                          | <b>Araucária</b>          | <i>Araucaria angustifolia</i>    | Nativa  | Araucariaceae   | 1  |
|                          | <b>Cássia-imperial</b>    | <i>Cassia fistula</i>            | Nativa  | Fabaceae        | 1  |
|                          | <b>Cedro</b>              | <i>Cupressus lusitanica</i>      | Exótica | Cupressaceae    | 4  |
|                          | <b>Cipreste-grisalho</b>  | <i>Juniperus chinensis</i> Roxb. | Exótica | Cupressaceae    | 1  |
|                          | <b>Figueira-branca</b>    | <i>Ficus guaranitica</i> Chodat  | Nativa  | Moraceae        | 5  |
|                          | <b>Ipê-amarelo</b>        | <i>Handroanthus albus</i>        | Nativa  | Bignoniaceae    | 4  |
|                          | <b>Iuca-elefante</b>      | <i>Yucca elephantipes</i>        | Exótica | Liliaceae       | 7  |
|                          | <b>Jacarandá-mimoso</b>   | <i>Jacaranda mimosifolia</i>     | Exótica | Bignoniaceae    | 6  |
|                          | <b>Jerivá</b>             | <i>Syagrus romanzoffiana</i>     | Nativa  | Arecaceae       | 3  |
|                          | <b>Iuca-elefante</b>      | <i>Yucca elephantipes</i>        | Exótica | Liliaceae       | 15 |
|                          | <b>Manacá-da-serra</b>    | <i>Tibouchina mutabilis</i>      | Nativa  | Melastomataceae | 3  |
|                          | <b>Mulungo-do-litoral</b> | <i>Erythrina speciosa</i>        | Nativa  | Fabaceae        | 1  |
|                          | <b>Pitangueira</b>        | <i>Eugenia uniflora</i>          | Nativa  | Myrtaceae       | 1  |
|                          | <b>Seringueira</b>        | <i>Ficus elastica</i>            | Exótica | Moraceae        | 1  |
| Prof. Colares            | <b>Cedro</b>              | <i>Cupressus lusitanica</i>      | Exótica | Cupressaceae    | 1  |
|                          | <b>Ligustro</b>           | <i>Ligustrum lucidum</i>         | Exótica | Oleaceae        | 3  |
| Rotary Club              | <b>Ligustro</b>           | <i>Ligustrum lucidum</i>         | Exótica | Oleaceae        | 6  |
| Santos<br>Andrade        | <b>Araucária</b>          | <i>Araucaria angustifolia</i>    | Nativa  | Araucariaceae   | 2  |
|                          | <b>Aroeira</b>            | <i>Myracrodruon urundeuva</i>    | Nativa  | Anacardiaceae   | 4  |
|                          | <b>Cedro</b>              | <i>Cupressus lusitanica</i>      | Exótica | Cupressaceae    | 2  |

|              |                         |                                               |         |               |   |
|--------------|-------------------------|-----------------------------------------------|---------|---------------|---|
|              | Continuação             |                                               |         |               |   |
|              | <b>Erva-mate</b>        | <i>Ilex paraguariensis</i><br>A.St.-Hil.      | Nativa  | Aquifoliaceae | 1 |
|              | <b>Espirradeira</b>     | <i>Nerium oleander</i>                        | Exótica | Apocynaceae   | 2 |
|              | <b>Ipê-amarelo</b>      | <i>Handroanthus albus</i>                     | Nativa  | Bignoniaceae  | 8 |
|              | <b>Ipê-roxo</b>         | <i>Handroanthus impetiginosus</i>             | Nativa  | Bignoniaceae  | 3 |
|              | <b>Jacarandá-mimoso</b> | <i>Jacaranda mimosifolia</i>                  | Exótica | Bignoniaceae  | 8 |
|              | <b>Jerivá</b>           | <i>Syagrus romanzoffiana</i>                  | Nativa  | Arecaceae     | 3 |
|              | <b>Leucena</b>          | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.)<br>de Wit | Exótica | Fabaceae      | 2 |
|              | <b>Pinheiro-chinês</b>  | <i>Cunninghamia lanceolata</i> A.Dietr.       | Exótica | Taxodiaceae   | 1 |
| <b>TOTAL</b> |                         |                                               |         | <b>1055</b>   |   |

Fonte: Adaptado de Santos (2014)

Foram ainda levados em consideração dados como porte, altura, diâmetro, os conflitos encontrados, a existência de calçadas ou não e a identificação de todas as árvores, dados estes provindos dos dois levantamentos citados acima.

Para a coleta dos itens provindos de serviços e materiais da economia relacionados à arborização foram realizadas entrevistas com técnicos da Prefeitura Municipal de Ponta Grossa, no período de 2012 e 2013, com o intuito de identificar a utilização e a quantificação de cada item.

Para os materiais com uma vida útil prolongada, buscou-se a porcentagem anual deste valor, junto aos dados da Receita Federal (2013), além de seu valor de mercado. O custo médio da construção civil no Paraná também foi abarcado, considerando-se as construções diretamente relacionadas à arborização, informação esta obtida através da Prefeitura Municipal.

Os serviços também foram contabilizados, como os valores salariais anuais gastos com cada funcionário relacionado à arborização. Sendo assim, buscou-se apanhar todos os materiais utilizados na arborização da cidade, bem como seu preço de mercado, quando necessário, e a quantidade utilizada anualmente.

Uma vez que os materiais e serviços da economia incidem sobre todas as árvores da cidade de Ponta Grossa, os valores foram então divididos sobre

o valor total de árvores na cidade (80.000), número este estimado em 2013 pela Prefeitura Municipal da cidade para árvores de praças e ruas, para então posteriormente serem calculados por árvore.

A transformidade utilizada para os itens de materiais e serviços da economia foi de  $4,47E+12$  seJ/US\$ (PEREIRA, 2012), com o dólar equivalente a R\$ 2,22 (cotação de 24 de junho de 2013).

Os dados provindos dos recursos da natureza, como o índice anual de pluviosidade, foram obtidos através de dados do lapar (Instituto Agrônômico do Paraná), para o município de Ponta Grossa para a Latitude  $25^{\circ}13'$  S e longitude  $50^{\circ}01'$  W, médias estas realizadas para os anos de 1954 a 2001.

Para quantificar os nutrientes provindos do solo em que as árvores estão plantadas, foram utilizados os dados da pesquisa de Roncon (2011), seguindo a metodologia sugerida por Ortega, que quantificou e obteve a energia média total, crescente por ano, dos nutrientes inerentes ao solo. Destaca-se que para o presente estudo não foram encontrados em literatura ou em pesquisas acadêmicas os dados específicos para a região central de Ponta Grossa, sendo assim foram utilizadas as médias gerais provindas do solo encontradas por Roncon (2011). Pesquisas posteriores poderão buscar a contabilidade emergética específica para os tipos de solo de Ponta Grossa.

Foram levados em consideração ainda os nutrientes provenientes da serapilheira das árvores localizadas em praças, calculados por Roncon (2013) e Ortega (2013), de acordo com a idade média de cada árvore. Uma vez que o acúmulo de serapilheira “varia em função da procedência, da espécie, da cobertura florestal, do estágio sucessional, da idade, da época da coleta, do tipo de floresta e do local” (CALDEIRA *et al.*, 2007, p. 102), para esta pesquisa foram utilizadas médias anuais calculadas pelos supracitados autores, uma vez que não foram encontrados estudos para Ponta Grossa, podendo, em pesquisas futuras, ser analisado individualmente por cada árvore, para um valor mais específico.

Utilizando ainda a metodologia proposta por Ortega, para o cálculo dos produtos das árvores, ou seja, dos benefícios que as árvores produzem à sociedade e que devem ser utilizados para o cálculo emergético, foram levados em consideração as variáveis: a) água de chuva infiltrada por árvore, b) aumento da umidade do ar e c) biomassa estimada de cada árvore. Baseando-

se na média de Agostinho (2005), após revisão de Ortega (2014) para a infiltração de água em gramados no valor de 5%, e utilizando-se da pluviosidade para a região de Ponta Grossa (IAPAR, 2014), foram encontradas as médias de valores referentes à infiltração de água da chuva pelas árvores.

Para o valor referente ao aumento da umidade do ar, a pesquisa baseou-se nos estudos de Grey e Deneke (1978), onde se pode considerar que, em média, uma árvore aumenta a umidade do ar e produz o mesmo efeito que cinco aparelhos de ar condicionado médios, em um total de 2.500kcal/h.

Os dados de volume de biomassa das árvores foram baseados em Correia (2004) e a densidade das mesmas, consultadas em sua grande maioria a partir do Wood Density Database (2013), página da *web* que congrega estudos, que permitiram o cálculo individual de biomassa de cada espécie. O valor calórico médio da madeira (4.000 kcal/kg) foi baseado nos estudos de Brito (1993), o qual é uma média para todas as espécies. Frisa-se que, para futuros trabalhos, este valor pode ser calculado de acordo com cada espécie de árvore.

Destaca-se que estas três foram consideradas variáveis importantes, das muitas passíveis de valoração, e que para pesquisas posteriores, outros benefícios podem também ser considerados e valorados, uma vez que tais dados ainda não existem em literatura conhecida.

Para um melhor entendimento dos dados e cálculos realizados na pesquisa, um memorial de cálculos foi criado, com o intuito de facilitar a observação dos valores, conforme é apresentado na figura 05. Para uma melhor observação, as bases de dados e os respectivos trabalhos ou autores que foram utilizadas no trabalho podem ainda ser observadas de acordo com a Figura 06. Foram ainda criados planilhas de cálculo, apresentados no Apêndice. Por terem um número elevado de elementos analisados isoladamente, no caso das árvores de vias, preferiu-se colocar apenas a primeira e a última página da tabela de cálculos.

Figura 5: Memorial de cálculos utilizados

| Item | Cálculo                                                                            | Procedimento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Fonte                                        |
|------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1    | <b>Energia unitária da chuva</b>                                                   | Energia unitária da chuva = pluviosidade da região x densidade da água x energia de Gibbs x transformidade da chuva<br>Energia unitária da chuva = $1,55 \text{ (m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ano)} \times 1.000 \text{ (kg/m}^3) \times 5.000 \text{ (J/kg)} \times 31.000 \text{ (seJ/J)}$<br>Energia unitária da chuva = $2,403\text{E} + 11 \text{ seJ/m}^2$ | IAPAR (2014); Ortega (2012); Libardi (2005). |
| 2    | <b>Energia da água da chuva recebida (seJ/árvore) de acordo com a idade</b>        | Energia = $\sum$ energia da árvore ao longo dos anos (seJ/árvore)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Ortega (2013).                               |
| 3    | <b>Energia da árvore ao longo dos anos</b>                                         | Energia = Energia unitária da chuva ( $\text{seJ/m}^2$ ) x diâmetro médio da copa (m)                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ortega (2013); Iapar (2014); Libardi (2005). |
| 4    | <b>Energia dos nutrientes solubilizados (seJ/árvore) de acordo com a idade</b>     | Energia = Energia média dos nutrientes de acordo com a idade ( $\text{seJ/m}$ ) x diâmetro máximo da copa (m) x idade média aproximada da árvore (anos)                                                                                                                                                                                                         | Roncon (2011); Ortega (2013).                |
| 5    | <b>Nutrientes provenientes da serapilheira das árvores das praças (seJ/árvore)</b> | Nutrientes = Valor médio de nutrientes solubilizados da rocha mãe superficial ( $\text{kg/ m}^2/\text{ano}$ ) x idade aproximada da árvore (anos) x transformidade dos nutrientes ( $\text{seJ/kg}$ )                                                                                                                                                           | Roncon (2013); Ortega (2013).                |
| 6    | <b>Materiais (seJ/árvore) de acordo com a idade</b>                                | Materiais = $\sum$ energia dos materiais da economia utilizados / quantidade total estimada de árvores na cidade x idade aproximada da árvore (anos)                                                                                                                                                                                                            | Calculado Neste Trabalho.                    |
| 7    | <b>Serviços (seJ/árvore) de acordo com a idade</b>                                 | Serviços = $\sum$ energia dos serviços da economia utilizados / Quantidade total estimada de árvores na cidade x idade aproximada da árvore (anos)                                                                                                                                                                                                              | Calculado Neste Trabalho.                    |



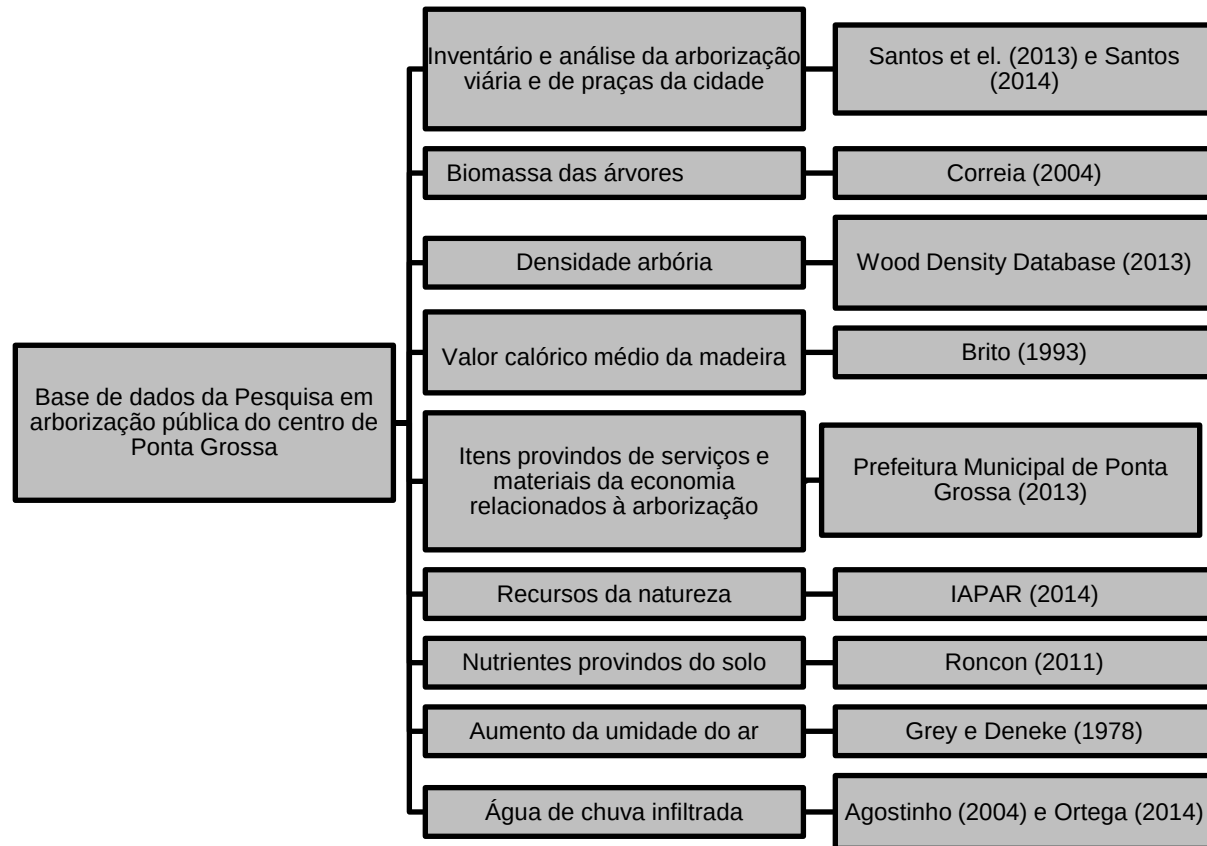
|    |                                                                  |                                                                                                                                                                                          |                                                                                            |
|----|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8  | <b>Energia total por árvore de acordo com a idade</b>            | Energia total = $\sum$ dos itens 4, 6, 7, 8 e 9 deste quadro.                                                                                                                            | Calculado neste trabalho.                                                                  |
| 9  | <b>Transformidade da árvore considerando nutrientes (seJ/kg)</b> | Tr = Energia da água da chuva recebida (seJ/árvore) de acordo com a idade + Energia dos nutrientes solubilizados (seJ/árvore) de acordo com a idade / biomassa média da árvore seca (kg) | Correia (2011); Iapar (2014); Ortega (2012); Libardi (2005); Roncon (2011).                |
| 10 | <b>Transformidade da árvore considerando nutrientes (seJ/J)</b>  | Tr = Transformidade da árvore considerando nutrientes (seJ/kg) / valor calórico médio madeira 30%U (J/kg)                                                                                | Brito (1993); Roncon (2011).                                                               |
| 11 | <b>Valor total da árvore (USD equivalentes)</b>                  | Valor = Energia total por árvore de acordo com a idade / Emdollar Brasil 2013 (seJ/USD)                                                                                                  | Correia (2011); Iapar (2014); Ortega (2012); Libardi (2005); Roncon (2011).Pereira (2012). |

#### MEMORIAL DE CÁLCULOS PARA OS PRODUTOS OBTIDOS DAS ÁRVORES:

|   |                                             |                                                                                                                                                                                                                               |                                                          |
|---|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1 | <b>Biomassa média da árvore seca (kg)</b>   | Biomassa da árvore = volume ( $m^3$ ) x densidade básica da árvore (kg x $m^3$ )                                                                                                                                              | <b>Correia (2011); Silva (2012); Silva et. al (2012)</b> |
| 2 | <b>Energia da biomassa da árvore (J)</b>    | Energia da biomassa da árvore = Biomassa média da árvore seca (kg)/ valor calórico médio da madeira (16.744J/kg)                                                                                                              | Ortega (2013); Correia (2011); Brito (1993).             |
| 3 | <b>Energia liberada da umidade do ar</b>    | Energia liberada = calor liberado pela árvore (2.500 kcal) x Fator de conversão em J (1kcal = 4186 J) x 365 (dias do ano)                                                                                                     | Grey; Deneke, 1978; Ortega (2014)                        |
| 4 | <b>Água da chuva infiltrada pela árvore</b> | Energia da água da chuva infiltrada = pluviosidade da região ( $m^3/m^2$ .ano) x área da árvore considerada x porcentagem de infiltração do solo (5%) x densidade da água 1.000 (kg/ $m^3$ ) x energia de Gibbs 5.000 (J/kg). | Agostinho (2005); Ortega (2014)                          |

Org.: A Autora

FIGURA 06: Bases de dados utilizadas na pesquisa



Org.: A Autora

## 2.3 PROCEDIMENTOS RELATIVOS À METODOLOGIA EMERGÉTICA E ÍNDICES EMERGÉTICOS

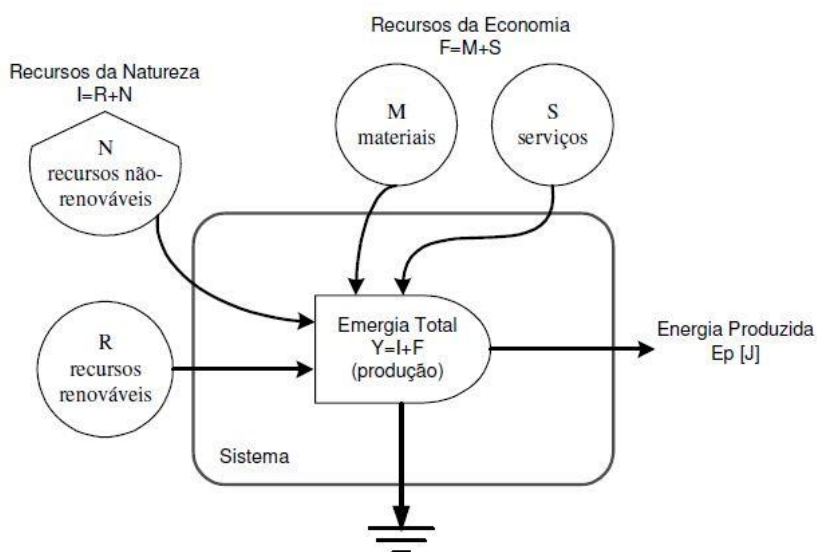
A energia pode ser definida como o trabalho total realizado pela natureza e o ser humano para produzir determinado recurso na biosfera (ODUM e ODUM 2012). A metodologia emergética trata de todos os fluxos (matéria, energia, dinheiro, informação) através de uma unidade comum, a energia (TAKAHASHI, 2008), colocados nos mesmos termos, ou seja, em energia solar incorporada (energia solar ou seJ).

Para tanto, as etapas de avaliação de Energia incluem cinco passos, que resumidamente são elencados a seguir, baseados em Ortega (2003):

- Diagrama detalhado do sistema;
- Análise dos fluxos emergéticos de entrada e saída do sistema;
- Obtenção dos índices emergéticos;
- Diagrama resumido do sistema;
- Interpretação dos índices emergéticos, indicando os esforços que devem ser feitos para aprimorar o sistema.

Partindo do pressuposto expresso por Odum (1996) de que os diagramas são etapas necessárias para estimar a energia de sistemas, pode-se resumir um sistema de produção e estoque ambiental conforme a figura 7:

FIGURA 7: Diagrama de fluxo de energia de um sistema.



Fonte: AGOSTINHO (2005)

Como já previamente comentado, os recursos de um sistema podem ser divididos em três categorias: renováveis, não renováveis e provenientes da economia (TAKAHASHI, 2008).

Os recursos renováveis (**R**) são provindos do ambiente, e possuem a capacidade de renovação mais rápida que seu consumo, como a energia solar, energia dos ventos ou energia da chuva. Os recursos não renováveis (**N**) são armazenados na natureza, mas seu consumo é mais rápido que sua renovação, como o petróleo e carvão. Os recursos provenientes da economia (**F**) são bens ou serviços oriundos de fora do sistema, e podem ser Materiais (**M**) ou serviços (**S**). Os fluxos do processo são representados por **I** e o fluxo de saída do produto por **Y**. Como já previamente comentado no capítulo anterior, o sistema possui símbolos específicos, identificando os fenômenos.

De acordo com Odum e Odum (2012), a ciência moderna mostra que tudo está conectado no universo, e em vista disso, para se estudar uma parte dele deve-se criar uma “janela de observação” que deve conter objetos cujas interações são pertinentes a eles, é imprescindível se utilizar de sistemas, ou janelas de observação, que representem subsistemas do universo maior ao seu redor.

Ainda para Odum (1996), é desejável se utilizar de dois sistemas para a avaliação emergética, utilizados como uma janela de visualização: um para a avaliação específica local e um maior para entender como o sistema menor é afetado pelo ambiente.

Após a etapa de criação do sistema a ser estudado, deve-se converter cada linha do fluxo de entrada dos sistemas em uma linha de cálculo, como representada na Tabela 3:

TABELA 3: Modelo de Tabela de avaliação emergética

|                                               | Nota | Contribuições | Valor | Unidades | Transformidades | Fluxo de energia |
|-----------------------------------------------|------|---------------|-------|----------|-----------------|------------------|
|                                               | 1    | 2             | 3     | 4        | 5               | 6                |
| <b>R: Recursos da natureza renováveis</b>     |      |               |       |          |                 |                  |
| <b>N: Recursos da natureza não-renováveis</b> |      |               |       |          |                 |                  |
| <b>M: Materiais da economia</b>               |      |               |       |          |                 |                  |
| <b>S: Serviços da economia</b>                |      |               |       |          |                 |                  |

Fonte: Adaptado de ALBUQUERQUE (2006)

Neste sentido, a coluna 1 é a nota que cada item terá para ser referenciado posteriormente, e a coluna 2 é o nome de cada contribuição do sistema. A coluna 3 demonstra o valor numérico da contribuição, e a coluna 4 a unidade em que os valores se apresentam. A coluna 5 contém o valor das transformidade de cada contribuição da coluna 3, que em sua maioria já foram determinados por outros autores, como explicitado posteriormente, e pode ser dada em seJ/kg, seJ/J, seJ/U\$, seJ/l, etc, dependendo da unidade da coluna 4. A coluna 6 contém o fluxo de energia total, que é obtido pela multiplicação da coluna 3 pela coluna 5. A partir dos valores destes fluxos é possível obter os índices emergéticos, os quais poderão servir de indicativos do sistema, como no primeiro capítulo brevemente comentado, e aqui explanado, tendo como base Odum (1996), Albuquerque (2006), Agostinho (2005), Pereira (2012) e Eurich (2011).

Na presente pesquisa, especialmente nos itens provindos da natureza, a metodologia proposta por Ortega (2013) foi seguida, e a tabela acima apresentada foi modificada em função das peculiaridades de cada espécie arbórea.

A **transformidade (Tr)** para Odum (2012) é um conceito básico ao que tange a metodologia emergética. Ainda nas palavras do autor “a transformidade solar de um produto é a energia solar por unidade de energia (energia solar dividida pela energia)” (ODUM, 2012, p. 103) É, portanto, o quociente da energia de um serviço ou produto dividido pela sua energia, e a unidade é o emjoule por joule (seJ/J) (ODUM, 1996).

O índice de transformidade avalia a qualidade de fluxo de energia. Para calcular a transformidade de um produto, devem-se identificar as energias utilizadas, direta ou indiretamente, em sua produção, e assim consegue-se colocar cada elemento de entrada do sistema em uma mesma unidade: a energia solar equivalente.

De acordo com Odum e Odum (2012), as tabelas de transformidade facilitam o cálculo da contribuição dos diversos insumos da economia. Para este estudo, algumas das transformidade dos produtos e serviços foram baseadas em estudos de outros autores, como já previamente citado na pesquisa.

Os demais itens envolvidos no processo de arborização da cidade que ainda não apresentam valores de transformidades já calculados por outros autores foram então convertidos em valores monetários, utilizando-se a média de preço no comércio da cidade de Ponta Grossa para cada item, para o ano de 2013, a fim de que o cálculo da emergia pudesse ser aplicado com base nas transformidades do fluxo em valores de Pereira (2012).

Neste sentido, Odum e Odum (2012) comentam que os esforços de colocar um preço nos recursos da natureza não dizem muito a respeito do valor da riqueza real. Porém, o valor da emergia desses recursos expressos em *emdólares* é capaz de mensurar o trabalho realizado pela natureza e os seres humanos.

Para se conhecer o benefício líquido, de quanta energia da natureza (gratuita) o processo retorna ao setor econômico, não diferenciando recursos renováveis de não renováveis, utiliza-se a **razão de rendimento emergético (EYR)**, através da fórmula:

$$EYR = Y/F$$

Onde **Y** é o total de emergia investida e **F** a emergia advinda da economia.

Para se conhecer a sustentabilidade dos sistemas, utiliza-se o índice de **renovabilidade emergética (%R)**, expresso em porcentagem. Este índice mostra a parcela de emergia total processada provinda de recursos renováveis, expressa pela fórmula:

$$\%R = R/Y$$

Onde **R** são os recursos renováveis empregados e **Y** a emergia total utilizada no sistema.

Para se conhecer o investimento da sociedade para produzir determinado bem em relação às contribuições da natureza utiliza-se a **razão de investimento emergético (EIR)**, através da fórmula:

$$EIR = F/I$$

Onde **F** são os recursos da economia e **I** os recursos da natureza, renováveis e não renováveis.

O **impacto ambiental, ou índice de carga ambiental (ELR)** é a relação entre soma da energia de entrada proveniente do sistema econômico e de recurso local não renovável e a energia do recurso local renovável, através da fórmula:

$$ELR = (N+F)/R$$

Onde **N** são os recursos não renováveis, **F** são os recursos da economia e **R** são os recursos renováveis.

É, portanto, a partir do cálculo dos índices emergéticos supracitados, e posteriormente comentados na parte dos resultados e discussões que as árvores da área central da cidade de Ponta Grossa – PR podem ser valoradas, a partir de seus estoques e do serviço ambiental que as mesmas proporcionam, onde a situação atual é diagnosticada e novas possibilidades e cenários podem ser debatidos, a partir da metodologia emergética.

### **CAPÍTULO 3**

#### **ANÁLISE EMERGÉTICA DOS ESTOQUES E SERVIÇOS AMBIENTAIS PROPORCIONADOS PELOS ESPAÇOS ARBORIZADOS DA ÁREA CENTRAL DE PONTA GROSSA**

Com o intuito de apresentar a valoração emergética das árvores em ambiente urbano na área central de Ponta Grossa – PR, esse capítulo apresenta uma discussão acerca do valor emergético de cada indivíduo arbóreo, levando em consideração os serviços da natureza e os materiais e serviços humanos diretamente relacionados à arborização. A proposta de uma valoração ambiental ecológica baseada na energia é considerada, enquanto elemento/indicador para novas políticas públicas relacionadas à arborização municipal e, enquanto método, passível de ser utilizado em outros bens naturais.

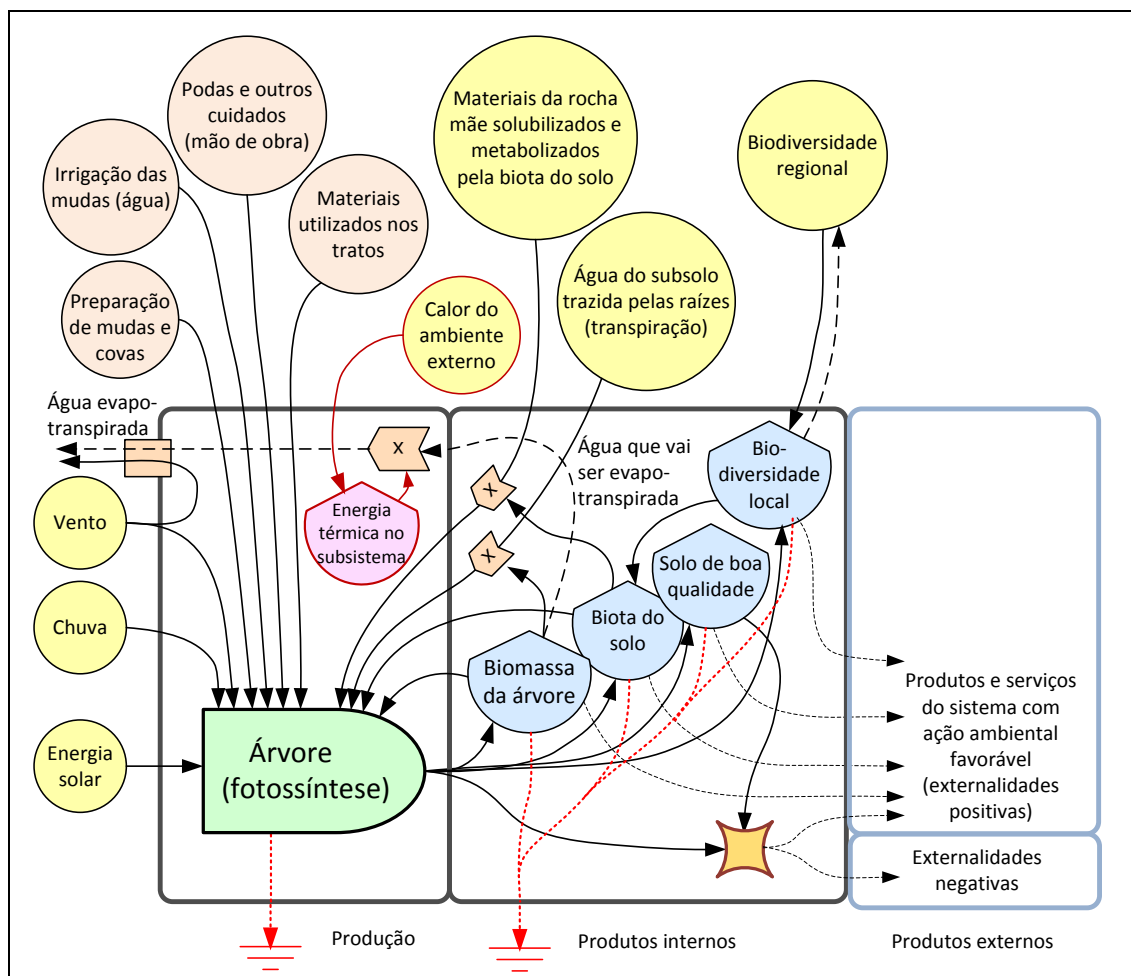
##### **3.1 DIAGRAMA DETALHADO DO SISTEMA EMERGÉTICO DE ÁRVORES EM AMBIENTE URBANO**

Primeiramente o diagrama detalhado dos processos naturais e econômicos inerentes à árvore no ambiente urbano foi realizado, bem como dos produtos que dela são resultantes, a fim de melhor observar todos os fatores relativos a uma única árvore, como pode ser observado na figura 08.

De acordo com o diagrama, pode-se perceber que os processos relativos à árvore são complexos, e os fatores naturais, e não visíveis aos olhos, são detalhados, assim como os fatores econômicos. Dividiu-se o sistema em “produção”, onde os itens relacionados à produção da árvore aparecem, “produtos internos”, os quais são intrínsecos às árvores, e as externalidades tidas como produtos da árvore.



FIGURA 8: Diagrama detalhado de uma árvore: processos naturais, econômicos e respectivos produtos.



Org: A autora

Além dos fatores externos naturais que incidem na árvore, como a chuva, o vento, a energia solar, os nutrientes do solo e da rocha mãe local, a água do subsolo, a biodiversidade regional e o calor do ambiente externo, encontram-se também os fatores externos econômicos, como a preparação da muda da árvore, as podas realizadas, a irrigação necessária e os materiais utilizados em seu trato, desde muda até árvore formada.

Junto à árvore, representado pelo desenho do depósito  (uma vez que os mesmos armazenam os recursos), apresentam-se sua respectiva biomassa, a biota do solo e a biodiversidade local, elementos estes que não saem por completo do sistema, sendo estocados conforme a árvore cresce, bem como a energia térmica armazenada no sistema, representada por .

Como produtos que saem deste sistema em forma de energia, podem ser citados os benefícios que a árvore oferece. Na presente pesquisa foram consideradas e analisadas a umidificação do ar, ocorrida pela evapotranspiração, a infiltração da água da chuva no solo e a própria biomassa da árvore.

Ressalta-se que poderiam ainda ser analisados outros itens, a fim de obter um valor final mais aproximado e apurado, como os itens “energia térmica”, “biodiversidade regional” e “biota do solo”, no entanto devido à originalidade do trabalho, demandariam mais tempo para análise e cálculo.

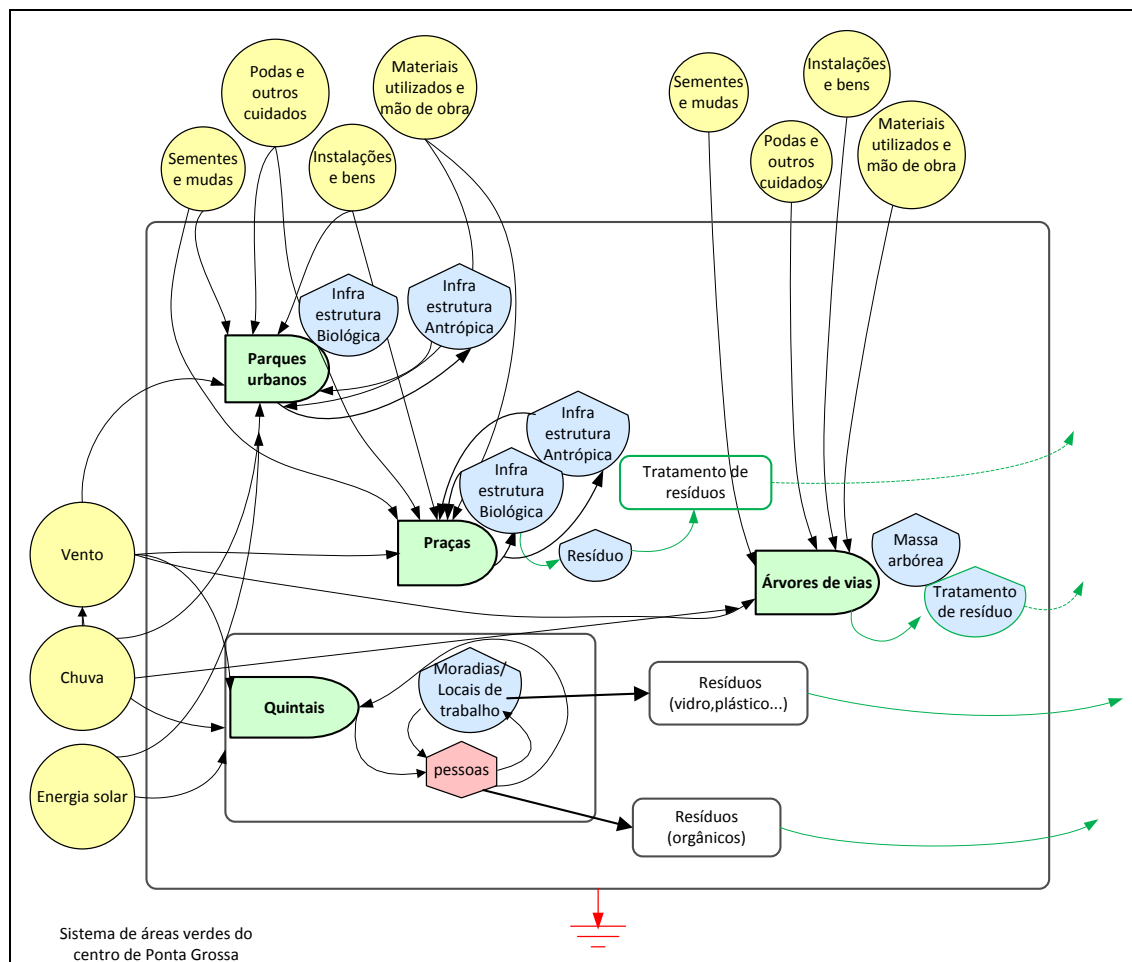
Um fato importante a ser considerado ainda é que nem toda a energia que entra neste sistema sai, ficando uma parte dela “estocada” na árvore e aumentando ao longo do tempo, fato este que para estudos posteriores pode ser levado em consideração, uma vez que ainda não existem pesquisas ou equações relacionadas a essa questão.

Os cálculos emergéticos foram, então, baseados nos fatores naturais e econômicos incididos na árvore, ao longo dos anos, e nos produtos resultantes fornecidos pelas árvores.

Ainda contextualizado com a realidade de Ponta Grossa, o diagrama detalhado do sistema de arborização urbana da cidade foi esquematizado, para uma melhor visualização, contendo os fluxos emergéticos da área central relacionado à arborização, neste caso para todas as árvores, como demonstrado na Figura 9.

As árvores encontradas de forma mais acessível para esta pesquisa foram as de acompanhamento de vias urbanas e aquelas presentes em praças ou parques. Estes elementos arbóreos são representados no sistema demonstrado na figura 8, pelo desenho de produtores , uma vez que os mesmos são capazes de produzir biomassa a partir de energia e de materiais básicos. A radiação solar, a chuva e o vento são elementos provindos da natureza que atingem diretamente às árvores, representados à esquerda do sistema, pelo símbolo da fonte de energia .

FIGURA 9: Sistema de fluxos internos da arborização urbana de Ponta Grossa



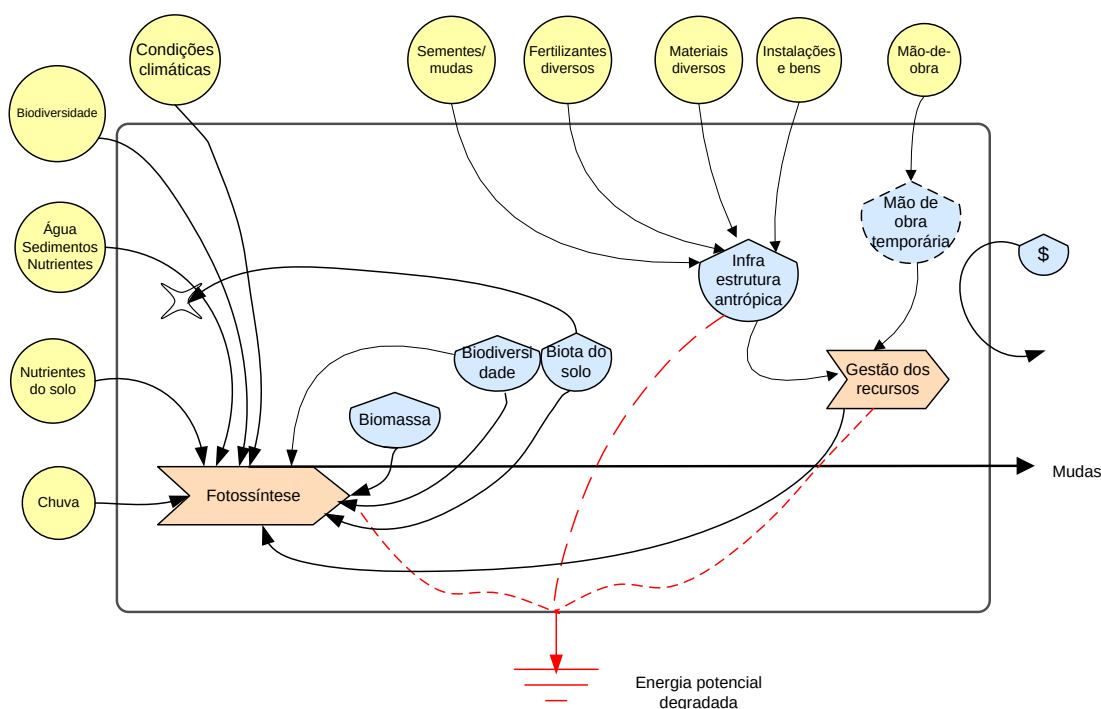
Org: A autora

As sementes e mudas das árvores, as podas e outros cuidados que são realizadas, as instalações e bens relacionados à arborização e a os materias e mão de obra são elementos que provêm de fora do sistema analisado, mas que incidem diretamente nas árvores, e que portanto devem ser considerados na contabilidade emergética. A infraestrutura biológica e antrópica, intrínseca a cada elemento considerado produtor é representado pelo desenho do depósito , uma vez que os mesmos armazenam os recursos, bem como as moradias e os resíduos de podas de árvores. As pessoas, representadas pelo desenho do consumidor , encontram-se no subsistema dos quintais, uma vez que participam diretamente deste sistema. O sumidouro de calor é também representado por , indicando que a energia que é dispersa no processo não pode ser utilizada novamente.

O sistema analisado pode ser considerado como um sistema fechado, sem saídas, já que os resíduos resultantes das podas não têm destinos adequados ou reutilizações, mantendo-se no sistema.

Como um sistema menor, o sistema de plantio de mudas de árvores, para sua posterior implantação na cidade, é realizado pelo Viveiro Municipal, o qual pode também ser melhor observado por meio do diagrama sistêmico elaborado para o estudo (Figura 10).

FIGURA 10: Diagrama de fluxos internos do Viveiro Municipal de Ponta Grossa



Org: A autora

Percebe-se que enquanto prestador de serviços ambientais para o município, o Viveiro Municipal é um sistema aberto, uma vez que as mudas lá produzidas saem do sistema para o plantio na cidade. Os serviços provindos da natureza são também representados à esquerda do sistema. A fotossíntese das mudas, aqui representada pelo símbolo da interação , está diretamente ligada à biodiversidade existente no viveiro, representada pelo símbolo depósito bem como pela biomassa das mudas. A gestão de recursos provindos do homem também é representada pelo desenho da interação, uma vez que este processo combina diferentes tipos de energia e materiais para

produzir recursos (as mudas de árvore). A infraestrutura antrópica, como as sementes e mudas, fertilizantes, instalações e bens, materiais diversos, mão-de-obra e os serviços temporários representam os armazenamentos dos recursos econômicos providos do homem para tal produção.

A proposta da construção de diagramas sistêmicos para a análise da arborização é conduzir um inventário crítico dos processos, estoques e fluxos que são importantes para o sistema sob estudo, os quais serão então valorados na sequência.

### 3.2 ANÁLISE DOS FLUXOS EMERGÉTICOS DO SISTEMA

O próximo passo para o estudo emergético do sistema de arborização da área central da cidade de Ponta Grossa é a análise dos fluxos do sistema em questão. Foi então desmembrado o sistema em itens providos da natureza e itens providos da economia, e posteriormente os produtos deste sistema.

Primeiramente, para os itens provenientes da natureza, foi levantada e quantificada cada árvore e seu respectivo valor emergético (ORTEGA, 2002), a partir de dados encontrados na literatura, em pesquisas de campo e em informações da Prefeitura Municipal. Foram consideradas para a área central as árvores presentes em 38 vias e em 11 praças.

A partir disso, o cálculo emergético foi desenvolvido, tendo em vista os valores de pluviosidade anual para a área de  $1,55 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{ano}$  (IAPAR, 2014), a transformidade da chuva de  $4,70\text{E}+04^2 \text{ seJ/J}$  (ORTEGA, 2002), e o valor do *Emdólar* para o Brasil de  $4,47\text{E}+12 \text{ seJ/USD}$  (PEREIRA, 2012), melhor observado nas tabelas de cálculos nos Apêndices 1, 2, 3 e 4.

Foram então contabilizados 2.293 indivíduos arbóreos de vias e praças que tiveram seu valor emergético individualmente estimado. Para as árvores que no inventário não foram identificadas, seja por motivo de poda radical, o que impossibilitava a verificação, ou por desconhecimento da espécie, mesmo após a verificação junto ao herbário da Universidade Estadual de Ponta Grossa, foi considerado então o valor médio das outras árvores identificadas.

---

<sup>2</sup> A notação científica  $4,70\text{E}+04$  é uma forma de escrever números demasiadamente grandes, onde a letra “E” significa Expoente, ou seja, neste caso  $10^4$ , ou o número 47.000.

Primeiramente obteve-se o valor médio da energia total que uma árvore recebe em **um ano**, ou seja, o valor de energia necessária para “produzi-la”. Dividiu-se então a análise entre os valores de árvores de praças e árvores de rua, melhor observados na tabela 4:

TABELA 4: Valores médios de entrada e saída do sistema de arborização (média para um ano)

| <b>1. Energia de entrada do sistema:</b> |                                                  |                                       |                                          |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|
|                                          | Ítem                                             | Média para um ano -<br>árvores de rua | Médias para um ano - árvores<br>de praça |
| a                                        | Energia da água de chuva recebida                | 2,40E+11                              | 1,82E+11                                 |
| b                                        | Energia dos nutrientes solubilizados (média)     | 2,72E+10                              | 2,74E+10                                 |
| c                                        | Nutrientes provenientes da serrapilheira (média) | Não há                                | 1,22E+10                                 |
| d                                        | Energia dos insumos materiais                    | 8,66E+12                              | 8,66E+12                                 |
| e                                        | Energia da mão-de-obra utilizada                 | 8,07E+12                              | 8,07E+12                                 |
|                                          | <b>TOTAL</b>                                     | <b>1,70E+13</b>                       | <b>1,70E+13</b>                          |
| <b>2. Energia produzida no sistema:</b>  |                                                  |                                       |                                          |
|                                          | Ítem                                             | Média para um ano -<br>árvores de rua | Médias para um ano - árvores<br>de praça |
| a                                        | Energia liberada da umidade do ar                | 3,82E+07                              | 3,81E+07                                 |
| b                                        | Água de chuva infiltrada                         | 2,30E+06                              | 2,29E+06                                 |
| c                                        | Energia da biomassa da árvore (média)            | 1,60E+06                              | 1,67E+06                                 |
|                                          | <b>TOTAL</b>                                     | <b>4,21E+07</b>                       | <b>4,21E+07</b>                          |

Org: A Autora

Ressalta-se que, por analisar somente o primeiro ano de existência de uma árvore, os valores emergéticos encontrados para as espécies de ruas e de praças são semelhantes, uma vez que o período analisado é de apenas um ano.

Sendo assim, para os itens provindos da natureza (I) foi encontrado o valor total de 2,79E+11 seJ/árvore de rua e de 2,22E+11 seJ/árvore de praças, valores estes semelhantes, considerando que o fluxo de energia dos nutrientes solubilizados e energia da água de chuva recebida terem fluxos semelhantes em um ano de análise, mesmo levando-se em consideração a serrapilheira apenas para as árvores de praças, uma vez que o valor encontrado é relativamente pequeno, quando comparado aos outros valores finais do diagrama. Portanto, a média de valores provindo da natureza de árvores de ruas e praças é de **2,51E+11 seJ/árvore**.

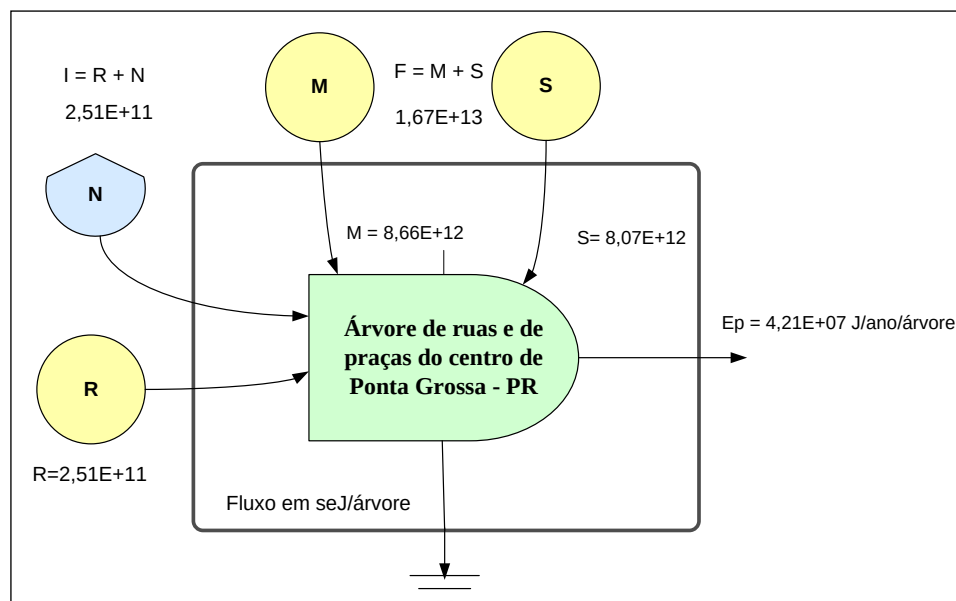
Considerando os itens provindos da economia em um ano, obteve-se o valor de  $8,66\text{E}+12$  seJ/árvore de ruas e de praças, provindos dos insumos materiais (M) e  $8,07\text{E}+12$  seJ/árvore de ruas e praças, provindos da mão-de-obra utilizada (S). Os valores encontrados não diferem para árvores viárias ou de praças, uma vez que os materiais e mão-de-obra são os mesmos para o plantio das árvores no primeiro ano. Somando os dois valores (F), o valor total de  **$1,67\text{E}+13$  seJ/árvore** é encontrado.

A somatória dos valores provindos da natureza e da economia (Y) é de  **$1,70\text{E}+13$  seJ/árvore**, para as árvores de rua e também para as de praça, o que demonstra o valor da energia recebida pelo sistema de arborização em seu primeiro ano de existência. Destaca-se aqui o alto valor de recursos provindo da economia, em contraste com o valor da natureza, uma vez que para o primeiro ano de existência da árvore, a mão-de-obra, os insumos e materiais utilizados para o plantio das mudas têm grande relevância para a implantação da árvore.

A respeito dos valores dos produtos resultantes do sistema, ou seja, a energia produzida no primeiro ano por árvore obteve-se o valor total de  **$4,21\text{E}+07$  J/árvore** para as árvores de ruas e de praças (Ep) conforme também observado na tabela 4. Para as árvores de rua, foram encontrados  $3,82\text{E}+07$  J provindos da energia liberada da umidificação do ar,  $2,30\text{E}+06$  J provindos da água infiltrada da chuva e  $1,60\text{E}+06$  J provindos da biomassa de cada árvore; para as árvores de praças os valores semelhantes de  $3,81\text{E}+07$  J de energia liberada da umidade de ar,  $2,29\text{E}+06$  J da água infiltrada e  $1,67\text{E}+06$  J da energia da biomassa foi obtido.

Para a melhor observação do sistema, a figura 11 traz a média dos valores comentados:

FIGURA 11: Diagrama resumido dos valores médios totais para um ano de existência das árvores: fluxos energéticos providos da natureza e economia e a energia dos produtos



Org: A Autora

Considerando que a média de idade de todas as árvores analisadas na pesquisa é de **20 anos**, os valores podem também serem observados a partir desta perspectiva, indicando um valor médio de fluxos e de produtos da grande parte das árvores da área central da cidade.

Sendo assim, a Tabela 5 pode indicar visualmente estes dados, onde as árvores foram divididas em árvores de acompanhamento viário e árvores de praças:

TABELA 5: Valores de entrada e saída do sistema: média para árvores de 20 anos.

| 1. Energia de entrada do sistema: |                                              |                                    |                                      |
|-----------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
|                                   | Ítem                                         | Média - 20 anos:<br>árvores de rua | Média - 20 anos: árvores<br>de praça |
| a                                 | Energia da água de chuva recebida            | 4,18E+13                           | 1,44E+13                             |
| b                                 | Energia dos nutrientes solubilizados (média) | 1,35E+14                           | 3,62E+14                             |
|                                   | Nutrientes provenientes da serrapilheira     |                                    |                                      |
| c                                 | (média)                                      | Não há                             | 1,30E+12                             |
| d                                 | Energia dos insumos materiais                | 1,42E+14                           | 1,08E+14                             |
| e                                 | Energia da mão-de-obra utilizada             | 3,41E+14                           | 1,08E+14                             |
|                                   | <b>TOTAL</b>                                 | <b>6,60E+14</b>                    | <b>5,94E+14</b>                      |
| 2. Energia produzida no sistema:  |                                              |                                    |                                      |
|                                   | Ítem                                         | Média - 20 anos:<br>árvores de rua | Média - 20 anos:<br>árvores de praça |
| a                                 | Energia liberada da umidade do ar            | 7,78E+08                           | 4,91E+09                             |
| b                                 | Água de chuva infiltrada                     | 4,69E+07                           | 2,96E+08                             |
| c                                 | Energia da biomassa da árvore (média)        | 3,96E+07                           | 3,95E+08                             |
|                                   | <b>TOTAL</b>                                 | <b>8,65E+08</b>                    | <b>5,60E+09</b>                      |

Org.: A autora



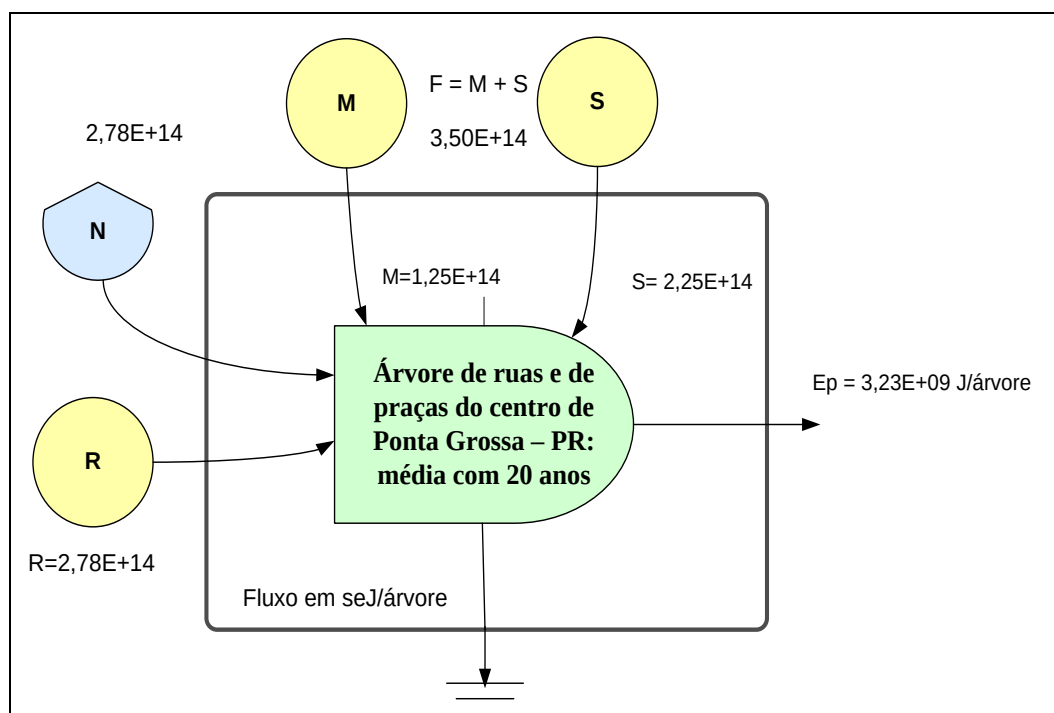
Considerando-se o período de **20 anos** e a divisão entre árvores de vias públicas e de praças, percebe-se que os valores encontrados são também semelhantes entre si: o total energético obtido pelas árvores de rua é de **6,61E+14 seJ/árvore**, sendo que destes 1,78E+14 seJ provêm de recursos naturais e 4,83E+14 seJ provêm de recursos da economia; para as árvores de praça um total de **5,94 seJ/árvore** foi obtido, sendo que 3,78E+14 seJ são valores da natureza e 2,12E+14 seJ da economia. Percebe-se que, mesmo os valores sendo muito aproximados, uma vez que todos possuem a mesma base 14, em se tratando das árvores de praças, os valores provindos da natureza são mais acentuados, uma vez que estas árvores têm portes maiores, se comparados com árvores de ruas, além de um espaço maior de solo para se desenvolverem, características estas levadas em consideração da avaliação energética. Já considerando os recursos da mão-de-obra e materiais, percebe-se que as árvores de rua têm valores maiores, o que pode ser explicado pelo serviço e mão-de-obra demandada pelas podas, que não ocorre nas árvores de praças.

Já quando considerados os benefícios provindos das árvores, percebe-se que o valor energético para as árvores de rua é de **8,65E+08 J/árvore**, enquanto para as de praça encontra-se o valor de **5,60E+09 J/árvore**. Percebe-se que as árvores de praças, por terem maior porte e serem mais frondosas quando comparadas às árvores de ruas, possuem também mais biomassa, o que aumentou consideravelmente o valor da energia liberada. O fato da menor impermeabilização de solo das praças também é observado no valor maior da água de chuva infiltrada por árvore. Fazendo uma média da energia liberada dos produtos de árvores de rua e de praças, é encontrado o valor de **3,23E+09 J/árvore**.

Fazendo-se também a média dos valores citados para os fluxos internos entre árvores de rua e de praças, encontra-se para os itens provindos da natureza o valor de **2,78E+14 seJ/árvore**, e para os itens provindos da economia é de **3,50E+14 seJ/árvore**.

Para a melhor observação do sistema de arborização para 20 anos, a figura 12 traz a média dos valores comentados:

FIGURA 12: Diagrama resumido dos valores médios totais dos fluxos emergéticos provindos da natureza e economia e da energia dos produtos para 20 anos.



Org.: A Autora

Considerando que a cada ano que passa, os valores emergéticos vão aumentando, pode-se também fazer a somatória de todos os valores, considerando-se o sistema com as **idades reais de todas as árvores**. Desta forma, para as árvores localizadas em vias a somatória de todos os valores provindos da natureza e da economia é de 7,10E+17 seJ, e para as árvores localizadas em praças o valor de 4,37E+17 seJ, ou seja, este é o valor emergético total recebido, considerando todos os anos de existência das árvores na área central. Percebe-se que as árvores de ruas têm valores mais altos, uma vez que essas árvores se encontram em maior número se comparadas às de praças. Quando somados os dois valores, um total de **1,15E+18 seJ** é encontrado para todas as árvores do centro da cidade.

Destaca-se que Roncon (2011) também encontrou em sua pesquisa uma tendência ascendente da energia em função do tempo para as Áreas de Preservação Permanente no Estado de São Paulo, destacando a importância de áreas preservadas com vegetação nativa.

Ao considerar apenas os produtos do sistema, ou seja, os benefícios analisados obteve-se o valor total para todos os anos de vida das árvores de rua um total de  $2,14\text{E}+12$  J; e para as árvores de praças o valor de  $1,38\text{E}+12$  J. Novamente o valor mais alto para as árvores de rua provêm de seu maior número de indivíduos. Quando somados, o total é de  **$3,52\text{E}+12$  J** é encontrado como produto de todo o sistema.

De acordo com Ortega (2008) os valores podem ser convertidos em dinheiro, a partir do uso da transformidade do *emdollar*, a fim da melhor observação e entendimento dos valores.

Neste sentido baseado no valor da transformidade do dinheiro (PEREIRA, 2012), obteve para os **fluxos de entrada**, considerando-se os fluxos naturais e econômicos, o valor médio individual de U\$128,55, ou R\$ 285,38 (utilizando-se a cotação de junho de 2013), uma média de todas as árvores, dentre árvores de ruas e praças, de acordo com sua idade real.

Para os **produtos de saída da árvore**, foi considerado o preço do mercado de vendas: para a biomassa, considerou-se valor de R\$ 15,00/m<sup>3</sup> de madeira de árvore (EMBRAPA, 2014), para a infiltração, considerou-se o valor de R\$ 4,47/m<sup>3</sup> de água, valor este praticado pela Sanepar – Companhia de Saneamento do Paraná – em 2014; e para a umidificação do ar, considerou-se o valor de R\$ 0,24/kWh praticado pela Copel – Companhia Paranaense de Energia, em 2014, após a conversão de kcal, do resfriamento médio, em kWh.

Baseado nestes valores, o valor médio dos produtos, ou dos benefícios, de uma árvore do centro de Ponta Grossa - PR é de U\$ 2.378,28, ou R\$ 5.279,78. Destaca-se que os valores do produto da árvore, mais altos que os valores emergéticos, são preços de venda para o mercado, onde o valor do lucro está embutido e por isso, deve ser levado em consideração.

Quando somados o valor de entradas e de saída (produtos) do sistema, obteve-se o valor médio de **R\$ 5.565,16** para uma árvore de 20 anos de idade. Quando analisadas isoladamente, obteve-se como valor mais baixo R\$ 268,92 (árvore com um ano de idade) e o mais alto R\$ 8.209,98 (árvore com mais de trinta anos).

Este valor pode ser comparado à pesquisa de Leal (2007), que apontou que para a cidade de Curitiba – Paraná, os custos de implantação e manutenção das árvores, com idades entre 1 e 30 anos, variaram de R\$

275,02 a R\$ 9.003,18 para espécies de pequeno porte e taxa de crescimento rápido em viveiro, porém deve-se evidenciar que estes valores tiveram o custo da renda da terra de Curitiba levados em consideração.

É, portanto, a partir dos valores emergéticos providos na natureza e da economia, bem como da energia resultante do sistema, que a avaliação emergética pode ser contabilizada e os índices emergéticos podem ser analisados, conforme explicitados no próximo item.

### 3.3 OBTENÇÕES DOS ÍNDICES EMERGÉTICOS

A partir da obtenção dos valores dos fluxos de energia do sistema de arborização, foram calculados os índices emergéticos para o referido sistema, a fim de serem utilizados como indicadores de desempenho para a arborização na cidade. Seguindo a metodologia foram então elencados os índices utilizados para tal avaliação: a transformidade do sistema (**Tr**), índice de renovabilidade emergética (**%R**), índice de rendimento emergético (**EYR**), índice de investimento emergético (**EIR**) e o índice de carga ambiental (**ELR**). Os índices foram calculados em duas situações: para o primeiro ano de existência da árvore, bem como para a média de idade de 20 anos, utilizando-se dos valores médios para ruas e praças. (Tabela 6).

TABELA 6: Índices emergéticos do sistema para 1 e 20 anos.

| Índice                       | Valor para um ano | Valor para 20 anos | Unidade        |
|------------------------------|-------------------|--------------------|----------------|
| <b>Transformidade (Tr)</b>   | 4,04E+05          | 1,94E+05           | seJ/árvore/ano |
| <b>Renovabilidade (%R)</b>   | 1,64              | 44,31              | %              |
| <b>Rendimento (EYR)</b>      | 1,02              | 3,59               |                |
| <b>Investimento (EIR)</b>    | 59,83             | 0,62               |                |
| <b>Carga ambiental (ELR)</b> | 59,83             | 0,62               |                |

Org: A Autora

Primeiramente, para um ano de existência da árvore, o valor da transformidade (**Tr**) do sistema de arborização foi apurado, levando-se em consideração o período de **um ano**, ou seja, a energia por unidade de energia (seJ de energia por J de energia). Obteve-se o valor de **4,04E+05 seJ/árvore**, sendo assim, é necessário 4,04E+05 seJ para a transformação em um joule de energia, média esta para árvores de vias e de praças. Quanto maior o índice de

transformidade, maior é a aplicação do que foi produzido para o ecossistema. Ressalta-se ainda que os sistemas de produção podem ter diferentes transformidades de acordo com as circunstâncias ambientais e econômicas (ODUM, 1996; EURICH, 2011).

Para se conhecer a sustentabilidade do sistema de arborização em um ano, utilizou-se o índice de renovabilidade emergética (%R), obtido pela fórmula  $\%R = R/Y$ . O valor encontrado foi de **1,64%**. Sistemas mais equilibrados apresentam altos valores de %R, percebe-se que devido ao baixo valor de recursos renováveis, comparado ao valor total do sistema, este índice encontra-se baixo, indicando que para o primeiro ano da árvore existe uma baixa renovabilidade emergética.

Posteriormente foi analisado o índice de razão de rendimento emergético (EYR), que é obtido através da fórmula  $EYR = Y/F$ . O valor encontrado foi de **1,02**. Para Brown e Ulgiati (2002) valores inferiores a 2,00 indicam que não há contribuições que possam ser consideradas como fonte de energia, como no presente caso, indicando que as árvores do centro de Ponta Grossa encontram-se em seu primeiro ano utilizando demasiados recursos econômicos, como gastos específicos da Prefeitura Municipal com a implantação de mudas.

Para se conhecer o investimento da sociedade (investimento monetário) para produzir determinado bem em relação às contribuições da natureza (até hoje gratuitos), utilizou-se o índice de investimento (EIR), calculado através da fórmula  $EIR = F/I$ . Obteve-se um valor de **59,83**, índice este alto, indicando a grande dependência do sistema com os recursos externos. Obteve-se o mesmo valor para o índice de carga ambiental (ELR), obtido pela fórmula  $ELR = (N+F)/R$ . No sistema em questão não foram considerados os recursos naturais não renováveis, uma vez que de acordo com Ortega, o sistema de arborização urbana central da cidade não possui valores relevantes para tal, como por exemplo valores relacionados à erosão do solo.

O valor final de ELR é o mesmo de EIR, **59,83**, o que demonstra o estresse na utilização dos recursos naturais. O valor encontrado de EIR pode ser comparado ao valor obtido para a produção de mudas de eucalipto, que é de 56,45, da região de Itatinga, em São Paulo. (FRIMAIO *et. al*, 2010).

Os índices também foram apurados para uma idade média de 20 anos das árvores, considerando-se que a maioria das árvores na área central tem esta idade.

Sendo assim, realizando os mesmos cálculos anteriores, e utilizando-se dos valores diferenciados para uma árvore de 20 anos, a Transformidade (Tr) do sistema é de **1,94E+05 seJ/árvore**. Portanto precisa-se de 1,94E+05 seJ para a transformação em um joule de energia dos produtos finais, média esta para árvores de vias e de praças. Como o índice decaiu de 1 ano para 20 anos, percebe-se que o desempenho do sistema melhora com o passar dos anos.

O índice de renovabilidade emergética (%R) foi de **44,31%**, índice este com valor mais alto quando comparado ao primeiro ano da árvore, indicando que as árvores, ao passar do tempo, adquirem maior renovabilidade emergética no sistema. Pode-se comparar este valor ao encontrado na análise emergética realizada no Parque Linear Tiquatira, em São Paulo – SP, onde 43% da energia total do sistema provem de recursos econômicos (MARIANO *et. al*, 2011).

O índice de razão de rendimento emergético (EYR) foi de **3,59**, índice este que demonstra que as árvores, apesar de não contribuírem como fornecedoras de energia, não atuam também enquanto consumidoras, uma vez que valores superiores a 5,00 são considerados fornecedores de energia (BROWN, ULGIATI, 2002; EURICH, 2011).

O índice de investimento (EIR) alcançou um valor de **0,62**, índice este mais baixo, mas aceitável, indicando que o sistema já não depende tanto de recursos externos. Obteve-se o mesmo valor para o índice de carga ambiental (ELR=0,62), o que demonstra que com o passar do tempo, há uma diminuição considerável no impacto da utilização dos recursos naturais das árvores.

Destaca-se mais uma vez que pela questão da presente pesquisa constituir-se em uma pesquisa pioneira na área de arborização urbana, não foram encontrados mais estudos de caso para comparação emergética dos índices.

### 3.4 CENÁRIO HIPOTÉTICO PARA COMPARAÇÃO

Como já ressaltado anteriormente, por tratar-se de um trabalho ainda pioneiro na relação da arborização urbana e a valoração emergética, a tarefa de comparar valores com outras pesquisas voltadas ao mesmo tema torna-se complexa. Neste sentido, preferiu-se criar um cenário hipotético, a partir dos valores já levantados para a cidade de Ponta Grossa, porém com algumas mudanças: Primeiramente, optou-se por um cenário sem as árvores de ruas, que se apresentam em maior número (1.238) se comparado às aquelas presentes nas praças (1.055).

Neste cenário, observa-se que o valor emergético total das árvores, considerando-se todos os anos de existência das árvores, decai de **1,15E+18 seJ/árvore** para o valor de **4,37E+17 seJ/árvore**, um valor 61,9% inferior ao encontrado anteriormente.

Quando considerado apenas os benefícios analisados, percebe-se que o valor total também baixa significativamente, de **3,52E+12 J**, para **1,38E+12 J**, um decréscimo de 60,8% considerando-se o valor anterior, indicando que o sistema produz significativamente menos benefícios à sociedade.

Seguindo os mesmos passos da análise anterior, para analisar os índices emergéticos optou-se pela comparação com árvores com idade média de 20 anos.

A partir dos valores exclusivos para as árvores de praça, desconsiderando-se as árvores de rua, observa-se que a Transformidade (Tr) decai para o valor de **1,06E+05 seJ/árvore**, valor este que indica que o desempenho do sistema aumenta.

Neste sentido, percebe-se que o índice de renovabilidade (%R) subiu de **44,31%** para **63,62%**, indicando que proporcionalmente neste cenário o sistema é mais equilibrado. Por outro lado, o índice de rendimento emergético (EYR) decaiu para **2,75**, demonstrando que o sistema consome mais energia, uma vez que possui menos árvores.

O índice de investimento emergético (EIR) e o Índice de carga ambiental (ELR) decaíram ambos para **0,57**, valores mais baixos quando considerados os valores do sistema contendo as árvores de rua, mas ainda aceitáveis para o sistema e considerados de baixo impacto ambiental.

Percebe-se que considerando apenas os fluxos internos emergéticos do sistema hipotético, onde há apenas árvores em praças, a falta das árvores de acompanhamento viário pode ser perceptível através dos resultados obtidos, principalmente quando observados os valores totais do sistema.

Por outro lado as árvores de praças são árvores em sua maioria com maior espaço para seu desenvolvimento e mais frondosas, (consequentemente possuem copas maiores, por não serem podadas, e biomassa mais elevada quando comparadas às árvores de rua). Sendo assim alguns dos valores, como a transformidade, que leva em consideração a proporção de energia por energia do sistema, tem seu valor diferenciado, indicando um sistema com maior desempenho, valores estes já demonstrados no sistema real de arborização da cidade, para a média de idade de 20 anos.

Percebe-se, através deste cenário hipotético, a importância para a sociedade das árvores com maior porte e com espaço adequado para seu pleno desenvolvimento, uma vez que os produtos resultantes têm maiores valores quando comparados às árvores com menores espaços para seu crescimento.

Em relação aos valores dos fluxos emergéticos totais e dos produtos totais encontrados, percebe-se que de modo geral levar em consideração apenas as árvores de praças é uma grande perda para o sistema de árvores do centro de Ponta Grossa. No entanto é importante frisar que, mesmo que muitas vezes estas árvores tenham valores mais altos em alguns dos índices emergéticos aqui levantados, a arborização da área central de Ponta Grossa, constituída pelas árvores de vias e de praças, é uma parte essencial do conjunto da cidade, proporcionando benefícios inegáveis aos cidadãos, ano após ano, como aqui demonstrados.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A valoração de recursos ambientais, prática esta já utilizada em várias pesquisas no Brasil é comumente voltada a análises econômicas, de cunho neoclássico, voltadas ao capital humano e nesta perspectiva, o grande trabalho da natureza não é levado em consideração. A partir da valoração emergética, através de um olhar diferenciado e pluralista, percebe-se que os atributos naturais têm seu peso, e a natureza passa a ser reconhecida, valorizada e reforçada.

A valoração ambiental apresenta também a contribuição provinda da natureza, além do viés econômico, seja pelos fluxos emergéticos internos do sistema de arborização central da cidade, seja pelos valores emergéticos relativos aos materiais e serviços econômicos relacionados às árvores viárias e de praças.

Conclui-se que enquanto trabalho pioneiro na valoração emergética de árvores públicas urbanas, a presente pesquisa apresentou os estoques e os serviços ambientais proporcionados pelos espaços públicos arborizados da área central de Ponta Grossa através da análise emergética, mostrando, desta maneira, o trabalho diferenciado da natureza em todo o processo do crescimento das árvores, através dos fluxos internos considerados e dos produtos resultantes do sistema, concluindo através dos valores encontrados que o centro da cidade apresenta um complexo e relevante sistema de arborização.

Os valores relativos aos serviços ambientais prestados pelas árvores, neste trabalho especificamente, a umidificação do ar, ocorrida pela evapotranspiração, a infiltração da água da chuva no solo e a própria biomassa da árvore, demonstraram que tais serviços, muitas vezes não são levados em consideração pela sociedade ou pelo poder público, no entanto são essenciais a todo sistema.

Conclui-se, desta maneira, que os valores emergéticos de fluxos internos das árvores, bem como dos produtos resultantes, são valores crescentes, como destacados na pesquisa quando analisados um e vinte anos de existência da árvore. Deve-se levar em consideração que a tendência para

estes valores é que, em idades mais avançadas, as árvores alcançam valores constantes, e que no final de sua existência, esses valores decaem, destacando assim a importância do plantio de novas mudas.

Desta forma, a partir dos valores e índices encontrados, pode-se perceber a real importância do sistema de arborização: por um lado as árvores de vias que se encontram em maior número no centro da cidade, o que resulta em valores emergéticos e energéticos totais mais elevados, e por outro viés as árvores de praças, que dão proporcionalmente o maior retorno à sociedade, em função da maior qualidade de seus benefícios.

A pesquisa também contribui com novos valores de referência para a metodologia de análise emergética, permitindo assim que novos trabalhos na área possam considerar os valores aqui encontrados.

Esta pesquisa também traz recomendações no sentido de auxiliar os próximos trabalhos que façam uso da análise emergética na área da arborização urbana: Primeiramente, na contabilização dos fluxos internos, recomenda-se que outros itens tenham seus valores analisados, a fim de obter um valor emergético final mais aproximado e apurado, como os itens “energia térmica no subsistema”, “biodiversidade regional” e “biota do solo”, os quais não puderam ser considerados, pela falta de dados específicos na área de estudo.

Outro fato importante a ser considerado é que, nem toda a energia que entra no sistema de arborização urbana sai, ficando uma parte “estocada” na árvore, a qual aumenta ao longo do tempo, fato este que para estudos posteriores pode ser levado em consideração, uma vez que ainda não existem pesquisas ou equações relacionadas ao assunto.

Como resultados do sistema de arborização, mais benefícios podem ser incluídos para análise, como a adsorção de gases tóxicos e o sequestro de carbono.

Enquanto trabalho inédito na área, muitos dos valores de base para a análise são médias gerais encontradas na literatura, e que para o aperfeiçoamento de futuros trabalhos, o ideal seria a análise específica para a região adotada. Espera-se que o presente trabalho contribua para as pesquisas relacionadas à valoração ambiental, principalmente no que tange a arborização urbana, a fim de proporcionar posteriores comparações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, F.D.R. **Uso de análise emergética e sistema de informações geográficas no estudo de pequenas propriedades agrícolas**. 2005. 252 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas, 2005.

ALBUQUERQUE, T. C. **Análise emergética de um sistema agroflorestal: Sítio Catavento, Indaituba, SP**. 2012. 208 p. Tese. (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2012.

AMAZONAS, M.C. **Valor e meio ambiente: elementos para uma abordagem evolucionista**. 2011. 267 f. Tese. (Doutorado em Ciências Econômicas). Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2001.

ANDRADE, D.C. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. **Leituras de Economia Política**, Campinas, v. 14, p. 1-31, 2008.

BARATTA JUNIOR, A.P.; **Utilização do composto de resíduos da poda da arborização urbana em substratos para a produção de mudas**. 2007, 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

BARROS, R.A. **Arborização viária urbana e seu potencial turístico na cidade de Maringá/Pr** – 2010. Maringá. Dissertação (Mestrado em engenharia Urbana) – Universidade Estadual de Maringá. 2010.

BENETTI, H.A.D; HILGEMBERG, F.J.S; **A implantação de um programa de Arborização no Perímetro Central da Cidade de Ponta Grossa - PR**. 2001, 47f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná, 2001.

BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo**. Curitiba: FUPEF, 2005. 177p.

BONAMETTI, J.H. Arborização urbana. **Terra e Cultura**, n. 36, p. 51-55, 2003.

BRASIL. **Estatuto da cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos**. Câmara dos Deputados: Brasília. 2001.

BRITO, J. O. **Expressão da produção florestal em unidades energéticas**. In: 1º Congresso Florestal Pan-americano e 7º Congresso Florestal Brasileiro. Curitiba/PR, 19- 24 de setembro de 1993. v 3. p. 280-282.

BROWN, M.T; ULGIATI, S. Energy Evaluation of the Biosphere and Natural Capital. **AMBIO**; v. 28, n.6; 1999.

BRUN, F.G.K. **Avaliação do potencial de estoque de carbono por Sibipiruna (Poincianella pluviosa var. peltophoroides (Benth.) L.P Queiróz) na arborização viária de Maringá – PR**. 2012. 166f. Tese. (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba. 2012.

CALDEIRA, M.V.W; MARQUES, R; SOARES, R.V; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes – Floresta Ombrófila Mista Montana – Paraná. **Revista Acad**; Curitiba, v.5. n.2. p. 101-116. 2007.

COPEL – Companhia Paranaense de Energia. **Taxas e tarifas**. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Ftarifas%2Fpagcopel2.nsf%2Fverdocatual%2F23BF37E67261209C03257488005939EB>>. Acesso em: 03/01/2014

CORREIA, A.C.P. **Quantificação do reservatório de carbono nas árvores**. Instituto Superior de Agronomia. Portugal. 2004

DETZEL, V.A. **Avaliação monetária e de conscientização pública sobre arborização urbana: aplicação metodológica à situação de Maringá / PR**. 1993. 84 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 1993

EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Coeficientes técnicos e custos da produção. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinus/CultivadoPinus/12\\_coeficientes\\_tecnicos\\_e\\_custos.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinus/CultivadoPinus/12_coeficientes_tecnicos_e_custos.htm)>. Acesso em 03/01/2014

EURICH, J. **Balanço energético em agrossistemas de produção familiar**. Dissertação. (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa. 2011

FALCO, G. P. Por que quantificar o meio ambiente? **Revista das Faculdades Integradas Vienna Junior**, Juiz de Fora. v. 1. n. 2. p. 1-28. 2010.

FRIMAIO, G; ALMEIDA, C.M.V; GIANNETTI, B.F; BONILLA, S.H; SILVA, C.C. Síntese em energia da compensação ambiental do aterro sanitário Sítio São João: um estudo comparativo. **Revista Agregeoambiental**. 2010.

GREY, G.; DENEKE, F. J. **Urban Forestry**, New York: John Wiley, 1978. 279p.

GOMES, P. C. C. **A condição urbana**. Ensaios de geopolítica da cidade. Rio de Janeiro: 2002. 293 p.

IAPAR – **Instituto Agrônomo do Paraná**. Médias Históricas para o município de Ponta Grossa. Disponível em: <[http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias\\_Historicas/Ponta\\_Grossa.htm](http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Ponta_Grossa.htm)>. Acesso em: 03/01/2014

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Dados do Censo 2010. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>, acessado em 29 de Outubro de 2011.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**. Nº 118. p.189-205. 2003.

LAERA, L.H.N. **VALORAÇÃO ECONÔMICA DA ARBORIZAÇÃO - A VALORAÇÃO DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS PARA A EFICIÊNCIA E MANUTENÇÃO DO RECURSO AMBIENTAL URBANO**. 2006. 132f. (Mestrado em Ciência Ambiental) Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

LAMAS, J. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. 5 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 2010.

LEAL, L. **Custo das árvores de rua – Estudo de caso: Cidade de Curitiba/Pr**. 2007. 124 p. Dissertação. (Ciências Florestais). Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2007.

LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

LIMA, A. M. L. P.; CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C.; SOUZA, M.A.L.B.; FIALHO, N.O; DEL PICCHIA, P.C.D. Problemas de utilização na Conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. In: CONGRESSO

BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, II, São Luiz/MA. **Anais**, 1994. P. 539-550.

LOBODA, C. R.; DE ANGELIS, B. L. D. Áreas Verdes Públicas Urbanas: Conceitos, Usos e Funções. **Revista Ambiência** - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. V. 1 nº1 2005. p. 125 a 138.

MALAVASI, U.C; MALAVASI, M.M: Avaliação da arborização urbana pelos residentes – Estudo de caso em Mal. Cândido Rondon, Paraná. **Revista Ciência Florestal**. V.11 nº1. 2001. p. 189-193

MARIANO, M.V; ALMEIDA, C.M.V.B; SANTOS, A.P.Z. Parques Urbanos Municipais de São Paulo: Contabilidade Ambiental em emergência. **Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World**. São Paulo: 1-8 2011

MATTOS, K.M.C; MATTOS, A. **Valoração econômica do meio ambiente** – uma abordagem teórica e prática. São Carlos: RiMa, Fapesp, 2004.

MERICO, L.K.F. **Introdução à economia ecológica**. Blumenau: Editora da FURB, 2002.

MILANO, M; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: Light, 2000.

MORAES, A.F; GOUDARD, B; OLIVEIRA, R. Reflexões Sobre a Cidade, seus Equipamentos Urbanos a Influência destes na Qualidade de Vida da População. **Interthesis**. v. 5, n. 2. P. 93-103. Florianópolis, 2008.

MORO, D. A. **As áreas verdes e seu papel na ecologia urbana e no clima urbano**. Revista Unimar, v. 1, n. 2, Maringá, 1976.

MOTTA, R.S **Manual para valoração econômica de Recursos Ambientais**. Rio de Janeiro: 1997. 254 p.

NARCISO, C.A.F. A cidade do futuro – estrutura ecológica urbana. **Vivência**. n. 38. P. 73-90. Portugal. 2008

NOGUEIRA, J.M, MEDEIROS, M.A.A, ARRUDA, FST. Valoração econômica do meio ambiente: ciência ou empiricismo? **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. Brasília. V.17. n.2. p. 81-115. 2000.

ODUM, H. T. **Enviromental accouting, emergy and environmental decision making**. New York: J. Wiley, 1996.

\_\_\_\_\_. **Handbook of Emergy Evaluation: A Compendium of Data for Emergy Computation Issued in a Series of Folios**. 2002. Folio n2 - Emergy of Florida Agriculture. Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences, Univ. of Florida, Gainesville, 28p, 2000

ODUM, H.; ODUM, E. **O declínio próspero. Princípios e políticas**. Petrópolis: Vozes, 2012.

OLIVEIRA, A.M.S. Relação homem / natureza no modo de produção capitalista. **Revista Electronica de Geografia y Ciencias Sociales**. Vol. 6, n. 119. 2002.

OLIVEIRA, A, U. Educação e ensino de geografia na realidade brasileira. In: OLIVEIRA, A. U. de (Org.). **Para onde vai o ensino da geografia?** 4. ed. São Paulo: Pinski, 1994. p. 135-144.

ORTEGA, E. **Contabilidade e Diagnóstico de Sistemas Usando os Valores dos Recursos Expressos em Energia** – 2002. Disponível em: <[www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/resumo.pdf](http://www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/resumo.pdf)> Acesso em: 15 de maio de 2013

ORTEGA, E; BACIC, M.J. **Uso da metodologia emergética na análise dos sistemas de produção e consumo**. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/modulo5.pdf>>. Acesso em 15 de maio de 2013.

ORTEGA, E; ZANGHETIN, M; TAKAHASHI, F. **Conceitos básicos sobre a biosfera, os ecossistemas e a economia humana**. Laboratório de Engenharia Ecológica da Unicamp. Campinas, 2008.

PEREIRA, L.G. **Análise multiescala multicritério do desempenho energético-ambiental brasileiro**. 2012. 185 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) -. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2012

PONTA GROSSA. **Plano Diretor:** Lei 9632 de 18 de julho de 2008. Disponível em: <<http://www.leismunicipais.com.br/cgi-local/forpgs/showinglaw.pl>>. Acesso em 10/04/2012

PROST, C. **O falso consenso sobre a defesa do meio ambiente.** MENDONÇA, F. A. , LOWEN-SAHR, C.L, SILVA, M. (Orgs.). Espaço e tempo: complexidade e desafios do pensar e do fazer geográfico. Curitiba: Associação de Defesa do Meio Ambiente e Desenvolvimento de Antonina (ADEMADAN), 2009.

QUADROS, G. P. **Arborização Urbana na Área Central de Ponta Grossa: Implantação, Preservação e Monitoramento - 2005.** Ponta Grossa . Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2005.

\_\_\_\_\_. **(Des)construção do espaço verde em Ponta Grossa – Paraná –** 2009. Ponta Grossa. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) – Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2009

RONCON, T.J.R. **Valoração ecológica de áreas de preservação permanente.** 2011. 201 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural). Universidade Federal de São Carlos. Araras. 2011.

SANEPAR – Companhia de Saneamento do paraná. **Tabela de tarifas.** Disponível em: <[http://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/tabela\\_tarifas\\_saneamento\\_basico.pdf](http://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/tabela_tarifas_saneamento_basico.pdf)>. Acesso em: 03/01/2014.

SANTOS, E. Avaliação monetária de árvores urbanas: uma revisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3, 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: SBAU/COELBA, 1996. p. 140-150.

SANTOS, M. **Espaço e método.** São Paulo: Nobel, 1985.

SANTOS, N. R. Z.; TEIXEIRA, I. F. **Arborização de Vias Públicas: Ambiente x Vegetação.** RS: Clube da árvore, 2001. 135 p.

SANTOS, Z.R; CARNEIRO, D.C; MALISKI, L.F; GONÇALVES, N. G.T; CARVALHO, S.M. Análise da Arborização e a Relação Conflituosa entre os Indivíduos Arbóreos e a Capacidade de Suporte das Vias na  rea Central da Cidade de Ponta Grossa Paraná-Br. In.: EGAL, 14., 2013, Lima. **Anais...** Lima: 2012. 1-14.



SANTOS, Z. R. **Análise qualiquantitativa da arborização de praças da cidade de Ponta Grossa - PR.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia Bacharelado) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2011.

SANTOS, Z.R. **As praças da cidade de Ponta Grossa - PR: Distribuição espacial, arborização urbana e infraestrutura.** 2014. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2014.

SEGAWA, H. **Ao amor do Público. Jardins do Brasil.** São Paulo: Studio Nobel, FAPESP. 1996. 256 p.

SILVA, R.G; LIMA, J.E. Valoração contingente do parque “Chico Mendes”: uma aplicação probabilística do método *referendum* com *Bidding Games*. **RER**. Rio de Janeiro. V. 42. Nº 04. p. 668-708. 2004.

SILVEIRA, P.; KOEHLER, H.S; SANQUETTA, C.R; ARCE, J.E. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Floresta**. Curitiba, v. 38, n. 1, jan./mar. 2008

SINISGALLI, P.A.A. A eMergia como indicador de valor para a análise econômica-ecológica. **Megadiversidade**. V. 2, Nº 1-2, p. 18-23. 2006

**Surface meteorology and solar energy**, a renewable energy resource web site. Disponível em: <<http://eosweb.larc.nasa.gov>>. Acesso em: 15 de maio de 2013

TAKAHASHI, S. **Avaliação ambiental do setor de transporte de cargas: comparação de métodos.** 2008. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2008

WATANABE, M.D.B. **Mata nativa e cana-de-açúcar: cálculo do valor dos serviços ecossistêmicos vinculados aos ciclos da água, do carbono e do nitrogênio utilizando a análise emergética.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de alimentos). Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2008

WOOD DENSITY DATABASE. Disponível em: <<http://www.worldagroforestry.org/sea/Products/AFDbases/WD/>>. Acesso em: 15/05/2013.

**APÊNDICE 1 – ANÁLISE EMERGÉTICA DE FLUXOS DA ARBORIZAÇÃO  
DE VIAS: Primeira e última página de análises emergéticas.**

| Ítem                                        | Valor     | Referências                                                                            |
|---------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Pluviosidade (m3 de água /m2 . ano)         | 1,55      | Iapar, 2014                                                                            |
| Densidade da água (kg/m3)                   | 1000      | Libardi, 2005                                                                          |
| Energia de Gibbs (J/kg)                     | 5000      |                                                                                        |
| Transformidade da chuva (seJ/J)             | 4,70E+04  | Ortega, 2002                                                                           |
| Energia unitária (seJ/m2)                   | 3,643E+11 | Valor fixo obtido pela constante de pluviosidade, densidade da água e energia de Gibbs |
| Emdollar Brasil 2013 (seJ/USD)              | 4,47E+12  | Pereira, 2012                                                                          |
| Valor calórico médio madeira 30%U (kcal/kg) | 4000      | Brito, 1993                                                                            |
| Valor calórico médio madeira 30%U (J/kg)    | 16744     | Conversão (1kcal = 4186 J)                                                             |

| Árvore              | Nome científico                 | Idade aprox. (anos) | Energia da água da chuva recebida (seJ/árvore) de acordo com a idade | Energia dos nutrientes solubilizados (seJ/árvore) de acordo com a idade | Nutrientes provenientes da serrapilheira (seJ/árvore) | Energia dos insumos materiais (seJ/árvore) de acordo com a idade | Energia da mão-de obra utilizada (seJ/árvore) de acordo com a idade | Energia total (seJ por árvore) de acordo com a idade | Transformidade da árvore considerando nutrientes (seJ/kg) | Transformidade da árvore considerando nutrientes (seJ/l) | Valor total da árvore- (USD equiv) |
|---------------------|---------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Açoita cavalo       | <i>Luehea divaricata</i>        | 20                  | 2,7E+13                                                              | 8,80E+13                                                                | 2,44E+12                                              | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,93E+14                                             | 2,70E+10                                                  | 1,61E+06                                                 | USD 132,57                         |
| Açoita cavalo       | <i>Luehea divaricata</i>        | 20                  | 2,7E+13                                                              | 8,80E+13                                                                | 2,44E+12                                              | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,93E+14                                             | 1,72E+10                                                  | 1,02E+06                                                 | USD 132,57                         |
| Amoreira            | <i>Morus nigra</i>              | 20                  | 2,1E+13                                                              | 7,04E+13                                                                | 2,44E+12                                              | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,70E+14                                             | 6,98E+10                                                  | 4,17E+06                                                 | USD 127,41                         |
| Amoreira            | <i>Morus nigra</i>              | 20                  | 2,1E+13                                                              | 7,04E+13                                                                | 2,44E+12                                              | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,70E+14                                             | 3,15E+10                                                  | 1,88E+06                                                 | USD 127,41                         |
| Amoreira            | <i>Morus nigra</i>              | 20                  | 2,1E+13                                                              | 7,04E+13                                                                | 2,44E+12                                              | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,70E+14                                             | 4,87E+10                                                  | 2,91E+06                                                 | USD 127,41                         |
| Amoreira            | <i>Morus nigra</i>              | 10                  | 6,7E+12                                                              | 2,59E+13                                                                | 9,77E+11                                              | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,71E+14                                             | 3,28E+10                                                  | 1,96E+06                                                 | USD 60,69                          |
| Amoreira            | <i>Morus nigra</i>              | 20                  | 2,1E+13                                                              | 7,04E+13                                                                | 1,95E+12                                              | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,69E+14                                             | 2,52E+10                                                  | 1,50E+06                                                 | USD 127,30                         |
| Amoreira            | <i>Morus nigra</i>              | 20                  | 2,1E+13                                                              | 7,04E+13                                                                | 1,95E+12                                              | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,69E+14                                             | 2,81E+10                                                  | 1,68E+06                                                 | USD 127,30                         |
| Amoreira            | <i>Morus nigra</i>              | 20                  | 2,1E+13                                                              | 7,04E+13                                                                | 1,95E+12                                              | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,69E+14                                             | 3,26E+10                                                  | 1,95E+06                                                 | USD 127,30                         |
| Amoreira            | <i>Morus nigra</i>              | 5                   | 1,6E+12                                                              | 2,11E+12                                                                | 1,83E+11                                              | 3,51E+13                                                         | 8,37E+13                                                            | 1,23E+14                                             | 2,40E+10                                                  | 1,43E+06                                                 | USD 27,47                          |
| Ângico              | <i>Anadenanthera macrocarpa</i> | 10                  | 8,0E+12                                                              | 2,59E+13                                                                | 9,77E+11                                              | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,73E+14                                             | 3,03E+10                                                  | 1,81E+06                                                 | USD 60,97                          |
| Ângico              | <i>Anadenanthera macrocarpa</i> | 10                  | 8,0E+12                                                              | 2,59E+13                                                                | 9,77E+11                                              | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,73E+14                                             | 2,02E+10                                                  | 1,21E+06                                                 | USD 60,97                          |
| Ângico              | <i>Anadenanthera macrocarpa</i> | 10                  | 8,0E+12                                                              | 2,59E+13                                                                | 9,77E+11                                              | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,73E+14                                             | 3,43E+10                                                  | 2,05E+06                                                 | USD 60,97                          |
| Ângico              | <i>Anadenanthera macrocarpa</i> | 25                  | 3,2E+13                                                              | 1,09E+14                                                                | 2,75E+12                                              | 1,76E+14                                                         | 4,19E+14                                                            | 7,38E+14                                             | 9,90E+09                                                  | 5,91E+05                                                 | USD 165,09                         |
| Ângico              | <i>Anadenanthera macrocarpa</i> | 25                  | 3,2E+13                                                              | 1,09E+14                                                                | 2,75E+12                                              | 1,76E+14                                                         | 4,19E+14                                                            | 7,38E+14                                             | 3,72E+10                                                  | 2,22E+06                                                 | USD 165,09                         |
| Araça vermelho      | <i>Psidium cattleianum</i>      | 15                  | 1,4E+13                                                              | 4,54E+13                                                                | 1,47E+12                                              | 1,05E+14                                                         | 2,51E+14                                                            | 4,18E+14                                             | 3,68E+11                                                  | 2,20E+07                                                 | USD 93,46                          |
| Araucária           | <i>Araucaria angustifolia</i>   | 30                  | 5,5E+13                                                              | 1,89E+14                                                                | 4,40E+12                                              | 2,11E+14                                                         | 5,02E+14                                                            | 9,62E+14                                             | 4,80E+10                                                  | 2,87E+06                                                 | USD 215,17                         |
| Araucária           | <i>Araucaria angustifolia</i>   | 30                  | 5,5E+13                                                              | 1,89E+14                                                                | 4,40E+12                                              | 2,11E+14                                                         | 5,02E+14                                                            | 9,62E+14                                             | 5,79E+10                                                  | 3,46E+06                                                 | USD 215,17                         |
| Aroeira             | <i>Myracrodruon urundeuva</i>   | 20                  | 2,4E+13                                                              | 7,92E+13                                                                | 2,20E+12                                              | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,81E+14                                             | 1,06E+11                                                  | 6,31E+06                                                 | USD 129,89                         |
| Aroeira             | <i>Myracrodruon urundeuva</i>   | 20                  | 2,4E+13                                                              | 7,92E+13                                                                | 2,20E+12                                              | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,81E+14                                             | 7,05E+10                                                  | 4,21E+06                                                 | USD 129,89                         |
| Aroeira             | <i>Myracrodruon urundeuva</i>   | 20                  | 2,4E+13                                                              | 7,92E+13                                                                | 2,20E+12                                              | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,81E+14                                             | 5,26E+10                                                  | 3,14E+06                                                 | USD 129,89                         |
| Aroeira             | <i>Myracrodruon urundeuva</i>   | 20                  | 2,4E+13                                                              | 7,92E+13                                                                | 2,20E+12                                              | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,81E+14                                             | 1,47E+10                                                  | 8,77E+05                                                 | USD 129,89                         |
| Aroeira             | <i>Myracrodruon urundeuva</i>   | 20                  | 2,4E+13                                                              | 7,92E+13                                                                | 2,20E+12                                              | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,81E+14                                             | 1,56E+10                                                  | 9,30E+05                                                 | USD 129,89                         |
| Aroeira             | <i>Myracrodruon urundeuva</i>   | 20                  | 2,4E+13                                                              | 7,92E+13                                                                | 2,20E+12                                              | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,81E+14                                             | 1,96E+10                                                  | 1,17E+06                                                 | USD 129,89                         |
| Aroeira             | <i>Myracrodruon urundeuva</i>   | 20                  | 2,4E+13                                                              | 7,92E+13                                                                | 2,20E+12                                              | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,81E+14                                             | 6,36E+10                                                  | 3,80E+06                                                 | USD 129,89                         |
| Aroeira             | <i>Myracrodruon urundeuva</i>   | 20                  | 2,4E+13                                                              | 7,92E+13                                                                | 2,20E+12                                              | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,81E+14                                             | 3,66E+10                                                  | 2,19E+06                                                 | USD 129,89                         |
| Aroeira Salsa       | <i>Schinus molle</i>            | 5                   | 2,0E+12                                                              | 2,82E+12                                                                | 2,44E+11                                              | 3,51E+13                                                         | 8,37E+13                                                            | 1,24E+14                                             | 1,88E+10                                                  | 1,12E+06                                                 | USD 27,72                          |
| Aroeira Salsa       | <i>Schinus molle</i>            | 10                  | 6,9E+12                                                              | 1,94E+13                                                                | 7,33E+11                                              | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,65E+14                                             | 2,06E+10                                                  | 1,23E+06                                                 | USD 59,23                          |
| Aroeira Salsa       | <i>Schinus molle</i>            | 10                  | 6,9E+12                                                              | 1,94E+13                                                                | 7,33E+11                                              | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,65E+14                                             | 1,29E+10                                                  | 7,70E+05                                                 | USD 59,23                          |
| Canafístula         | <i>Peltopharum dubium</i>       | 5                   | 1,6E+12                                                              | 2,11E+12                                                                | 1,83E+11                                              | 3,51E+13                                                         | 8,37E+13                                                            | 1,23E+14                                             | 4,08E+10                                                  | 2,44E+06                                                 | USD 27,47                          |
| Canafístula         | <i>Pletopharum dubium</i>       | 10                  | 5,8E+12                                                              | 1,94E+13                                                                | 7,33E+11                                              | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,64E+14                                             | 1,88E+10                                                  | 1,12E+06                                                 | USD 58,98                          |
| Canafístula         | <i>Pletopharum dubium</i>       | 10                  | 5,8E+12                                                              | 1,94E+13                                                                | 7,33E+11                                              | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,64E+14                                             | 1,74E+10                                                  | 1,04E+06                                                 | USD 58,98                          |
| Canela verdadeira   | <i>Cinamomum zeylanicum</i>     | 8                   | 5,6E+12                                                              | 9,02E+12                                                                | 7,82E+11                                              | 5,62E+13                                                         | 1,34E+14                                                            | 2,06E+14                                             | 4,70E+09                                                  | 2,81E+05                                                 | USD 45,99                          |
| Canela verdadeira   | <i>Cinamomum zeylanicum</i>     | 8                   | 5,6E+12                                                              | 9,02E+12                                                                | 7,82E+11                                              | 5,62E+13                                                         | 1,34E+14                                                            | 2,06E+14                                             | 9,97E+09                                                  | 5,96E+05                                                 | USD 45,99                          |
| Canela verdadeira   | <i>Cinamomum zeylanicum</i>     | 10                  | 8,7E+12                                                              | 2,91E+13                                                                | 1,10E+12                                              | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,77E+14                                             | 1,52E+10                                                  | 9,10E+05                                                 | USD 61,89                          |
| Cássia Imperial     | <i>Cassia fistula</i>           | 5                   | 2,7E+12                                                              | 2,82E+12                                                                | 2,44E+11                                              | 3,51E+13                                                         | 8,37E+13                                                            | 1,25E+14                                             | 1,33E+10                                                  | 7,94E+05                                                 | USD 27,88                          |
| Cássia Imperial     | <i>Cassia fistula</i>           | 15                  | 1,6E+13                                                              | 5,11E+13                                                                | 1,65E+12                                              | 1,05E+14                                                         | 2,51E+14                                                            | 4,25E+14                                             | 7,52E+09                                                  | 4,49E+05                                                 | USD 95,18                          |
| Cássia Imperial     | <i>Cassia fistula</i>           | 10                  | 8,2E+12                                                              | 2,59E+13                                                                | 9,77E+11                                              | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,73E+14                                             | 7,31E+09                                                  | 4,37E+05                                                 | USD 61,02                          |
| Cassia leptophyllea | <i>Cassia leptophyllea</i>      | 10                  | 6,7E+12                                                              | 2,59E+13                                                                | 9,77E+11                                              | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,71E+14                                             | 8,63E+09                                                  | 5,15E+05                                                 | USD 60,69                          |
| Cassia Leptóphylla  | <i>Cassia leptophylla</i>       | 15                  | 1,6E+13                                                              | 5,11E+13                                                                | 1,65E+12                                              | 1,05E+14                                                         | 2,51E+14                                                            | 4,26E+14                                             | 9,52E+09                                                  | 5,69E+05                                                 | USD 95,22                          |



## **APÊNDICE 2: ANÁLISE EMERGÉTICA DE FLUXOS DE ÁRVORES DE PRAÇAS**

| Item                                        | Valor     | Referências                                                                            |
|---------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Pluviosidade (m3 de água /m2. ano)          | 1,55      | IAPAR, 2014                                                                            |
| densidade da água (kg/m3)                   | 1000      | Libardi, 2005                                                                          |
| Energia de Gibbs (J/kg)                     | 5000      |                                                                                        |
| Transformidade da chuva (seJ/l)             | 4,70E+04  | Ortega, 2002                                                                           |
| Energia unitária (seJ/m2)                   | 3,643E+11 | Valor fixo obtido pela constante de pluviosidade, densidade da água e energia de Gibbs |
| Endollar Brasil 2013 (seJ/USD)              | 4,47E+12  | Pereira, 2012                                                                          |
| Valor calórico médio madeira 30%U (kcaJ/kg) | 4000      | Brito, 1993                                                                            |
| Valor calórico médio madeira 30%U (J/kg)    | 16744     | Conversão (1kcal = 4186 J)                                                             |

| Praça               | Árvore            | Nome científico            | Número de indivíduos | Idade a aprox. (média dos anos) | Energia da água da chuva recebida (seJ/árvore) de acordo com a idade | Energia da água da chuva para todas as árvores (considerando o coluna E) | Energia dos nutrientes solubilizados (seJ/árvore) de acordo com a idade | Energia dos nutrientes solubilizados (seJ/árvore) de acordo com a idade (considerando E) | Nutrientes provenientes da serrapilheira (seJ/árvore) considerando o coluna E | Nutrientes provenientes da serrapilheira (seJ/árvore) considerando o coluna E | Energia dos insumos materiais (seJ/árvore) de acordo com a idade | Energia da mão-de-obra utilizada (seJ/árvore) de acordo com a idade | Energia total por árvore de acordo com a idade | Energia total de todas as árvores | Transformidade da árvore considerando nutrientes (seJ/kg) | Transformidade da árvore considerando nutrientes (seJ/l) | Valor total da árvore - (USD equiv) | Valor total das espécies de árvore - (USD equiv) |
|---------------------|-------------------|----------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Alfredo Pedro Ribas | Cinamomo          | Mello azedarach L.         | 1                    | 25                              | 3,53E+13                                                             | 3,53E+13                                                                 | 1,33E+14                                                                | 1,33E+14                                                                                 | 3,36E+12                                                                      | 3,36E+12                                                                      | 1,76E+14                                                         | 4,19E+14                                                            | 7,66E+14                                       | 7,66E+14                          | 1,56E+10                                                  | 9,31E+05                                                 | USD 171,27                          | USD 171,27                                       |
|                     | Extremosa         | Lagerstroemia indica       | 2                    | 30                              | 2,64E+13                                                             | 5,28E+13                                                                 | 1,26E+14                                                                | 2,52E+14                                                                                 | 2,93E+12                                                                      | 5,86E+12                                                                      | 2,11E+14                                                         | 5,02E+14                                                            | 8,68E+14                                       | 1,74E+15                          | 6,54E+10                                                  | 3,90E+06                                                 | USD 194,27                          | USD 388,54                                       |
|                     | Leiteiro vermelho | Euphorbia L.               | 1                    | 15                              | 1,15E+13                                                             | 1,15E+13                                                                 | 2,84E+13                                                                | 2,84E+13                                                                                 | 9,16E+11                                                                      | 9,16E+11                                                                      | 1,05E+14                                                         | 2,51E+14                                                            | 3,97E+14                                       | 3,97E+14                          | 4,79E+10                                                  | 2,86E+06                                                 | USD 88,88                           | USD 88,88                                        |
|                     | Sibipiruna        | Caesalpinia peltaphoroides | 2                    | 25                              | 1,76E+13                                                             | 3,51E+13                                                                 | 7,24E+13                                                                | 1,45E+14                                                                                 | 1,83E+12                                                                      | 3,66E+12                                                                      | 1,76E+14                                                         | 4,19E+14                                                            | 6,86E+14                                       | 1,37E+15                          | 6,51E+09                                                  | 3,89E+05                                                 | USD 153,46                          | USD 306,93                                       |
| Barão do Guaraúna   | Cedro             | Cupressus lusitana         | 2                    | 10                              | 6,01E+12                                                             | 1,20E+13                                                                 | 1,62E+13                                                                | 3,24E+13                                                                                 | 6,11E+11                                                                      | 1,22E+12                                                                      | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,60E+14                                       | 5,21E+14                          | 1,05E+10                                                  | 6,26E+05                                                 | USD 58,27                           | USD 116,55                                       |
|                     | Extremosa         | Lagerstroemia indica       | 3                    | 30                              | 2,64E+13                                                             | 7,92E+13                                                                 | 1,26E+14                                                                | 3,78E+14                                                                                 | 2,93E+12                                                                      | 8,79E+12                                                                      | 2,11E+14                                                         | 5,02E+14                                                            | 8,68E+14                                       | 2,61E+15                          | 3,41E+10                                                  | 2,03E+06                                                 | USD 194,27                          | USD 582,81                                       |
|                     | Ipê amarelo       | Tabebuia alba              | 3                    | 8                               | 4,92E+12                                                             | 1,48E+13                                                                 | 1,29E+13                                                                | 3,88E+13                                                                                 | 4,88E+11                                                                      | 1,47E+12                                                                      | 5,62E+13                                                         | 1,34E+14                                                            | 2,08E+14                                       | 6,25E+14                          | 5,44E+09                                                  | 3,25E+05                                                 | USD 46,64                           | USD 139,93                                       |
|                     | Ipê roxo          | Tabebuia impetiginosa      | 2                    | 15                              | 1,26E+13                                                             | 2,51E+13                                                                 | 3,41E+13                                                                | 6,81E+13                                                                                 | 1,10E+12                                                                      | 2,20E+12                                                                      | 1,05E+14                                                         | 2,51E+14                                                            | 4,04E+14                                       | 8,08E+14                          | 6,26E+09                                                  | 3,74E+05                                                 | USD 90,43                           | USD 180,87                                       |
|                     | Luca elefante     | Yucca elephantipes         | 2                    | 15                              | 9,47E+12                                                             | 1,89E+13                                                                 | 2,27E+13                                                                | 4,54E+13                                                                                 | 7,33E+11                                                                      | 1,47E+12                                                                      | 1,05E+14                                                         | 2,51E+14                                                            | 3,89E+14                                       | 7,79E+14                          | 8,57E+09                                                  | 5,12E+05                                                 | USD 87,12                           | USD 174,24                                       |
|                     | Jerivá            | Swagrus romanzoffiana      | 6                    | 15                              | 1,13E+13                                                             | 6,78E+13                                                                 | 2,84E+13                                                                | 1,70E+14                                                                                 | 9,16E+11                                                                      | 5,50E+12                                                                      | 1,05E+14                                                         | 2,51E+14                                                            | 3,97E+14                                       | 2,38E+15                          | 1,78E+09                                                  | 1,06E+05                                                 | USD 88,84                           | USD 533,03                                       |
|                     | Ligustro          | Ligustrum lucidum          | 32                   | 15                              | 1,24E+13                                                             | 3,96E+14                                                                 | 3,41E+13                                                                | 1,09E+15                                                                                 | 1,10E+12                                                                      | 3,52E+13                                                                      | 1,05E+14                                                         | 2,51E+14                                                            | 4,04E+14                                       | 1,29E+16                          | 5,34E+08                                                  | 3,19E+04                                                 | USD 90,39                           | USD 2.892,60                                     |
|                     | Manacá daserra    | Tibouchina mutabilis       | 3                    | 1                               | 1,82E+11                                                             | 5,46E+11                                                                 | 2,72E+10                                                                | 8,17E+10                                                                                 | 1,22E+10                                                                      | 3,66E+10                                                                      | 7,02E+12                                                         | 1,67E+13                                                            | 2,40E+13                                       | 7,20E+13                          | 5,93E+07                                                  | 3,54E+03                                                 | USD 5,37                            | USD 16,10                                        |
|                     | Pata de vaca      | Bauhinia variegata         | 1                    | 10                              | 6,74E+12                                                             | 6,74E+12                                                                 | 1,62E+13                                                                | 1,62E+13                                                                                 | 6,11E+11                                                                      | 6,11E+11                                                                      | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,61E+14                                       | 2,61E+14                          | 2,37E+10                                                  | 1,41E+06                                                 | USD 58,44                           | USD 58,44                                        |
|                     | Seringueira       | Hevea brasiliensis         | 1                    | 20                              | 2,28E+13                                                             | 2,28E+13                                                                 | 7,92E+13                                                                | 7,92E+13                                                                                 | 2,20E+12                                                                      | 2,20E+12                                                                      | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,80E+14                                       | 5,80E+14                          | 2,06E+10                                                  | 1,23E+06                                                 | USD 129,65                          | USD 129,65                                       |
| Barão do Rio Branco | Tipuana           | Tipuana tipu               | 8                    | 25                              | 2,39E+13                                                             | 1,91E+14                                                                 | 7,24E+13                                                                | 5,79E+14                                                                                 | 1,83E+12                                                                      | 1,47E+13                                                                      | 1,76E+14                                                         | 4,19E+14                                                            | 6,92E+14                                       | 5,54E+15                          | 3,26E+09                                                  | 1,95E+05                                                 | USD 154,87                          | USD 1.238,97                                     |
|                     | Angico            | Anadenanthera macrocarpa   | 1                    | 16                              | 1,77E+13                                                             | 1,77E+13                                                                 | 5,45E+13                                                                | 5,45E+13                                                                                 | 1,76E+12                                                                      | 1,76E+12                                                                      | 1,12E+14                                                         | 2,68E+14                                                            | 4,54E+14                                       | 4,54E+14                          | 1,99E+10                                                  | 1,19E+06                                                 | USD 101,61                          | USD 101,61                                       |
|                     | Araucária         | Araucaria angustifolia     | 6                    | 30                              | 5,54E+13                                                             | 3,32E+14                                                                 | 1,89E+14                                                                | 1,13E+15                                                                                 | 4,40E+12                                                                      | 2,64E+13                                                                      | 2,11E+14                                                         | 5,02E+14                                                            | 9,62E+14                                       | 5,77E+15                          | 8,75E+09                                                  | 5,22E+05                                                 | USD 215,17                          | USD 1.291,02                                     |
|                     | Bisnaguiera       | Spathodea campanulata      | 1                    | 15                              | 1,44E+13                                                             | 1,44E+13                                                                 | 4,54E+13                                                                | 4,54E+13                                                                                 | 1,47E+12                                                                      | 1,47E+12                                                                      | 1,05E+14                                                         | 2,51E+14                                                            | 4,18E+14                                       | 4,18E+14                          | 3,98E+10                                                  | 2,38E+06                                                 | USD 93,46                           | USD 93,46                                        |
|                     | Butia             | Butia capitata             | 2                    | 1                               | 1,82E+11                                                             | 3,64E+11                                                                 | 2,72E+10                                                                | 5,45E+10                                                                                 | 1,22E+10                                                                      | 2,44E+10                                                                      | 7,02E+12                                                         | 1,67E+13                                                            | 2,40E+13                                       | 4,80E+13                          | 1,26E+08                                                  | 7,51E+03                                                 | USD 5,37                            | USD 10,73                                        |
|                     | Cafeeiro          | Coffea sp                  | 3                    | 10                              | 5,28E+12                                                             | 1,58E+13                                                                 | 1,29E+13                                                                | 3,88E+13                                                                                 | 4,88E+11                                                                      | 1,47E+12                                                                      | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,61E+14                                       | 2,61E+14                          | 1,82E+10                                                  | 1,09E+06                                                 | USD 57,36                           | USD 172,08                                       |
|                     | Cedro             | Cupressus lusitana         | 8                    | 10                              | 6,01E+12                                                             | 4,81E+13                                                                 | 1,62E+13                                                                | 1,29E+14                                                                                 | 6,11E+11                                                                      | 4,88E+12                                                                      | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,60E+14                                       | 2,08E+15                          | 2,62E+09                                                  | 1,57E+05                                                 | USD 58,27                           | USD 466,18                                       |
|                     | Cinamomo          | Mello azedarach L.         | 5                    | 25                              | 3,53E+13                                                             | 1,77E+14                                                                 | 1,33E+14                                                                | 6,63E+14                                                                                 | 3,36E+12                                                                      | 1,68E+13                                                                      | 1,76E+14                                                         | 4,19E+14                                                            | 7,66E+14                                       | 3,83E+15                          | 3,12E+09                                                  | 1,86E+05                                                 | USD 171,27                          | USD 856,36                                       |
|                     | Espirradeira      | Nerium oleander            | 1                    | 10                              | 6,74E+12                                                             | 6,74E+12                                                                 | 1,62E+13                                                                | 1,62E+13                                                                                 | 6,11E+11                                                                      | 6,11E+11                                                                      | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,61E+14                                       | 2,61E+14                          | 1,65E+10                                                  | 9,88E+05                                                 | USD 58,44                           | USD 58,44                                        |
|                     | Extremosa         | Lagerstroemia indica       | 11                   | 30                              | 2,64E+13                                                             | 2,91E+14                                                                 | 1,26E+14                                                                | 1,39E+15                                                                                 | 2,93E+12                                                                      | 3,22E+13                                                                      | 2,11E+14                                                         | 5,02E+14                                                            | 8,68E+14                                       | 9,55E+15                          | 1,19E+10                                                  | 7,10E+05                                                 | USD 194,27                          | USD 2.136,99                                     |
| Barão do Rio Branco | Ficus variegata   | Ficus variegata            | 2                    | 10                              | 6,92E+12                                                             | 1,38E+13                                                                 | 1,94E+13                                                                | 3,88E+13                                                                                 | 7,33E+11                                                                      | 1,47E+12                                                                      | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,65E+14                                       | 5,29E+14                          | 5,08E+10                                                  | 3,03E+06                                                 | USD 59,23                           | USD 118,46                                       |
|                     | Grevilha          | Grevillea robusta          | 7                    | 15                              | 9,65E+12                                                             | 6,76E+13                                                                 | 2,27E+13                                                                | 1,59E+14                                                                                 | 7,33E+11                                                                      | 5,13E+12                                                                      | 1,05E+14                                                         | 2,51E+14                                                            | 3,90E+14                                       | 2,73E+15                          | 6,79E+08                                                  | 4,05E+04                                                 | USD 87,16                           | USD 610,13                                       |
|                     | Ipê amarelo       | Tabebuia alba              | 13                   | 8                               | 4,92E+12                                                             | 6,39E+13                                                                 | 0,00E+00                                                                | 0,00E+00                                                                                 | 4,88E+11                                                                      | 6,35E+12                                                                      | 5,62E+13                                                         | 1,34E+14                                                            | 1,96E+14                                       | 2,54E+15                          | 3,46E+08                                                  | 2,06E+04                                                 | USD 43,75                           | USD 568,72                                       |
|                     | Luca elefante     | Yucca elephantipes         | 1                    | 15                              | 9,47E+12                                                             | 9,47E+12                                                                 | 2,27E+13                                                                | 2,27E+13                                                                                 | 7,33E+11                                                                      | 7,33E+11                                                                      | 1,05E+14                                                         | 2,51E+14                                                            | 3,89E+14                                       | 3,89E+14                          | 1,71E+10                                                  | 1,02E+06                                                 | USD 87,12                           | USD 87,12                                        |
|                     | Jacarandá mimoso  | Jacaranda mimosifolia      | 18                   | 20                              | 2,31E+13                                                             | 4,16E+14                                                                 | 7,04E+13                                                                | 1,27E+15                                                                                 | 1,95E+12                                                                      | 3,52E+13                                                                      | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,71E+14                                       | 1,03E+16                          | 8,27E+08                                                  | 4,94E+04                                                 | USD 127,71                          | USD 2.298,73                                     |
|                     | Jerivá            | Swagrus romanzoffiana      | 10                   | 15                              | 1,13E+13                                                             | 1,13E+14                                                                 | 2,84E+13                                                                | 2,84E+14                                                                                 | 9,16E+11                                                                      | 9,16E+12                                                                      | 1,05E+14                                                         | 2,51E+14                                                            | 3,97E+14                                       | 3,97E+15                          | 1,07E+09                                                  | 6,38E+04                                                 | USD 88,84                           | USD 888,39                                       |
|                     | Laranjeira        | Citrus sinensis            | 3                    | 10                              | 6,92E+12                                                             | 2,08E+13                                                                 | 1,62E+13                                                                | 4,85E+13                                                                                 | 6,11E+11                                                                      | 1,83E+12                                                                      | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,61E+14                                       | 7,84E+14                          | 1,53E+10                                                  | 9,13E+05                                                 | USD 58,48                           | USD 175,43                                       |
|                     | Ligustro          | Ligustrum lucidum          | 48                   | 15                              | 1,24E+13                                                             | 5,94E+14                                                                 | 3,41E+13                                                                | 1,63E+15                                                                                 | 1,10E+12                                                                      | 5,28E+13                                                                      | 1,05E+14                                                         | 2,51E+14                                                            | 4,04E+14                                       | 1,94E+16                          | 3,66E+08                                                  | 2,12E+04                                                 | USD 90,39                           | USD 4.338,90                                     |
|                     | Magnólia          | Magnolia liliflora         | 9                    | 15                              | 5,65E+12                                                             | 5,08E+13                                                                 | 3,41E+13                                                                | 3,06E+14                                                                                 | 1,10E+12                                                                      | 9,88E+12                                                                      | 1,05E+14                                                         | 2,51E+14                                                            | 3,97E+14                                       | 3,58E+15                          | 7,27E+09                                                  | 4,34E+05                                                 | USD 88,89                           | USD 799,98                                       |
|                     | Manacá daserra    | Tibouchina mutabilis       | 7                    | 10                              | 6,01E+12                                                             | 4,21E+13                                                                 | 1,29E+13                                                                | 9,06E+13                                                                                 | 4,88E+11                                                                      | 3,40E+12                                                                      | 7,02E+13                                                         | 1,67E+14                                                            | 2,67E+14                                       | 1,80E+15                          | 2,30E+09                                                  | 1,37E+05                                                 | USD 57,52                           | USD 402,65                                       |
|                     | Não identificada  |                            | 5                    | 7                               | 4,37E+12                                                             | 2,19E+13                                                                 | 1,13E+13                                                                | 5,66E+13                                                                                 | 4,27E+11                                                                      | 2,14E+12                                                                      | 4,92E+13                                                         | 1,17E+14                                                            | 1,83E+14                                       | 9,13E+14                          | 1,34E+10                                                  | 8,01E+05                                                 | USD 40,83                           | USD 204,14                                       |
|                     | Palmeira rosa     | Seiba speciosa             | 1                    | 15                              | 1,55E+13                                                             | 1,55E+13                                                                 | 4,54E+13                                                                | 4,54E+13                                                                                 | 1,47E+12                                                                      | 1,47E+12                                                                      | 1,05E+14                                                         | 2,51E+14                                                            | 4,19E+14                                       | 4,19E+14                          | 2,07E+10                                                  | 1,24E+06                                                 | USD 93,71                           | USD 93,71                                        |
|                     | Palmeira imperial | Roystonea regia            | 5                    | 15                              | 1,13E+13                                                             | 5,65E+13                                                                 | 2,84E+13                                                                | 1,42E+14                                                                                 | 9,16E+11                                                                      | 4,58E+12                                                                      | 1,05E+14                                                         | 2,51E+14                                                            | 3,97E+14                                       | 1,99E+15                          | 3,69E+09                                                  | 2,20E+05                                                 | USD 88,84                           | USD 444,19                                       |
|                     | Pau incenso       | Pittosporum undulatum      | 4                    | 15                              | 1,55E+13                                                             | 6,19E+13                                                                 | 4,54E+13                                                                | 1,82E+14                                                                                 | 1,47E+12                                                                      | 5,86E+12                                                                      | 1,05E+14                                                         | 2,51E+14                                                            | 4,19E+14                                       | 1,68E+15                          | 7,43E+09                                                  | 4,44E+05                                                 | USD 93,71                           | USD 374,83                                       |
|                     | Pinus             | Pinus elliottii            | 1                    | 20                              | 1,60E+13                                                             | 1,60E+13                                                                 | 4,40E+13                                                                | 4,40E+13                                                                                 | 1,22E+12                                                                      | 1,22E+12                                                                      | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,77E+14                                       | 5,77E+14                          | 1,09E+10                                                  | 6,50E+05                                                 | USD 120,05                          | USD 120,05                                       |
|                     | Pitangueira       | Eugenia uniflora           | 2                    | 11                              | 7,65E+12                                                             | 1,53E+13                                                                 | 1,78E+13                                                                | 3,56E+13                                                                                 | 6,72E+11                                                                      | 1,34E+12                                                                      | 7,72E+13                                                         | 1,84E+14                                                            | 2,88E+14                                       | 5,75E+14                          | 2,10E+10                                                  | 1,26E+06                                                 | USD 64,33                           | USD 128,67                                       |
|                     | Platano           | Platanus occidentalis      | 1                    | 11                              | 8,01E+12                                                             | 8,01E+12                                                                 | 1,78E+13                                                                | 1,78E+13                                                                                 | 8,06E+11                                                                      | 8,06E+11                                                                      | 7,72E+13                                                         | 1,84E+14                                                            | 2,88E+14                                       | 2,88E+14                          | 2,92E+10                                                  | 1,75E+06                                                 | USD 64,44                           | USD 64,44                                        |
|                     | Seringueira       | Hevea brasiliensis         | 2                    | 20                              | 2,28E+13                                                             | 4,55E+13                                                                 | 7,92E+13                                                                | 1,58E+14                                                                                 | 2,20E+12                                                                      | 4,40E+12                                                                      | 1,40E+14                                                         | 3,35E+14                                                            | 5,80E+14                                       | 1,16E+15                          | 1,03E+10                                                  | 6,16E+05                                                 | USD 129,65                          | USD 259,30                                       |
|                     | Tipuana           | Tipuana tipu               | 4                    | 25                              | 2,39E+13                                                             | 9,54E+13                                                                 | 7,24E+13                                                                | 2,90E+14                                                                                 | 1,83E+12                                                                      | 7,33E+12                                                                      | 1,76E+14                                                         | 4,19E+14                                                            | 6,92E+14                                       | 2,77E+15                          | 6,52E+09                                                  | 3,89E+05                                                 | USD 154,87                          | USD 619,48                                       |

|                               |                    |                               |    |    |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |            |               |
|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|----|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|---------------|
| Compl. Amb. Gov. Manuel Ribas | Acácia mimosa      | <i>Acacia podalyriifolia</i>  | 1  | 20 | 2,19E+13 | 2,19E+13 | 7,04E+13 | 7,04E+13 | 1,95E+12 | 1,95E+12 | 1,40E+14 | 3,35E+14 | 5,70E+14 | 5,70E+14 | 3,05E+10 | 1,82E+06 | USD 127,42 | USD 127,42    |
|                               | Plátano            | <i>Platanus occidentalis</i>  | 10 | 11 | 8,01E+12 | 8,01E+13 | 1,78E+13 | 1,78E+14 | 8,06E+11 | 8,06E+12 | 7,72E+13 | 1,84E+14 | 2,88E+14 | 2,88E+15 | 2,92E+09 | 1,75E+05 | USD 64,44  | USD 644,44    |
|                               | Amexieira          | <i>Prunus domestica</i>       | 1  | 15 | 1,40E+13 | 1,40E+13 | 3,97E+13 | 3,97E+13 | 1,28E+12 | 1,28E+12 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 4,12E+14 | 4,12E+14 | 1,78E+10 | 1,06E+06 | USD 92,07  | USD 92,07     |
|                               | Amoreira           | <i>Morus nigra</i>            | 1  | 16 | 1,55E+13 | 1,55E+13 | 4,84E+13 | 4,84E+13 | 1,56E+12 | 1,56E+12 | 1,12E+14 | 2,68E+14 | 4,46E+14 | 4,46E+14 | 3,25E+10 | 1,94E+06 | USD 99,72  | USD 99,72     |
|                               | Araucária          | <i>Araucaria angustifolia</i> | 29 | 30 | 5,54E+13 | 1,61E+15 | 1,89E+14 | 5,48E+15 | 4,40E+12 | 1,27E+14 | 2,11E+14 | 5,02E+14 | 9,62E+14 | 2,79E+16 | 1,81E+09 | 1,08E+05 | USD 215,17 | USD 6.239,95  |
|                               | Aroeira            | <i>Myracrodruon urundeuva</i> | 8  | 20 | 2,39E+13 | 1,91E+14 | 7,92E+13 | 6,34E+14 | 2,20E+12 | 1,76E+13 | 1,40E+14 | 3,35E+14 | 5,81E+14 | 4,64E+15 | 3,88E+09 | 2,32E+05 | USD 129,89 | USD 1.039,15  |
|                               | Aroeira salsa      | <i>Schinus molle</i>          | 8  | 8  | 4,74E+12 | 3,79E+13 | 1,55E+13 | 1,24E+14 | 5,86E+11 | 4,69E+12 | 5,62E+13 | 1,34E+14 | 2,11E+14 | 1,69E+15 | 2,41E+09 | 1,44E+05 | USD 47,20  | USD 377,62    |
|                               | Bisnagueira        | <i>Spathodea campanulata</i>  | 14 | 15 | 1,44E+13 | 2,01E+14 | 4,54E+13 | 6,36E+14 | 1,47E+12 | 2,05E+13 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 4,18E+14 | 5,85E+15 | 2,84E+09 | 1,70E+05 | USD 93,46  | USD 1.308,48  |
|                               | Butiazeiro         | <i>Butia capitata</i>         | 1  | 15 | 5,83E+12 | 5,83E+12 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,10E+12 | 1,10E+12 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 3,63E+14 | 3,63E+14 | 7,00E+09 | 4,18E+05 | USD 81,31  | USD 81,31     |
|                               | Canela verdadeira  | <i>Cinamomum zeylanicum</i>   | 5  | 8  | 5,65E+12 | 2,82E+13 | 2,07E+13 | 1,04E+14 | 7,82E+11 | 3,91E+12 | 5,62E+13 | 1,34E+14 | 2,17E+14 | 1,09E+15 | 2,10E+09 | 1,26E+05 | USD 48,61  | USD 243,04    |
|                               | Cássia imperial    | <i>Cassia fistula</i>         | 2  | 10 | 8,20E+12 | 1,64E+13 | 2,59E+13 | 5,18E+13 | 9,77E+11 | 1,95E+12 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,73E+14 | 5,45E+14 | 4,62E+09 | 2,76E+05 | USD 61,02  | USD 122,03    |
|                               | Cedro              | <i>Cupressus lusitanica</i>   | 3  | 10 | 6,01E+12 | 1,80E+13 | 1,62E+13 | 4,85E+13 | 6,11E+11 | 1,83E+12 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,60E+14 | 7,81E+14 | 6,99E+09 | 4,18E+05 | USD 58,27  | USD 174,82    |
|                               | Cerejeira          | <i>Eugenia involucrata</i>    | 4  | 10 | 7,10E+12 | 2,84E+13 | 1,94E+13 | 7,76E+13 | 7,33E+11 | 2,93E+12 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,65E+14 | 1,06E+15 | 2,34E+09 | 1,40E+05 | USD 59,27  | USD 237,07    |
|                               | Cinamomo           | <i>Melia azedarach L.</i>     | 11 | 25 | 3,53E+13 | 3,89E+14 | 1,33E+14 | 1,46E+15 | 3,36E+12 | 3,69E+13 | 1,76E+14 | 4,19E+14 | 7,66E+14 | 8,42E+15 | 1,42E+09 | 8,46E+04 | USD 171,27 | USD 1.883,99  |
|                               | Espirradeira       | <i>Nerium oleander</i>        | 1  | 10 | 6,74E+12 | 6,74E+12 | 1,62E+13 | 1,62E+13 | 6,11E+11 | 6,11E+11 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,61E+14 | 2,61E+14 | 1,65E+10 | 9,88E+05 | USD 58,44  | USD 58,44     |
|                               | Eucalipto          | <i>Eucalyptus globulus</i>    | 16 | 15 | 1,13E+13 | 1,81E+14 | 2,84E+13 | 4,54E+14 | 9,16E+11 | 1,47E+13 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 3,97E+14 | 6,35E+15 | 2,35E+08 | 1,40E+04 | USD 88,84  | USD 1.421,42  |
|                               | Eucalipto azul     | <i>Eucalyptus cinereus</i>    | 7  | 15 | 1,13E+13 | 7,90E+13 | 2,84E+13 | 1,99E+14 | 9,16E+11 | 6,41E+12 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 3,97E+14 | 2,78E+15 | 1,26E+09 | 7,55E+04 | USD 88,84  | USD 621,87    |
|                               | Extremosa          | <i>Lagerstroemia indica</i>   | 11 | 30 | 2,64E+13 | 2,91E+14 | 1,26E+14 | 1,39E+15 | 2,93E+12 | 3,22E+13 | 2,11E+14 | 5,02E+14 | 8,68E+14 | 9,55E+15 | 1,19E+10 | 7,10E+05 | USD 194,27 | USD 2.136,99  |
|                               | Ficus benjamina    | <i>Ficus benjamina</i>        | 2  | 10 | 6,92E+12 | 1,38E+13 | 1,94E+13 | 3,88E+13 | 7,33E+11 | 1,47E+12 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,65E+14 | 5,29E+14 | 1,01E+10 | 6,06E+05 | USD 59,23  | USD 118,46    |
|                               | Goiabeira          | <i>Psidium guajava</i>        | 17 | 10 | 6,74E+12 | 1,15E+14 | 1,62E+13 | 2,75E+14 | 6,11E+11 | 1,04E+13 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,61E+14 | 4,44E+15 | 1,28E+09 | 7,67E+04 | USD 58,44  | USD 993,41    |
|                               | Ipê amarelo        | <i>Tabebuia alba</i>          | 39 | 8  | 4,92E+12 | 1,92E+14 | 1,29E+13 | 5,05E+14 | 4,88E+11 | 1,91E+13 | 5,62E+13 | 1,34E+14 | 2,08E+14 | 8,13E+15 | 4,18E+08 | 2,50E+04 | USD 46,64  | USD 1.819,07  |
|                               | Jacarandá mimoso   | <i>Jacaranda mimosifolia</i>  | 79 | 20 | 2,31E+13 | 1,83E+15 | 7,04E+13 | 5,56E+15 | 1,95E+12 | 1,54E+14 | 1,40E+14 | 3,35E+14 | 5,71E+14 | 4,51E+16 | 1,88E+08 | 1,12E+04 | USD 127,71 | USD 10.088,86 |
|                               | Jerivá             | <i>Syagrus romanzoffiana</i>  | 44 | 15 | 1,13E+13 | 4,97E+14 | 2,84E+13 | 1,25E+15 | 9,16E+11 | 4,03E+13 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 3,97E+14 | 1,75E+16 | 2,43E+08 | 1,45E+04 | USD 88,84  | USD 3.908,90  |
|                               | Ligustro           | <i>Ligustrum lucidum</i>      | 1  | 15 | 1,24E+13 | 1,24E+13 | 3,41E+13 | 3,41E+13 | 1,10E+12 | 1,10E+12 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 4,04E+14 | 4,04E+14 | 1,71E+10 | 1,02E+06 | USD 90,39  | USD 90,39     |
|                               | Limoeiro           | <i>Citrus medica</i>          | 2  | 10 | 6,01E+12 | 1,20E+13 | 1,29E+13 | 2,59E+13 | 4,88E+11 | 9,77E+11 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,57E+14 | 5,14E+14 | 5,65E+10 | 3,37E+06 | USD 57,52  | USD 115,04    |
|                               | Manacá da serra    | <i>Tibouchina mutabilis</i>   | 17 | 10 | 6,01E+12 | 1,02E+14 | 1,29E+13 | 2,20E+14 | 4,88E+11 | 8,30E+12 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,57E+14 | 4,37E+15 | 9,48E+08 | 5,66E+04 | USD 57,52  | USD 977,87    |
|                               | Mulungu do litoral | <i>Erythrina speciosa</i>     | 16 | 15 | 1,40E+13 | 2,24E+14 | 3,41E+13 | 5,45E+14 | 1,10E+12 | 1,76E+13 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 4,06E+14 | 6,49E+15 | 9,69E+09 | 5,79E+05 | USD 90,76  | USD 1.452,17  |
|                               | Não identificada   |                               | 63 | 7  | 4,37E+12 | 2,75E+14 | 3,94E+12 | 2,49E+14 | 4,27E+11 | 2,69E+13 | 4,92E+13 | 1,17E+14 | 1,75E+14 | 1,10E+16 | 2,26E+09 | 1,35E+05 | USD 39,18  | USD 2.468,16  |
|                               | Paineira rosa      | <i>Celaiba speciosa</i>       | 76 | 15 | 1,55E+13 | 1,18E+15 | 4,54E+13 | 3,45E+15 | 1,47E+12 | 1,11E+14 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 4,19E+14 | 3,18E+16 | 2,72E+08 | 1,63E+04 | USD 93,71  | USD 7.121,78  |
|                               | Palmeira-leque     | <i>Pritchardia pacifica</i>   | 2  | 15 | 1,17E+13 | 2,33E+13 | 2,84E+13 | 5,68E+13 | 9,16E+11 | 1,83E+12 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 3,97E+14 | 7,95E+14 | 2,09E+10 | 1,25E+06 | USD 88,92  | USD 177,84    |
|                               | Piracanta          | <i>Pyracantha coccinea</i>    | 46 | 15 | 1,26E+13 | 5,78E+14 | 3,41E+13 | 1,57E+15 | 1,10E+12 | 5,06E+13 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 4,04E+14 | 1,86E+16 | 2,82E+09 | 1,68E+05 | USD 90,43  | USD 4.159,99  |
|                               | Plátano            | <i>Platanus occidentalis</i>  | 86 | 11 | 8,01E+12 | 6,89E+14 | 1,78E+13 | 1,53E+15 | 8,06E+11 | 6,93E+13 | 7,72E+13 | 1,84E+14 | 2,88E+14 | 2,48E+16 | 3,40E+08 | 2,03E+04 | USD 64,44  | USD 5.542,19  |
|                               | romãzeira          | <i>Punica granatum</i>        | 9  | 10 | 6,19E+12 | 5,57E+13 | 1,29E+13 | 1,16E+14 | 4,88E+11 | 4,40E+12 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,57E+14 | 2,32E+15 | 3,37E+09 | 2,02E+05 | USD 57,56  | USD 518,06    |
|                               | Salgueiro chorão   | <i>Salix babylonica</i>       | 2  | 20 | 2,33E+13 | 4,66E+13 | 7,04E+13 | 1,41E+14 | 1,95E+12 | 3,91E+12 | 1,40E+14 | 3,35E+14 | 5,71E+14 | 1,14E+15 | 1,18E+10 | 7,07E+05 | USD 127,75 | USD 255,50    |
|                               | Seringueira        | <i>Hevea brasiliensis</i>     | 1  | 20 | 2,28E+13 | 2,28E+13 | 7,92E+13 | 7,92E+13 | 2,20E+12 | 2,20E+12 | 1,40E+14 | 3,35E+14 | 5,80E+14 | 5,80E+14 | 2,06E+10 | 1,23E+06 | USD 129,65 | USD 129,65    |
|                               | Tipuana            | <i>Tipuana tipu</i>           | 1  | 25 | 2,39E+13 | 2,39E+13 | 7,24E+13 | 7,24E+13 | 1,83E+12 | 1,83E+12 | 1,76E+14 | 4,19E+14 | 6,92E+14 | 6,92E+14 | 2,61E+10 | 1,56E+06 | USD 154,87 | USD 154,87    |
| do Expedição                  | Jacarandá mimoso   | <i>Jacaranda mimosifolia</i>  | 1  | 20 | 2,31E+13 | 2,31E+13 | 7,04E+13 | 7,04E+13 | 1,95E+12 | 1,95E+12 | 1,40E+14 | 3,35E+14 | 5,71E+14 | 5,71E+14 | 1,49E+10 | 8,89E+05 | USD 127,71 | USD 127,71    |
|                               | Jerivá             | <i>Syagrus romanzoffiana</i>  | 3  | 15 | 1,13E+13 | 3,39E+13 | 2,84E+13 | 8,51E+13 | 9,16E+11 | 2,75E+12 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 3,97E+14 | 1,19E+15 | 3,56E+09 | 2,13E+05 | USD 88,84  | USD 266,52    |
| Duque de Caxias               | Cedro              | <i>Cupressus lusitanica</i>   | 3  | 10 | 6,01E+12 | 1,80E+13 | 1,62E+13 | 4,85E+13 | 6,11E+11 | 1,83E+12 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,60E+14 | 7,81E+14 | 6,99E+09 | 4,18E+05 | USD 58,27  | USD 174,82    |
|                               | Cinamomo           | <i>Melia azedarach L.</i>     | 1  | 25 | 3,53E+13 | 3,53E+13 | 1,33E+14 | 1,33E+14 | 3,36E+12 | 3,36E+12 | 1,76E+14 | 4,19E+14 | 7,66E+14 | 8,42E+15 | 1,56E+10 | 9,31E+05 | USD 171,27 | USD 171,27    |
|                               | Jerivá             | <i>Syagrus romanzoffiana</i>  | 2  | 15 | 1,13E+13 | 2,26E+13 | 2,84E+13 | 5,68E+13 | 9,16E+11 | 1,83E+12 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 3,97E+14 | 7,94E+14 | 5,34E+09 | 3,19E+05 | USD 88,84  | USD 177,68    |
|                               | Ligustro           | <i>Ligustrum lucidum</i>      | 10 | 15 | 1,24E+13 | 1,24E+14 | 3,41E+13 | 3,41E+14 | 1,10E+12 | 1,10E+13 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 4,04E+14 | 4,04E+15 | 1,71E+09 | 1,02E+05 | USD 90,39  | USD 903,94    |
|                               | Manacá da serra    | <i>Tibouchina mutabilis</i>   | 4  | 10 | 6,01E+12 | 2,40E+13 | 1,29E+13 | 5,18E+13 | 4,88E+11 | 1,95E+12 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,57E+14 | 1,03E+15 | 4,03E+09 | 2,41E+05 | USD 57,52  | USD 230,09    |
| João Pessoa                   | Paineira rosa      | <i>Celaiba speciosa</i>       | 2  | 15 | 1,55E+13 | 3,10E+13 | 4,54E+13 | 9,08E+13 | 1,47E+12 | 2,93E+12 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 4,19E+14 | 8,38E+14 | 1,04E+10 | 6,18E+05 | USD 93,71  | USD 187,42    |
|                               | Cedro              | <i>Cupressus lusitanica</i>   | 1  | 10 | 6,01E+12 | 6,01E+12 | 1,62E+13 | 1,62E+13 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,60E+14 | 2,60E+14 | 2,10E+10 | 1,25E+06 | USD 58,14  | USD 58,14     |
|                               | Extremosa          | <i>Lagerstroemia indica</i>   | 3  | 30 | 2,64E+13 | 7,92E+13 | 1,26E+14 | 3,78E+14 | 2,93E+12 | 8,79E+12 | 2,11E+14 | 5,02E+14 | 8,68E+14 | 2,61E+15 | 4,36E+10 | 2,60E+06 | USD 194,27 | USD 582,81    |
|                               | Ficus benjamina    | <i>Ficus benjamina</i>        | 1  | 10 | 6,92E+12 | 6,92E+12 | 1,94E+13 | 1,94E+13 | 7,33E+11 | 7,33E+11 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,65E+14 | 2,65E+14 | 2,03E+10 | 1,21E+06 | USD 59,23  | USD 59,23     |
|                               | Jacarandá mimoso   | <i>Jacaranda mimosifolia</i>  | 1  | 20 | 2,31E+13 | 2,31E+13 | 7,04E+13 | 7,04E+13 | 1,95E+12 | 1,95E+12 | 1,40E+14 | 3,35E+14 | 5,71E+14 | 5,71E+14 | 1,49E+10 | 8,89E+05 | USD 127,71 | USD 127,71    |
|                               | Jerivá             | <i>Syagrus romanzoffiana</i>  | 12 | 15 | 1,13E+13 | 1,36E+14 | 2,84E+13 | 3,41E+14 | 9,16E+11 | 1,10E+13 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 3,97E+14 | 4,77E+15 | 8,91E+08 | 5,32E+04 | USD 88,84  | USD 1.066,06  |
|                               | Ligustro           | <i>Ligustrum lucidum</i>      | 26 | 15 | 1,24E+13 | 3,22E+14 | 3,41E+13 | 8,85E+14 | 1,10E+12 | 2,86E+13 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 4,04E+14 | 1,05E+16 | 6,57E+08 | 3,92E+04 | USD 90,39  | USD 2.350,24  |
| Manacá da serra               |                    | <i>Tibouchina mutabilis</i>   | 2  | 10 | 6,01E+12 | 1,20E+13 | 1,29E+13 | 2,59E+13 | 4,88E+11 | 9,77E+11 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,57E+14 | 5,14E+14 | 8,06E+09 | 4,81E+05 | USD 57,52  | USD 115,04    |

|                       |                    |                                 |    |    |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |            |              |
|-----------------------|--------------------|---------------------------------|----|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|--------------|
| Mal. Floriano Peixoto | Angico             | <i>Anadenanthera macrocarpa</i> | 1  | 16 | 1,77E+13 | 1,77E+13 | 5,45E+13 | 5,45E+13 | 1,76E+12 | 1,76E+12 | 1,12E+14 | 2,68E+14 | 4,54E+14 | 4,54E+14 | 1,99E+10 | 1,19E+06 | USD 101,61 | USD 101,61   |
|                       | Araucária          | <i>Araucaria angustifolia</i>   | 1  | 30 | 5,54E+13 | 5,54E+13 | 1,89E+14 | 1,89E+14 | 4,40E+12 | 4,40E+12 | 2,11E+14 | 5,02E+14 | 9,62E+14 | 9,62E+14 | 5,25E+10 | 3,13E+06 | USD 215,17 | USD 215,17   |
|                       | Cássia imperial    | <i>Cassia fistula</i>           | 1  | 10 | 8,20E+12 | 8,20E+12 | 2,59E+13 | 2,59E+13 | 9,77E+11 | 9,77E+11 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,73E+14 | 2,73E+14 | 9,23E+09 | 5,51E+05 | USD 61,02  | USD 61,02    |
|                       | Cedro              | <i>Cupressus lusitanica</i>     | 4  | 10 | 6,01E+12 | 2,40E+13 | 1,62E+13 | 6,47E+13 | 6,11E+11 | 2,44E+12 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,60E+14 | 1,04E+15 | 5,24E+09 | 3,13E+05 | USD 58,27  | USD 233,09   |
|                       | Cipreste grisalho  | <i>Juniperus chinensis</i>      | 1  | 15 | 1,31E+13 | 1,31E+13 | 3,41E+13 | 3,41E+13 | 1,10E+12 | 1,10E+12 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 4,05E+14 | 4,05E+14 | 1,44E+10 | 8,63E+05 | USD 90,56  | USD 90,56    |
|                       | Figueira branca    | <i>Ficus guaranitica</i>        | 5  | 15 | 1,31E+13 | 6,56E+13 | 3,41E+13 | 1,70E+14 | 1,10E+12 | 5,50E+12 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 4,05E+14 | 2,02E+15 | 1,20E+09 | 7,15E+04 | USD 90,56  | USD 452,78   |
|                       | Ipê amarelo        | <i>Tabebuia alba</i>            | 4  | 8  | 4,92E+12 | 1,97E+13 | 4,51E+12 | 1,80E+13 | 4,88E+11 | 1,95E+12 | 5,62E+13 | 1,34E+14 | 2,00E+14 | 8,00E+14 | 2,15E+09 | 1,29E+05 | USD 44,76  | USD 179,03   |
|                       | luca elefante      | <i>Yucca elephantipes</i>       | 7  | 15 | 9,47E+12 | 6,63E+13 | 2,27E+13 | 1,59E+14 | 7,33E+11 | 5,13E+12 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 3,89E+14 | 2,73E+15 | 2,45E+09 | 1,46E+05 | USD 87,12  | USD 609,84   |
|                       | Jacarandá mimoso   | <i>Jacaranda mimosifolia</i>    | 6  | 20 | 2,31E+13 | 1,39E+14 | 7,04E+13 | 4,22E+14 | 1,95E+12 | 1,17E+13 | 1,40E+14 | 3,35E+14 | 5,71E+14 | 3,43E+15 | 2,48E+09 | 1,48E+05 | USD 127,71 | USD 766,24   |
|                       | Jerivá             | <i>Syagrus romanzoffiana</i>    | 3  | 15 | 1,13E+13 | 3,39E+13 | 2,84E+13 | 8,51E+13 | 9,16E+11 | 2,75E+12 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 3,97E+14 | 1,19E+15 | 3,56E+09 | 2,13E+05 | USD 88,84  | USD 266,52   |
|                       | luca elefante      | <i>Yucca elephantipes</i>       | 15 | 15 | 9,47E+12 | 1,42E+14 | 2,27E+13 | 3,41E+14 | 7,33E+11 | 1,10E+13 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 3,89E+14 | 5,84E+15 | 1,14E+09 | 6,83E+04 | USD 87,12  | USD 1.306,81 |
|                       | Manacá da serra    | <i>Tibouchina mutabilis</i>     | 3  | 10 | 6,01E+12 | 1,80E+13 | 1,29E+13 | 3,88E+13 | 4,88E+11 | 1,47E+12 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,57E+14 | 7,71E+14 | 5,37E+09 | 3,21E+05 | USD 57,52  | USD 172,57   |
|                       | Mulungu do litoral | <i>Erythrina speciosa</i>       | 1  | 15 | 1,40E+13 | 1,40E+13 | 3,41E+13 | 3,41E+13 | 1,10E+12 | 1,10E+12 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 4,06E+14 | 4,06E+14 | 1,55E+11 | 9,26E+06 | USD 90,76  | USD 90,76    |
|                       | Pitangueira        | <i>Eugenia uniflora</i>         | 1  | 11 | 7,65E+12 | 7,65E+12 | 1,78E+13 | 1,78E+13 | 6,72E+11 | 6,72E+11 | 7,72E+13 | 1,84E+14 | 2,88E+14 | 2,88E+14 | 4,21E+10 | 2,51E+06 | USD 64,33  | USD 64,33    |
| Prof. Colares         | Seringueira        | <i>Hevea brasiliensis</i>       | 1  | 20 | 2,28E+13 | 2,28E+13 | 7,92E+13 | 7,92E+13 | 2,20E+12 | 2,20E+12 | 1,40E+14 | 3,35E+14 | 5,80E+14 | 5,80E+14 | 2,06E+10 | 1,23E+06 | USD 129,65 | USD 129,65   |
|                       | Cedro              | <i>Cupressus lusitanica</i>     | 1  | 10 | 6,01E+12 | 6,01E+12 | 1,62E+13 | 1,62E+13 | 6,11E+11 | 6,11E+11 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,60E+14 | 2,60E+14 | 2,10E+10 | 1,25E+06 | USD 58,27  | USD 58,27    |
| Rotary Club           | Ligustro           | <i>Ligustrum lucidum</i>        | 3  | 15 | 1,24E+13 | 3,72E+13 | 3,41E+13 | 1,02E+14 | 1,10E+12 | 3,30E+12 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 4,04E+14 | 1,21E+15 | 5,69E+09 | 3,40E+05 | USD 90,39  | USD 271,18   |
|                       | Ligustro           | <i>Ligustrum lucidum</i>        | 6  | 15 | 1,24E+13 | 7,43E+13 | 3,41E+13 | 2,04E+14 | 1,10E+12 | 6,59E+12 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 4,04E+14 | 2,42E+15 | 2,85E+09 | 1,70E+05 | USD 90,39  | USD 542,36   |
| Santos Andrade        | Araucária          | <i>Araucaria angustifolia</i>   | 2  | 30 | 5,54E+13 | 1,11E+14 | 1,89E+14 | 3,78E+14 | 4,40E+12 | 8,79E+12 | 2,11E+14 | 5,02E+14 | 9,62E+14 | 1,92E+15 | 2,62E+10 | 1,57E+06 | USD 215,17 | USD 430,34   |
|                       | Aroeira            | <i>Myracrodruon urundeuva</i>   | 4  | 20 | 2,39E+13 | 9,54E+13 | 7,92E+13 | 3,17E+14 | 2,20E+12 | 8,79E+12 | 1,40E+14 | 3,35E+14 | 5,81E+14 | 2,32E+15 | 7,76E+09 | 4,64E+05 | USD 129,89 | USD 519,57   |
|                       | Cedro              | <i>Cupressus lusitanica</i>     | 2  | 10 | 6,01E+12 | 1,20E+13 | 1,62E+13 | 3,24E+13 | 6,11E+11 | 1,22E+12 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,60E+14 | 5,21E+14 | 1,05E+10 | 6,26E+05 | USD 58,27  | USD 116,55   |
|                       | Erva-mate          | <i>Ilex paraguariensis</i>      | 1  | 10 | 5,46E+12 | 5,46E+12 | 1,29E+13 | 1,29E+13 | 4,88E+11 | 4,88E+11 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,57E+14 | 2,57E+14 | 1,01E+10 | 6,02E+05 | USD 57,40  | USD 57,40    |
|                       | Espirradeira       | <i>Nerium oleander</i>          | 2  | 10 | 6,74E+12 | 1,35E+13 | 1,62E+13 | 3,24E+13 | 6,11E+11 | 1,22E+12 | 7,02E+13 | 1,67E+14 | 2,61E+14 | 5,22E+14 | 8,27E+09 | 4,94E+05 | USD 58,44  | USD 116,87   |
|                       | Ipê amarelo        | <i>Tabebuia alba</i>            | 8  | 8  | 4,92E+12 | 3,93E+13 | 7,76E+12 | 6,21E+13 | 4,88E+11 | 3,91E+12 | 5,62E+13 | 1,34E+14 | 2,03E+14 | 1,63E+15 | 1,45E+09 | 8,65E+04 | USD 45,48  | USD 363,88   |
|                       | Ipê roxo           | <i>Tabebuia impetiginosa</i>    | 3  | 15 | 1,26E+13 | 3,77E+13 | 3,41E+13 | 1,02E+14 | 1,10E+12 | 3,30E+12 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 4,04E+14 | 1,21E+15 | 4,17E+09 | 2,49E+05 | USD 90,43  | USD 271,30   |
|                       | Jacarandá mimoso   | <i>Jacaranda mimosifolia</i>    | 8  | 20 | 2,31E+13 | 1,85E+14 | 7,04E+13 | 5,63E+14 | 1,95E+12 | 1,56E+13 | 1,40E+14 | 3,35E+14 | 5,71E+14 | 4,57E+15 | 1,86E+09 | 1,11E+05 | USD 127,71 | USD 1.021,66 |
|                       | Jerivá             | <i>Syagrus romanzoffiana</i>    | 3  | 15 | 1,13E+13 | 3,39E+13 | 2,84E+13 | 8,51E+13 | 9,16E+11 | 2,75E+12 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 3,97E+14 | 1,19E+15 | 3,56E+09 | 2,13E+05 | USD 88,84  | USD 266,52   |
|                       | Leucena            | <i>Leucaena leucocephala</i>    | 2  | 15 | 1,13E+13 | 2,26E+13 | 2,84E+13 | 5,68E+13 | 9,16E+11 | 1,83E+12 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 3,97E+14 | 7,94E+14 | 2,02E+10 | 1,20E+06 | USD 88,84  | USD 177,68   |
|                       | Pinheiro chinês    | <i>Cunninghamia lanceolata</i>  | 1  | 15 | 9,65E+12 | 9,65E+12 | 2,27E+13 | 2,27E+13 | 7,33E+11 | 7,33E+11 | 1,05E+14 | 2,51E+14 | 3,90E+14 | 3,90E+14 | 4,40E+10 | 2,63E+06 | USD 87,16  | USD 87,16    |



**APÊNDICE 3: PRODUTOS DO SISTEMA DE ARBORIZAÇÃO DE VIAS:  
Primeira e última página**

| Ítem                                                                               | Valor    | Referências                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Pluviosidade (m3 de água /m2 . ano)                                                | 1,55     | 2014                                                                                   |
| Densidade da água (kg/m3)                                                          | 1,00E+03 | Libardi, 2005                                                                          |
| Energia de Gibbs (J/kg)                                                            | 5,00E+03 |                                                                                        |
| Transformidade da chuva (seJ/J)                                                    | 4,70E+04 | Ortega, 2002                                                                           |
| Energia unitária (seJ/m2)                                                          | 3,64E+11 | Valor fixo obtido pela constante de pluviosidade, densidade da água e energia de Gibbs |
| Emdollar Brasil 2013 (seJ/USD)                                                     | 4,47E+12 | Pereira, 2012                                                                          |
| Valor calórico médio madeira 30%U (kcal/kg)                                        | 4,00E+03 | Brito, 1993                                                                            |
| Valor calórico médio madeira 30%U (J/kg)                                           | 1,67E+04 | Conversão (1kcal = 4186 J)                                                             |
| Quantidade média de água de chuva infiltrada no solo em um ano (J/árvore/ano)      | 2,30E+06 | Agostinho, 2005; Ortega, 2014                                                          |
| Média da Energia da umidade do ar produzido pelas árvores em um ano (J/ano/árvore) | 3,82E+07 | Grey; Deneke, 1978                                                                     |

| Árvore         | Nome científico                 | Idade aprox. (anos) | Volume da árvore (m3) | Biomassa média da árvore seca (kg) | Energia da biomassa da árvore - (J/árvore), de acordo com a idade | Valor em R\$ da biomassa | Energia da água da chuva infiltrada (J/árvore), de acordo com a idade | Valor em R\$ da chuva infiltrada (J/árvore), de acordo com a idade | Energia da umidade do ar (J/árvore), de acordo com a idade | Valor em R\$ da umidade do ar | Valor total de energia J/árvore | Valor total em R\$ - por árvore |
|----------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Açoita cavalo  | <i>Luehea divaricata</i>        | 20                  | 6,75                  | 4253                               | 7,12E+07                                                          | R\$ 101,25               | 4,60E+07                                                              | R\$ 41,00                                                          | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 8,81E+08                        | R\$ 5.223,05                    |
| Açoita cavalo  | <i>Luehea divaricata</i>        | 20                  | 10,62                 | 6691                               | 1,12E+08                                                          | R\$ 159,30               | 4,60E+07                                                              | R\$ 41,00                                                          | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 9,22E+08                        | R\$ 5.281,10                    |
| Amoreira       | <i>Morus nigra</i>              | 20                  | 1,85                  | 1314                               | 2,20E+07                                                          | R\$ 27,75                | 4,60E+07                                                              | R\$ 41,00                                                          | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 8,32E+08                        | R\$ 5.149,55                    |
| Amoreira       | <i>Morus nigra</i>              | 20                  | 4,10                  | 2911                               | 4,87E+07                                                          | R\$ 61,50                | 4,60E+07                                                              | R\$ 41,00                                                          | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 8,59E+08                        | R\$ 5.183,30                    |
| Amoreira       | <i>Morus nigra</i>              | 20                  | 2,65                  | 1882                               | 3,15E+07                                                          | R\$ 39,75                | 4,60E+07                                                              | R\$ 41,00                                                          | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 8,42E+08                        | R\$ 5.161,55                    |
| Amoreira       | <i>Morus nigra</i>              | 10                  | 1,40                  | 994                                | 1,66E+07                                                          | R\$ 21,00                | 2,30E+07                                                              | R\$ 20,50                                                          | 3,82E+08                                                   | R\$ 2.540,40                  | 4,22E+08                        | R\$ 2.581,90                    |
| Amoreira       | <i>Morus nigra</i>              | 20                  | 5,13                  | 3642                               | 6,10E+07                                                          | R\$ 76,95                | 4,60E+07                                                              | R\$ 41,00                                                          | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 8,71E+08                        | R\$ 5.198,75                    |
| Amoreira       | <i>Morus nigra</i>              | 20                  | 4,59                  | 3259                               | 5,46E+07                                                          | R\$ 68,85                | 4,60E+07                                                              | R\$ 41,00                                                          | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 8,65E+08                        | R\$ 5.190,65                    |
| Amoreira       | <i>Morus nigra</i>              | 20                  | 3,96                  | 2812                               | 4,71E+07                                                          | R\$ 59,40                | 4,60E+07                                                              | R\$ 41,00                                                          | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 8,57E+08                        | R\$ 5.181,20                    |
| Amoreira       | <i>Morus nigra</i>              | 5                   | 0,22                  | 156                                | 2,62E+06                                                          | R\$ 3,30                 | 1,15E+07                                                              | R\$ 10,25                                                          | 1,91E+08                                                   | R\$ 1.270,20                  | 2,05E+08                        | R\$ 1.283,75                    |
| Ángico         | <i>Anadenanthera macrocarpa</i> | 10                  | 1,30                  | 1118                               | 1,87E+07                                                          | R\$ 19,50                | 2,30E+07                                                              | R\$ 20,50                                                          | 3,82E+08                                                   | R\$ 2.540,40                  | 4,24E+08                        | R\$ 2.580,40                    |
| Ángico         | <i>Anadenanthera macrocarpa</i> | 10                  | 1,95                  | 1677                               | 2,81E+07                                                          | R\$ 29,25                | 2,30E+07                                                              | R\$ 20,50                                                          | 3,82E+08                                                   | R\$ 2.540,40                  | 4,33E+08                        | R\$ 2.590,15                    |
| Ángico         | <i>Anadenanthera macrocarpa</i> | 10                  | 1,15                  | 989                                | 1,66E+07                                                          | R\$ 17,25                | 2,30E+07                                                              | R\$ 20,50                                                          | 3,82E+08                                                   | R\$ 2.540,40                  | 4,22E+08                        | R\$ 2.578,15                    |
| Ángico         | <i>Anadenanthera macrocarpa</i> | 25                  | 16,56                 | 14242                              | 2,38E+08                                                          | R\$ 248,40               | 5,75E+07                                                              | R\$ 51,25                                                          | 9,55E+08                                                   | R\$ 6.351,00                  | 1,25E+09                        | R\$ 6.650,65                    |
| Ángico         | <i>Anadenanthera macrocarpa</i> | 25                  | 4,41                  | 3793                               | 6,35E+07                                                          | R\$ 66,15                | 5,75E+07                                                              | R\$ 51,25                                                          | 9,55E+08                                                   | R\$ 6.351,00                  | 1,08E+09                        | R\$ 6.468,40                    |
| Araça vermelho | <i>Psidium cattleianum</i>      | 15                  | 0,22                  | 163                                | 2,72E+06                                                          | R\$ 3,25                 | 3,45E+07                                                              | R\$ 30,75                                                          | 5,73E+08                                                   | R\$ 3.810,60                  | 6,10E+08                        | R\$ 3.844,60                    |
| Araucária      | <i>Araucaria angustifolia</i>   | 30                  | 9,45                  | 5094                               | 8,53E+07                                                          | R\$ 141,75               | 6,90E+07                                                              | R\$ 61,50                                                          | 1,15E+09                                                   | R\$ 7.621,20                  | 1,30E+09                        | R\$ 7.824,45                    |
| Araucária      | <i>Araucaria angustifolia</i>   | 30                  | 7,83                  | 4220                               | 7,07E+07                                                          | R\$ 117,45               | 6,90E+07                                                              | R\$ 61,50                                                          | 1,15E+09                                                   | R\$ 7.621,20                  | 1,29E+09                        | R\$ 7.800,15                    |
| Aroeira        | <i>Myracrodruon urundeuva</i>   | 20                  | 1,30                  | 975                                | 1,63E+07                                                          | R\$ 19,50                | 4,60E+07                                                              | R\$ 41,00                                                          | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 8,26E+08                        | R\$ 5.141,30                    |
| Aroeira        | <i>Myracrodruon urundeuva</i>   | 20                  | 1,95                  | 1463                               | 2,45E+07                                                          | R\$ 29,25                | 4,60E+07                                                              | R\$ 41,00                                                          | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 8,34E+08                        | R\$ 5.151,05                    |
| Aroeira        | <i>Myracrodruon urundeuva</i>   | 20                  | 2,61                  | 1958                               | 3,28E+07                                                          | R\$ 39,15                | 4,60E+07                                                              | R\$ 41,00                                                          | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 8,43E+08                        | R\$ 5.160,95                    |
| Aroeira        | <i>Myracrodruon urundeuva</i>   | 20                  | 9,36                  | 7020                               | 1,18E+08                                                          | R\$ 140,40               | 4,60E+07                                                              | R\$ 41,00                                                          | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 9,28E+08                        | R\$ 5.262,20                    |
| Aroeira        | <i>Myracrodruon urundeuva</i>   | 20                  | 8,82                  | 6615                               | 1,11E+08                                                          | R\$ 132,30               | 4,60E+07                                                              | R\$ 41,00                                                          | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 9,21E+08                        | R\$ 5.254,10                    |
| Aroeira        | <i>Myracrodruon urundeuva</i>   | 20                  | 7,02                  | 5265                               | 8,82E+07                                                          | R\$ 105,30               | 4,60E+07                                                              | R\$ 41,00                                                          | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 8,98E+08                        | R\$ 5.227,10                    |
| Aroeira        | <i>Myracrodruon urundeuva</i>   | 20                  | 2,16                  | 1620                               | 2,71E+07                                                          | R\$ 32,40                | 4,60E+07                                                              | R\$ 41,00                                                          | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 8,37E+08                        | R\$ 5.154,20                    |
| Aroeira        | <i>Myracrodruon urundeuva</i>   | 20                  | 3,75                  | 2813                               | 4,71E+07                                                          | R\$ 56,25                | 4,60E+07                                                              | R\$ 41,00                                                          | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 8,57E+08                        | R\$ 5.178,05                    |
| Aroeira Salsa  | <i>Schinus molle</i>            | 5                   | 0,42                  | 256                                | 4,29E+06                                                          | R\$ 6,30                 | 1,15E+07                                                              | R\$ 10,25                                                          | 1,91E+08                                                   | R\$ 1.270,20                  | 2,07E+08                        | R\$ 1.286,75                    |
| Aroeira Salsa  | <i>Schinus molle</i>            | 10                  | 2,10                  | 1281                               | 2,14E+07                                                          | R\$ 31,50                | 2,30E+07                                                              | R\$ 20,50                                                          | 3,82E+08                                                   | R\$ 2.540,40                  | 4,26E+08                        | R\$ 2.592,40                    |
| Aroeira Salsa  | <i>Schinus molle</i>            | 10                  | 3,35                  | 2044                               | 3,42E+07                                                          | R\$ 50,25                | 2,30E+07                                                              | R\$ 20,50                                                          | 3,82E+08                                                   | R\$ 2.540,40                  | 4,39E+08                        | R\$ 2.611,15                    |



#### **APÊNDICE 4: PRODUTOS DO SISTEMA DE ARBORIZAÇÃO DE PRAÇAS**

| Item                                                        | Valor    | Referências                                                                            |
|-------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Pluviosidade (m3 de água /m2 . ano)                         | 1,55     | Iapar, 2014                                                                            |
| Densidade da água (kg/m3)                                   | 1,00E+03 | Libardi, 2005                                                                          |
| Energia de Gibbs (J/kg)                                     | 5,00E+03 |                                                                                        |
| Transformidade da chuva (seJ/J)                             | 4,70E+04 | Ortega, 2002                                                                           |
| Energia unitária (seJ/m2)                                   | 3,64E+11 | Valor fixo obtido pela constante de pluviosidade, densidade da água e energia de Gibbs |
| Emdollar Brasil 2013 (seJ/USD)                              | 4,47E+12 | Pereira, 2012                                                                          |
| Valor calórico médio madeira 30%U (kcal/kg)                 | 4,00E+03 | Brito, 1993                                                                            |
| Valor calórico médio madeira 30%U (J/kg)                    | 1,67E+04 | Conversão (1kcal = 4186 J)                                                             |
| Quantidade média de água de chuva infiltrada (l/árvore/ano) | 2,30E+06 | Agostinho, 2005; Ortega, 2014                                                          |
| Média da Energia da umidade do ar (J/ano/árvore)            | 3,82E+07 | Grey; Deneke, 1978                                                                     |

| Árvore            | Nome científico                   | Número de indivíduos | Idade aprox. (média dos anos) | Volume da árvore (m3) | Biomassa média da árvore (kg) | Energia da biomassa da árvore - (J/árvore), de acordo com a idade | Biomassa média de todos os indivíduos árvore (kg) | Valor da biomassa em R\$ para todos indivíduos | Energia da água da chuva infiltrada (J/árvore), de acordo com a | Valor em R\$ da chuva infiltrada para todos indivíduos (considerando D) | Energia da umidade do ar (J/árvore), de acordo com a idade | Valor em R\$ da umidade do ar | Valor total de energia - J/árvore | Valor total em R\$ - por árvore | Valor total de energia - J/árvores | Valor total em R\$ - por árvores |
|-------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Cinamomo          | <i>Melia azedarach L.</i>         | 1                    | 25                            | 20,34                 | 10780,2                       | 1,81E+08                                                          | 10780,2                                           | R\$ 305,10                                     | 5,75E+07                                                        | R\$ 51,25                                                               | 9,55E+08                                                   | R\$ 6.351,00                  | 1,19E+09                          | R\$ 6.707,35                    | 1,19E+09                           | R\$ 6.707,35                     |
| Extremosa         | <i>Lagerstroemia indica</i>       | 2                    | 30                            | 2,10                  | 1165,5                        | 1,95E+07                                                          | 2331                                              | R\$ 63,00                                      | 6,90E+07                                                        | R\$ 123,00                                                              | 1,15E+09                                                   | R\$ 7.621,20                  | 1,23E+09                          | R\$ 7.714,20                    | 2,47E+09                           | R\$ 15.428,40                    |
| Leiteiro vermelho | <i>Euphorbia L.</i>               | 1                    | 15                            | 1,50                  | 832,5                         | 1,39E+07                                                          | 832,5                                             | R\$ 22,50                                      | 3,45E+07                                                        | R\$ 30,75                                                               | 5,73E+08                                                   | R\$ 3.810,60                  | 6,21E+08                          | R\$ 3.863,85                    | 6,21E+08                           | R\$ 3.863,85                     |
| Sibipiruna        | <i>Caesalpinia peltophoroides</i> | 2                    | 25                            | 7,20                  | 6912                          | 1,16E+08                                                          | 13824                                             | R\$ 216,00                                     | 5,75E+07                                                        | R\$ 102,50                                                              | 9,55E+08                                                   | R\$ 6.351,00                  | 1,13E+09                          | R\$ 6.510,25                    | 2,26E+09                           | R\$ 13.020,50                    |
| Cedro             | <i>Cupressus lusitanica</i>       | 2                    | 10                            | 2,21                  | 1057,632                      | 1,77E+07                                                          | 2115,264                                          | R\$ 66,24                                      | 2,30E+07                                                        | R\$ 41,00                                                               | 3,82E+08                                                   | R\$ 2.540,40                  | 4,23E+08                          | R\$ 2.540,40                    | 8,45E+08                           | R\$ 5.188,04                     |
| Extremosa         | <i>Lagerstroemia indica</i>       | 3                    | 30                            | 2,69                  | 1491,84                       | 2,50E+07                                                          | 4475,52                                           | R\$ 120,96                                     | 6,90E+07                                                        | R\$ 184,50                                                              | 1,15E+09                                                   | R\$ 7.621,20                  | 1,24E+09                          | R\$ 7.723,02                    | 3,72E+09                           | R\$ 23.169,06                    |
| Ipê amarelo       | <i>Tabebuia alba</i>              | 3                    | 8                             | 1,22                  | 1094,4                        | 1,83E+07                                                          | 3283,2                                            | R\$ 54,72                                      | 1,84E+07                                                        | R\$ 49,20                                                               | 3,06E+08                                                   | R\$ 2.032,32                  | 3,42E+08                          | R\$ 2.066,96                    | 1,03E+09                           | R\$ 6.200,88                     |
| Ipê roxo          | <i>Tabebuia impetiginosa</i>      | 2                    | 15                            | 4,14                  | 3726                          | 6,24E+07                                                          | 7452                                              | R\$ 124,20                                     | 3,45E+07                                                        | R\$ 61,50                                                               | 5,73E+08                                                   | R\$ 3.810,60                  | 6,70E+08                          | R\$ 3.903,45                    | 1,34E+09                           | R\$ 7.806,90                     |
| luca elefante     | <i>Yucca elephantipes</i>         | 2                    | 15                            | 3,38                  | 1875,9                        | 3,14E+07                                                          | 3751,8                                            | R\$ 101,40                                     | 3,45E+07                                                        | R\$ 61,50                                                               | 5,73E+08                                                   | R\$ 3.810,60                  | 6,39E+08                          | R\$ 3.892,05                    | 1,28E+09                           | R\$ 7.784,10                     |
| Jerivá            | <i>Syagrus romanzoffiana</i>      | 6                    | 15                            | 6,69                  | 3711,84                       | 6,22E+07                                                          | 22271,04                                          | R\$ 601,92                                     | 3,45E+07                                                        | R\$ 184,50                                                              | 5,73E+08                                                   | R\$ 3.810,60                  | 6,70E+08                          | R\$ 3.914,67                    | 4,02E+09                           | R\$ 23.650,02                    |
| Ligustro          | <i>Ligustrum lucidum</i>          | 32                   | 15                            | 4,90                  | 2719,5                        | 4,55E+07                                                          | 87024                                             | R\$ 2.352,00                                   | 3,45E+07                                                        | R\$ 984,00                                                              | 5,73E+08                                                   | R\$ 3.810,60                  | 6,53E+08                          | R\$ 3.914,85                    | 2,09E+10                           | R\$ 125.275,20                   |
| Manacá da serra   | <i>Tibouchina mutabilis</i>       | 3                    | 1                             | 0,32                  | 99,7                          | 1,67E+06                                                          | 3528                                              | R\$ 14,40                                      | 2,30E+06                                                        | R\$ 6,15                                                                | 3,82E+07                                                   | R\$ 254,04                    | 4,22E+07                          | R\$ 260,89                      | 1,27E+08                           | R\$ 782,67                       |
| Pata de vaca      | <i>Bauhinia variegata</i>         | 1                    | 10                            | 1,34                  | 967,68                        | 1,62E+07                                                          | 967,68                                            | R\$ 20,16                                      | 2,30E+07                                                        | R\$ 20,50                                                               | 3,82E+08                                                   | R\$ 2.540,40                  | 4,21E+08                          | R\$ 2.581,06                    | 4,21E+08                           | R\$ 2.581,06                     |
| Seringueira       | <i>Hevea brasiliensis</i>         | 1                    | 20                            | 8,10                  | 4941                          | 8,27E+07                                                          | 4941                                              | R\$ 121,50                                     | 4,60E+07                                                        | R\$ 41,00                                                               | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 8,93E+08                          | R\$ 5.243,30                    | 8,93E+08                           | R\$ 5.243,30                     |
| Tipuana           | <i>Tipuana tipu</i>               | 8                    | 25                            | 4,92                  | 3690                          | 6,18E+07                                                          | 29520                                             | R\$ 590,40                                     | 5,75E+07                                                        | R\$ 410,00                                                              | 9,55E+08                                                   | R\$ 6.351,00                  | 1,07E+09                          | R\$ 6.476,05                    | 8,59E+09                           | R\$ 51.808,40                    |
| Angico            | <i>Anadenanthera macrocarpa</i>   | 1                    | 16                            | 4,22                  | 3632,64                       | 6,08E+07                                                          | 3632,64                                           | R\$ 63,36                                      | 3,68E+07                                                        | R\$ 32,80                                                               | 6,11E+08                                                   | R\$ 4.064,64                  | 7,09E+08                          | R\$ 4.160,80                    | 7,09E+08                           | R\$ 4.160,80                     |
| Araucária         | <i>Araucaria angustifolia</i>     | 6                    | 30                            | 8,64                  | 4656,96                       | 7,80E+07                                                          | 27941,76                                          | R\$ 777,60                                     | 6,90E+07                                                        | R\$ 369,00                                                              | 1,15E+09                                                   | R\$ 7.621,20                  | 1,29E+09                          | R\$ 7.812,30                    | 7,76E+09                           | R\$ 46.873,80                    |
| Bisnagueira       | <i>Spathodea campanulata</i>      | 1                    | 15                            | 4,55                  | 1501,5                        | 2,51E+07                                                          | 1501,5                                            | R\$ 68,25                                      | 3,45E+07                                                        | R\$ 30,75                                                               | 5,73E+08                                                   | R\$ 3.810,60                  | 6,33E+08                          | R\$ 3.909,60                    | 6,33E+08                           | R\$ 3.909,60                     |
| Butia             | <i>Butia capitata</i>             | 2                    | 10                            | 1,50                  | 832,5                         | 1,39E+07                                                          | 1665                                              | R\$ 45,00                                      | 2,30E+07                                                        | R\$ 41,00                                                               | 3,82E+08                                                   | R\$ 2.540,40                  | 4,19E+08                          | R\$ 2.583,40                    | 8,38E+08                           | R\$ 5.166,80                     |
| Cafeeiro          | <i>Coffea sp</i>                  | 3                    | 10                            | 0,60                  | 333                           | 5,58E+06                                                          | 999                                               | R\$ 27,00                                      | 2,30E+07                                                        | R\$ 61,50                                                               | 3,82E+08                                                   | R\$ 2.540,40                  | 4,11E+08                          | R\$ 2.569,90                    | 1,23E+09                           | R\$ 7.709,70                     |
| Cedro             | <i>Cupressus lusitanica</i>       | 8                    | 10                            | 2,21                  | 1057,632                      | 1,77E+07                                                          | 8461,056                                          | R\$ 264,96                                     | 2,30E+07                                                        | R\$ 164,00                                                              | 3,82E+08                                                   | R\$ 2.540,40                  | 4,23E+08                          | R\$ 2.594,02                    | 3,38E+09                           | R\$ 20.752,16                    |
| Cinamomo          | <i>Melia azedarach L.</i>         | 5                    | 25                            | 20,34                 | 10780,2                       | 1,81E+08                                                          | 53901                                             | R\$ 1.525,50                                   | 5,75E+07                                                        | R\$ 256,25                                                              | 9,55E+08                                                   | R\$ 6.351,00                  | 1,19E+09                          | R\$ 6.707,35                    | 5,97E+09                           | R\$ 33.536,75                    |
| Espirradeira      | <i>Nerium oleander</i>            | 1                    | 10                            | 2,18                  | 1384,656                      | 2,32E+07                                                          | 1384,656                                          | R\$ 32,76                                      | 2,30E+07                                                        | R\$ 20,50                                                               | 3,82E+08                                                   | R\$ 2.540,40                  | 4,28E+08                          | R\$ 2.593,66                    | 4,28E+08                           | R\$ 2.593,66                     |
| Extremosa         | <i>Lagerstroemia indica</i>       | 11                   | 30                            | 2,10                  | 1165,5                        | 1,95E+07                                                          | 12820,5                                           | R\$ 346,50                                     | 6,90E+07                                                        | R\$ 676,50                                                              | 1,15E+09                                                   | R\$ 7.621,20                  | 1,23E+09                          | R\$ 7.714,20                    | 1,36E+10                           | R\$ 84.856,20                    |
| Ficus variegata   | <i>Ficus variegata</i>            | 2                    | 10                            | 0,93                  | 259,392                       | 4,34E+06                                                          | 518,784                                           | R\$ 27,79                                      | 2,30E+07                                                        | R\$ 41,00                                                               | 3,82E+08                                                   | R\$ 2.540,40                  | 4,09E+08                          | R\$ 2.574,80                    | 8,19E+08                           | R\$ 5.149,59                     |
| Grevilha          | <i>Grevillea robusta</i>          | 7                    | 15                            | 11,07                 | 6808,05                       | 1,14E+08                                                          | 47656,35                                          | R\$ 1.162,35                                   | 3,45E+07                                                        | R\$ 215,25                                                              | 5,73E+08                                                   | R\$ 3.810,60                  | 7,21E+08                          | R\$ 4.007,40                    | 5,05E+09                           | R\$ 28.051,80                    |
| Ipê amarelo       | <i>Tabebuia alba</i>              | 13                   | 8                             | 1,22                  | 1094,4                        | 1,83E+07                                                          | 14227,2                                           | R\$ 237,12                                     | 1,84E+07                                                        | R\$ 213,20                                                              | 3,06E+08                                                   | R\$ 2.032,32                  | 3,42E+08                          | R\$ 2.066,96                    | 4,45E+09                           | R\$ 26.870,48                    |
| luca elefante     | <i>Yucca elephantipes</i>         | 1                    | 15                            | 3,38                  | 1875,9                        | 3,14E+07                                                          | 1875,9                                            | R\$ 50,70                                      | 3,45E+07                                                        | R\$ 30,75                                                               | 5,73E+08                                                   | R\$ 3.810,60                  | 6,39E+08                          | R\$ 3.892,05                    | 6,39E+08                           | R\$ 3.892,05                     |
| Jacarandá mimoso  | <i>Jacaranda mimosifolia</i>      | 18                   | 20                            | 11,43                 | 6286,5                        | 1,05E+08                                                          | 113157                                            | R\$ 3.086,10                                   | 4,60E+07                                                        | R\$ 738,00                                                              | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 9,15E+08                          | R\$ 5.293,25                    | 1,65E+10                           | R\$ 95.278,50                    |
| Jerivá            | <i>Syagrus romanzoffiana</i>      | 10                   | 15                            | 6,69                  | 3711,84                       | 6,22E+07                                                          | 37118,4                                           | R\$ 1.003,20                                   | 3,45E+07                                                        | R\$ 307,50                                                              | 5,73E+08                                                   | R\$ 3.810,60                  | 6,70E+08                          | R\$ 3.941,67                    | 6,70E+09                           | R\$ 39.416,70                    |
| Laranjeira        | <i>Citrus sinensis</i>            | 3                    | 10                            | 0,60                  | 503,4                         | 8,43E+06                                                          | 1510,2                                            | R\$ 27,00                                      | 2,30E+07                                                        | R\$ 61,50                                                               | 3,82E+08                                                   | R\$ 2.540,40                  | 4,13E+08                          | R\$ 2.569,90                    | 1,24E+09                           | R\$ 7.709,70                     |
| Ligustro          | <i>Ligustrum lucidum</i>          | 48                   | 15                            | 4,90                  | 2719,5                        | 4,55E+07                                                          | 130536                                            | R\$ 3.528,00                                   | 3,45E+07                                                        | R\$ 1.476,00                                                            | 5,73E+08                                                   | R\$ 3.810,60                  | 6,53E+08                          | R\$ 3.914,85                    | 3,13E+10                           | R\$ 187.912,80                   |
| Magnólia          | <i>Magnolia liliflora</i>         | 9                    | 15                            | 1,00                  | 607                           | 1,02E+07                                                          | 5463                                              | R\$ 135,00                                     | 3,45E+07                                                        | R\$ 276,75                                                              | 5,73E+08                                                   | R\$ 3.810,60                  | 6,18E+08                          | R\$ 3.856,35                    | 5,56E+09                           | R\$ 34.707,15                    |
| Manacá da serra   | <i>Tibouchina mutabilis</i>       | 7                    | 10                            | 1,47                  | 1176                          | 1,97E+07                                                          | 8232                                              | R\$ 154,35                                     | 2,30E+07                                                        | R\$ 143,50                                                              | 3,82E+08                                                   | R\$ 2.540,40                  | 4,25E+08                          | R\$ 2.582,95                    | 2,97E+09                           | R\$ 18.080,65                    |
| Não identificada  |                                   | 5                    | 7                             | 0,40                  | 234                           | 3,92E+06                                                          | 1170                                              | R\$ 30,00                                      | 1,61E+07                                                        | R\$ 71,75                                                               | 2,67E+08                                                   | R\$ 1.778,28                  | 2,87E+08                          | R\$ 1.798,63                    | 1,44E+09                           | R\$ 8.993,15                     |
| Paineira rosa     | <i>Ceiba speciosa</i>             | 1                    | 15                            | 7,00                  | 2940                          | 4,92E+07                                                          | 2940                                              | R\$ 105,00                                     | 3,45E+07                                                        | R\$ 30,75                                                               | 5,73E+08                                                   | R\$ 3.810,60                  | 6,57E+08                          | R\$ 3.946,35                    | 6,57E+08                           | R\$ 3.946,35                     |
| Palmeira imperial | <i>Roystonea regia</i>            | 5                    | 15                            | 3,58                  | 2150,4                        | 3,60E+07                                                          | 10752                                             | R\$ 268,80                                     | 3,45E+07                                                        | R\$ 153,75                                                              | 5,73E+08                                                   | R\$ 3.810,60                  | 6,44E+08                          | R\$ 3.895,11                    | 3,22E+09                           | R\$ 19.475,55                    |
| Pau incenso       | <i>Pittosporum undulatum</i>      | 4                    | 15                            | 2,80                  | 2049,6                        | 3,43E+07                                                          | 8198,4                                            | R\$ 168,00                                     | 3,45E+07                                                        | R\$ 123,00                                                              | 5,73E+08                                                   | R\$ 3.810,60                  | 6,42E+08                          | R\$ 3.883,35                    | 2,57E+09                           | R\$ 15.533,40                    |
| Pinus             | <i>Pinus elliotii</i>             | 1                    | 20                            | 8,40                  | 5518,8                        | 9,24E+07                                                          | 5518,8                                            | R\$ 126,00                                     | 4,60E+07                                                        | R\$ 41,00                                                               | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 9,02E+08                          | R\$ 5.247,80                    | 9,02E+08                           | R\$ 5.247,80                     |
| Pitangueira       | <i>Eugenia uniflora</i>           | 2                    | 11                            | 0,96                  | 604,8                         | 1,01E+07                                                          | 1209,6                                            | R\$ 28,80                                      | 2,53E+07                                                        | R\$ 45,10                                                               | 4,20E+08                                                   | R\$ 2.794,44                  | 4,56E+08                          | R\$ 2.831,39                    | 9,11E+08                           | R\$ 5.662,78                     |
| Plátano           | <i>Platanus occidentalis</i>      | 1                    | 11                            | 1,92                  | 882,648                       | 1,48E+07                                                          | 882,648                                           | R\$ 28,78                                      | 2,53E+07                                                        | R\$ 22,55                                                               | 4,20E+08                                                   | R\$ 2.794,44                  | 4,60E+08                          | R\$ 2.845,77                    | 4,60E+08                           | R\$ 2.845,77                     |
| Seringueira       | <i>Hevea brasiliensis</i>         | 2                    | 20                            | 8,10                  | 4941                          | 8,27E+07                                                          | 9882                                              | R\$ 243,00                                     | 4,60E+07                                                        | R\$ 82,00                                                               | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 8,93E+08                          | R\$ 5.243,30                    | 1,79E+09                           | R\$ 10.486,60                    |
| Tipuana           | <i>Tipuana tipu</i>               | 4                    | 25                            | 4,92                  | 3690                          | 6,18E+07                                                          | 14760                                             | R\$ 295,20                                     | 5,75E+07                                                        | R\$ 205,00                                                              | 9,55E+08                                                   | R\$ 6.351,00                  | 1,07E+09                          | R\$ 6.476,05                    | 4,30E+09                           | R\$ 25.904,20                    |
| Acácia mimosa     | <i>Acacia podalyrifolia</i>       | 1                    | 20                            | 3,60                  | 3024                          | 5,06E+07                                                          | 3024                                              | R\$ 54,00                                      | 4,60E+07                                                        | R\$ 41,00                                                               | 7,64E+08                                                   | R\$ 5.080,80                  | 8,61E+08                          | R\$ 5.175,80                    | 8,61E+08                           | R\$ 5.175,80                     |
| Plátano           | <i>Platanus occidentalis</i>      | 10                   | 11                            | 1,92                  | 882,648                       | 1,48E+07                                                          | 8826,48                                           | R\$ 287,82                                     | 2,53E+07                                                        | R\$ 225,50                                                              | 4,20E+08                                                   | R\$ 2.794,44                  | 4,60E+08                          | R\$ 2.845,77                    | 4,60E+09                           | R\$ 28.457,72                    |

|                    |                                 |    |    |       |          |          |           |               |          |           |          |              |          |              |          |                |
|--------------------|---------------------------------|----|----|-------|----------|----------|-----------|---------------|----------|-----------|----------|--------------|----------|--------------|----------|----------------|
| Ameixeira          | <i>Prunus domestica</i>         | 1  | 15 | 4,80  | 3024     | 5,06E+07 | 3024      | R\$ 72,00     | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,58E+08 | R\$ 3.913,35 | 6,58E+08 | R\$ 3.913,35   |
| Amoreira           | <i>Morus nigra</i>              | 1  | 16 | 2,77  | 1968,12  | 3,30E+07 | 1968,12   | R\$ 41,58     | 3,68E+07 | R\$ 32,80 | 6,11E+08 | R\$ 4.064,64 | 6,81E+08 | R\$ 4.139,02 | 6,81E+08 | R\$ 4.139,02   |
| Araucária          | <i>Araucaria angustifolia</i>   | 29 | 30 | 8,64  | 4656,96  | 7,80E+07 | 135051,84 | R\$ 3.758,40  | 6,90E+07 | R\$ 61,50 | 1,15E+09 | R\$ 7.621,20 | 1,29E+09 | R\$ 7.812,30 | 3,75E+10 | R\$ 226.556,70 |
| Aroeira            | <i>Myracrodruon</i>             | 8  | 20 | 4,43  | 3318,75  | 5,56E+07 | 26550     | R\$ 531,00    | 4,60E+07 | R\$ 41,00 | 7,64E+08 | R\$ 5.080,80 | 8,66E+08 | R\$ 5.188,18 | 6,92E+09 | R\$ 41.505,40  |
| Aroeira salsa      | <i>Schinus molle</i>            | 8  | 8  | 1,72  | 1049,2   | 1,76E+07 | 8393,6    | R\$ 206,40    | 1,84E+07 | R\$ 16,40 | 3,06E+08 | R\$ 2.032,32 | 3,42E+08 | R\$ 2.074,52 | 2,73E+09 | R\$ 16.596,16  |
| Bisnagueira        | <i>Spathodea</i>                | 14 | 15 | 4,55  | 1501,5   | 2,51E+07 | 21021     | R\$ 955,50    | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,33E+08 | R\$ 3.909,60 | 8,86E+09 | R\$ 54.734,40  |
| Butiazeiro         | <i>Butia capitata</i>           | 1  | 15 | 1,50  | 832,5    | 1,39E+07 | 832,5     | R\$ 22,50     | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,21E+08 | R\$ 3.863,85 | 6,21E+08 | R\$ 3.863,85   |
| Canela verdadeira  | <i>Cinamomum</i>                | 5  | 8  | 4,18  | 2506,68  | 4,20E+07 | 12533,4   | R\$ 313,34    | 1,84E+07 | R\$ 16,40 | 3,06E+08 | R\$ 2.032,32 | 3,66E+08 | R\$ 2.111,39 | 1,83E+09 | R\$ 10.556,94  |
| Cássia imperial    | <i>Cassia fistula</i>           | 2  | 10 | 4,42  | 3690,7   | 6,18E+07 | 7381,4    | R\$ 132,60    | 2,30E+07 | R\$ 20,50 | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40 | 4,67E+08 | R\$ 2.627,20 | 9,34E+08 | R\$ 5.254,40   |
| Cedro              | <i>Cupressus lusitanica</i>     | 3  | 10 | 2,21  | 1057,632 | 1,77E+07 | 3172,896  | R\$ 99,36     | 2,30E+07 | R\$ 20,50 | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40 | 4,23E+08 | R\$ 2.594,02 | 1,27E+09 | R\$ 7.782,06   |
| Cerejeira          | <i>Eugenia involucrata</i>      | 4  | 10 | 4,50  | 2835     | 4,75E+07 | 11340     | R\$ 270,00    | 2,30E+07 | R\$ 20,50 | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40 | 4,52E+08 | R\$ 2.628,40 | 1,81E+09 | R\$ 10.513,60  |
| Cinamomo           | <i>Melia azedarach L.</i>       | 11 | 25 | 20,34 | 10780,2  | 1,81E+08 | 118582,2  | R\$ 3.356,10  | 5,75E+07 | R\$ 51,25 | 9,55E+08 | R\$ 6.351,00 | 1,19E+09 | R\$ 6.707,35 | 1,31E+10 | R\$ 73.780,85  |
| Espiradeira        | <i>Nerium oleander</i>          | 1  | 10 | 2,18  | 1384,656 | 2,32E+07 | 1384,656  | R\$ 32,76     | 2,30E+07 | R\$ 20,50 | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40 | 4,28E+08 | R\$ 2.593,66 | 4,28E+08 | R\$ 2.593,66   |
| Eucalipto          | <i>Eucalyptus globulus</i>      | 16 | 15 | 13,20 | 10560    | 1,77E+08 | 168960    | R\$ 3.168,00  | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 7,84E+08 | R\$ 4.039,35 | 1,25E+10 | R\$ 64.629,60  |
| Eucalipto azul     | <i>Eucalyptus cinerea</i>       | 7  | 15 | 5,60  | 4480     | 7,50E+07 | 31360     | R\$ 588,00    | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,83E+08 | R\$ 3.925,35 | 4,78E+09 | R\$ 27.477,45  |
| Extremosa          | <i>Lagerstroemia indica</i>     | 11 | 30 | 2,10  | 1165,5   | 1,95E+07 | 12820,5   | R\$ 346,50    | 6,90E+07 | R\$ 61,50 | 1,15E+09 | R\$ 7.621,20 | 1,23E+09 | R\$ 7.714,20 | 1,36E+10 | R\$ 84.856,20  |
| Ficus benjamina    | <i>Ficus benjamina</i>          | 2  | 10 | 2,50  | 1297,92  | 2,17E+07 | 2595,84   | R\$ 74,88     | 2,30E+07 | R\$ 20,50 | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40 | 4,27E+08 | R\$ 2.598,34 | 8,53E+08 | R\$ 5.196,68   |
| Goiabeira          | <i>Psidium guajava</i>          | 17 | 10 | 1,40  | 1050     | 1,76E+07 | 17850     | R\$ 357,00    | 2,30E+07 | R\$ 20,50 | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40 | 4,23E+08 | R\$ 2.581,90 | 7,18E+09 | R\$ 43.892,30  |
| Ipê amarelo        | <i>Tabebuia alba</i>            | 39 | 8  | 1,22  | 1094,4   | 1,83E+07 | 42681,6   | R\$ 711,36    | 1,84E+07 | R\$ 16,40 | 3,06E+08 | R\$ 2.032,32 | 3,42E+08 | R\$ 2.066,96 | 1,34E+10 | R\$ 80.611,44  |
| Jacarandá mimoso   | <i>Jacaranda mimosifolia</i>    | 79 | 20 | 11,43 | 6286,5   | 1,05E+08 | 496633,5  | R\$ 13.544,55 | 4,60E+07 | R\$ 41,00 | 7,64E+08 | R\$ 5.080,80 | 9,15E+08 | R\$ 5.293,25 | 7,23E+10 | R\$ 418.166,75 |
| Jerivá             | <i>Syagrus</i>                  | 44 | 15 | 6,69  | 3711,84  | 6,22E+07 | 163320,96 | R\$ 4.414,08  | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,70E+08 | R\$ 3.941,67 | 2,95E+10 | R\$ 173.433,48 |
| Ligustro           | <i>Ligustrum lucidum</i>        | 1  | 15 | 4,90  | 2719,5   | 4,55E+07 | 2719,5    | R\$ 73,50     | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,53E+08 | R\$ 3.914,85 | 6,53E+08 | R\$ 3.914,85   |
| Limoeiro           | <i>Citrus medica</i>            | 2  | 10 | 0,20  | 167,8    | 2,81E+06 | 335,6     | R\$ 6,00      | 2,30E+07 | R\$ 20,50 | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40 | 4,08E+08 | R\$ 2.563,90 | 8,16E+08 | R\$ 5.127,80   |
| Manacá da serra    | <i>Tibouchina mutabilis</i>     | 17 | 10 | 1,47  | 1176     | 1,97E+07 | 19992     | R\$ 374,85    | 2,30E+07 | R\$ 20,50 | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40 | 4,25E+08 | R\$ 2.582,95 | 7,22E+09 | R\$ 43.910,15  |
| Mulungu do litoral | <i>Erythrina speciosa</i>       | 16 | 15 | 1,00  | 310      | 5,19E+06 | 4960      | R\$ 240,00    | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,13E+08 | R\$ 3.856,35 | 9,80E+09 | R\$ 61.701,60  |
| Não identificada   |                                 | 63 | 7  | 0,10  | 58,5     | 9,80E+05 | 3685,5    | R\$ 94,50     | 1,61E+07 | R\$ 14,35 | 2,67E+08 | R\$ 1.778,28 | 2,84E+08 | R\$ 1.794,13 | 1,79E+10 | R\$ 113.030,19 |
| Paineira rosa      | <i>Ceiba speciosa</i>           | 76 | 15 | 7,00  | 2940     | 4,92E+07 | 223440    | R\$ 7.980,00  | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,57E+08 | R\$ 3.946,35 | 4,99E+10 | R\$ 299.922,60 |
| Palmeira-leque     | <i>Pritchardia pacifica</i>     | 2  | 15 | 1,52  | 957,6    | 1,60E+07 | 1915,2    | R\$ 45,60     | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,24E+08 | R\$ 3.864,15 | 1,25E+09 | R\$ 7.728,30   |
| Piracanta          | <i>Pyracantha coccinea</i>      | 46 | 15 | 0,60  | 360      | 6,03E+06 | 16560     | R\$ 414,00    | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,14E+08 | R\$ 3.850,35 | 2,82E+10 | R\$ 177.116,10 |
| Plátano            | <i>Platanus occidentalis</i>    | 86 | 11 | 1,92  | 882,648  | 1,48E+07 | 75907,728 | R\$ 2.475,25  | 2,53E+07 | R\$ 22,55 | 4,20E+08 | R\$ 2.794,44 | 4,60E+08 | R\$ 2.845,77 | 3,96E+10 | R\$ 244.736,39 |
| romãzeira          | <i>Punica granatum</i>          | 9  | 10 | 0,90  | 630      | 1,05E+07 | 5670      | R\$ 121,50    | 2,30E+07 | R\$ 20,50 | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40 | 4,16E+08 | R\$ 2.574,40 | 3,74E+09 | R\$ 23.169,60  |
| Salgueiro chorão   | <i>Salix babylonica</i>         | 2  | 20 | 9,00  | 3960     | 6,63E+07 | 7920      | R\$ 270,00    | 4,60E+07 | R\$ 41,00 | 7,64E+08 | R\$ 5.080,80 | 8,76E+08 | R\$ 5.256,80 | 1,75E+09 | R\$ 10.513,60  |
| Seringueira        | <i>Hevea brasiliensis</i>       | 1  | 20 | 8,10  | 4941     | 8,27E+07 | 4941      | R\$ 121,50    | 4,60E+07 | R\$ 41,00 | 7,64E+08 | R\$ 5.080,80 | 8,93E+08 | R\$ 5.243,30 | 8,93E+08 | R\$ 5.243,30   |
| Tipuana            | <i>Tipuana tipu</i>             | 1  | 25 | 4,92  | 3690     | 6,18E+07 | 3690      | R\$ 73,80     | 5,75E+07 | R\$ 51,25 | 9,55E+08 | R\$ 6.351,00 | 1,07E+09 | R\$ 6.476,05 | 1,07E+09 | R\$ 6.476,05   |
| Jacarandá mimoso   | <i>Jacaranda mimosifolia</i>    | 1  | 20 | 11,43 | 6286,5   | 1,05E+08 | 6286,5    | R\$ 171,45    | 4,60E+07 | R\$ 41,00 | 7,64E+08 | R\$ 5.080,80 | 9,15E+08 | R\$ 5.293,25 | 9,15E+08 | R\$ 5.293,25   |
| Jerivá             | <i>Syagrus</i>                  | 3  | 15 | 6,69  | 3711,84  | 6,22E+07 | 11135,52  | R\$ 300,96    | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,70E+08 | R\$ 3.941,67 | 2,01E+09 | R\$ 11.825,01  |
| Cedro              | <i>Cupressus lusitanica</i>     | 3  | 10 | 2,21  | 1057,632 | 1,77E+07 | 3172,896  | R\$ 99,36     | 2,30E+07 | R\$ 20,50 | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40 | 4,23E+08 | R\$ 2.594,02 | 1,27E+09 | R\$ 7.782,06   |
| Cinamomo           | <i>Melia azedarach L.</i>       | 1  | 25 | 20,34 | 10780,2  | 1,81E+08 | 10780,2   | R\$ 305,10    | 5,75E+07 | R\$ 51,25 | 9,55E+08 | R\$ 6.351,00 | 1,19E+09 | R\$ 6.707,35 | 1,19E+09 | R\$ 6.707,35   |
| Jerivá             | <i>Syagrus</i>                  | 2  | 15 | 6,69  | 3711,84  | 6,22E+07 | 7423,68   | R\$ 200,64    | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,70E+08 | R\$ 3.941,67 | 1,34E+09 | R\$ 7.883,34   |
| Ligustro           | <i>Ligustrum lucidum</i>        | 10 | 15 | 4,90  | 2719,5   | 4,55E+07 | 2719,5    | R\$ 735,00    | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,53E+08 | R\$ 3.914,85 | 6,53E+08 | R\$ 39.148,50  |
| Manacá da serra    | <i>Tibouchina mutabilis</i>     | 4  | 10 | 1,47  | 1176     | 1,97E+07 | 4704      | R\$ 88,20     | 2,30E+07 | R\$ 20,50 | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40 | 4,25E+08 | R\$ 2.582,95 | 1,70E+09 | R\$ 10.331,80  |
| Paineira rosa      | <i>Ceiba speciosa</i>           | 2  | 15 | 7,00  | 2940     | 4,92E+07 | 5880      | R\$ 210,00    | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,57E+08 | R\$ 3.946,35 | 1,31E+09 | R\$ 7.892,70   |
| Cedro              | <i>Cupressus lusitanica</i>     | 1  | 10 | 2,21  | 1057,632 | 1,77E+07 | 1057,632  | R\$ 33,12     | 2,30E+07 | R\$ 20,50 | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40 | 4,23E+08 | R\$ 2.594,02 | 4,23E+08 | R\$ 2.594,02   |
| Extremosa          | <i>Lagerstroemia indica</i>     | 3  | 30 | 2,10  | 1165,5   | 1,95E+07 | 3496,5    | R\$ 94,50     | 6,90E+07 | R\$ 61,50 | 1,15E+09 | R\$ 7.621,20 | 1,23E+09 | R\$ 7.714,20 | 3,70E+09 | R\$ 23.142,60  |
| Ficus benjamina    | <i>Ficus benjamina</i>          | 1  | 10 | 2,50  | 1297,92  | 2,17E+07 | 1297,92   | R\$ 37,44     | 2,30E+07 | R\$ 20,50 | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40 | 4,27E+08 | R\$ 2.598,34 | 4,27E+08 | R\$ 2.598,34   |
| Jacarandá mimoso   | <i>Jacaranda mimosifolia</i>    | 1  | 20 | 11,43 | 6286,5   | 1,05E+08 | 6286,5    | R\$ 171,45    | 4,60E+07 | R\$ 41,00 | 7,64E+08 | R\$ 5.080,80 | 9,15E+08 | R\$ 5.293,25 | 9,15E+08 | R\$ 5.293,25   |
| Jerivá             | <i>Syagrus</i>                  | 12 | 15 | 6,69  | 3711,84  | 6,22E+07 | 44542,08  | R\$ 1.203,84  | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,70E+08 | R\$ 3.941,67 | 8,04E+09 | R\$ 47.300,04  |
| Ligustro           | <i>Ligustrum lucidum</i>        | 26 | 15 | 4,90  | 2719,5   | 4,55E+07 | 70707     | R\$ 1.911,00  | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,53E+08 | R\$ 3.914,85 | 1,70E+10 | R\$ 101.786,10 |
| Manacá da serra    | <i>Tibouchina mutabilis</i>     | 2  | 10 | 1,47  | 1176     | 1,97E+07 | 2352      | R\$ 44,10     | 2,30E+07 | R\$ 20,50 | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40 | 4,25E+08 | R\$ 2.582,95 | 8,49E+08 | R\$ 5.165,90   |
| Angico             | <i>Anadenanthera macrocarpa</i> | 1  | 16 | 4,22  | 3632,64  | 6,08E+07 | 3632,64   | R\$ 63,36     | 3,68E+07 | R\$ 32,80 | 6,11E+08 | R\$ 4.064,64 | 7,09E+08 | R\$ 4.160,80 | 7,09E+08 | R\$ 4.160,80   |
| Araucária          | <i>Araucaria angustifolia</i>   | 1  | 30 | 8,64  | 4656,96  | 7,80E+07 | 4656,96   | R\$ 129,60    | 6,90E+07 | R\$ 61,50 | 1,15E+09 | R\$ 7.621,20 | 1,29E+09 | R\$ 7.812,30 | 1,29E+09 | R\$ 7.812,30   |
| Cássia imperial    | <i>Cassia fistula</i>           | 1  | 10 | 4,42  | 3690,7   | 6,18E+07 | 3690,7    | R\$ 66,30     | 2,30E+07 | R\$ 20,50 | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40 | 4,67E+08 | R\$ 2.627,20 | 4,67E+08 | R\$ 2.627,20   |
| Cedro              | <i>Cupressus lusitanica</i>     | 4  | 10 | 2,21  | 1057,632 | 1,77E+07 | 4230,528  | R\$ 132,48    | 2,30E+07 | R\$ 20,50 | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40 | 4,23E+08 | R\$ 2.594,02 | 1,69E+09 | R\$ 10.376,08  |
| Cipreste grisalho  | <i>Juniperus chinensis</i>      | 1  | 15 | 6,16  | 3264,8   | 5,47E+07 | 3264,8    | R\$ 92,40     | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,62E+08 | R\$ 3.933,75 | 6,62E+08 | R\$ 3.933,75   |
| Figueira branca    | <i>Ficus guaranitica</i>        | 5  | 15 | 16,95 | 7881,75  | 1,32E+08 | 39408,75  | R\$ 1.271,25  | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 7,39E+08 | R\$ 4.095,60 | 3,70E+09 | R\$ 20.478,00  |
| Ipê amarelo        | <i>Tabebuia alba</i>            | 4  | 8  | 1,22  | 1094,4   | 1,83E+07 | 4377,6    | R\$ 72,96     | 1,84E+07 | R\$ 16,40 | 3,06E+08 | R\$ 2.032,32 | 3,42E+08 | R\$ 2.066,96 | 1,37E+09 | R\$ 8.267,84   |
| luca elefante      | <i>Yucca elephantipes</i>       | 7  | 15 | 3,38  | 1875,9   | 3,14E+07 | 13131,3   | R\$ 354,90    | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,39E+08 | R\$ 3.892,05 | 4,47E+09 | R\$ 27.244,35  |
| Jacarandá mimoso   | <i>Jacaranda mimosifolia</i>    | 6  | 20 | 11,43 | 6286,5   | 1,05E+08 | 37719     | R\$ 1.028,70  | 4,60E+07 | R\$ 41,00 | 7,64E+08 | R\$ 5.080,80 | 9,15E+08 | R\$ 5.293,25 | 5,49E+09 | R\$ 31.759,50  |
| Jerivá             | <i>Syagrus</i>                  | 3  | 15 | 6,69  | 3711,84  | 6,22E+07 | 11135,52  | R\$ 300,96    | 3,45E+07 | R\$ 30,75 | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60 | 6,70E+08 | R\$ 3.941,67 | 2,01E+09 | R\$ 11.825,01  |
| luca elefante      | <i>Yucca elephantipes</i>       | 15 | 15 | 3,38  | 1875,9   | 3,14E+07 | 28138,5   | R\$ 760       |          |           |          |              |          |              |          |                |

|                  |                                |   |    |       |           |          |             |               |          |              |          |                |          |                |          |                  |
|------------------|--------------------------------|---|----|-------|-----------|----------|-------------|---------------|----------|--------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|------------------|
| Araucária        | <i>Araucaria angustifolia</i>  | 2 | 30 | 8,64  | 4656,96   | 7,80E+07 | 9313,92     | R\$ 259,20    | 6,90E+07 | R\$ 61,50    | 1,15E+09 | R\$ 7.621,20   | 1,29E+09 | R\$ 7.812,30   | 2,59E+09 | R\$ 15.624,60    |
| Aroeira          | <i>Myracrodruon</i>            | 4 | 20 | 4,43  | 3318,75   | 5,56E+07 | 13275       | R\$ 265,50    | 4,60E+07 | R\$ 41,00    | 7,64E+08 | R\$ 5.080,80   | 8,66E+08 | R\$ 5.188,18   | 3,46E+09 | R\$ 20.752,70    |
| Cedro            | <i>Cupressus lusitanica</i>    | 2 | 10 | 2,21  | 1057,632  | 1,77E+07 | 2115,264    | R\$ 66,24     | 2,30E+07 | R\$ 20,50    | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40   | 4,23E+08 | R\$ 2.594,02   | 8,45E+08 | R\$ 5.188,04     |
| Erva-mate        | <i>Ilex paraguariensis</i>     | 1 | 10 | 3,12  | 1825,2    | 3,06E+07 | 1825,2      | R\$ 46,80     | 2,30E+07 | R\$ 20,50    | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40   | 4,36E+08 | R\$ 2.607,70   | 4,36E+08 | R\$ 2.607,70     |
| Espirradeira     | <i>Nerium oleander</i>         | 2 | 10 | 2,18  | 1384,656  | 2,32E+07 | 2769,312    | R\$ 65,52     | 2,30E+07 | R\$ 20,50    | 3,82E+08 | R\$ 2.540,40   | 4,28E+08 | R\$ 2.593,66   | 8,56E+08 | R\$ 5.187,32     |
| Ipê amarelo      | <i>Tabebuia alba</i>           | 8 | 8  | 1,22  | 1094,4    | 1,83E+07 | 8755,2      | R\$ 145,92    | 1,84E+07 | R\$ 16,40    | 3,06E+08 | R\$ 2.032,32   | 3,42E+08 | R\$ 2.066,96   | 2,74E+09 | R\$ 16.535,68    |
| Ipê roxo         | <i>Tabebuia</i>                | 3 | 15 | 4,14  | 3726      | 6,24E+07 | 11178       | R\$ 186,30    | 3,45E+07 | R\$ 30,75    | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60   | 6,70E+08 | R\$ 3.903,45   | 2,01E+09 | R\$ 11.710,35    |
| Jacarandá mimoso | <i>Jacaranda mimosifolia</i>   | 8 | 20 | 11,43 | 6286,5    | 1,05E+08 | 50292       | R\$ 1.371,60  | 4,60E+07 | R\$ 41,00    | 7,64E+08 | R\$ 5.080,80   | 9,15E+08 | R\$ 5.293,25   | 7,32E+09 | R\$ 42.346,00    |
| Jerivá           | <i>Syagrus</i>                 | 3 | 15 | 6,69  | 3711,84   | 6,22E+07 | 11135,52    | R\$ 300,96    | 3,45E+07 | R\$ 30,75    | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60   | 6,70E+08 | R\$ 3.941,67   | 2,01E+09 | R\$ 11.825,01    |
| Leucena          | <i>Leucaena</i>                | 2 | 15 | 1,20  | 984       | 1,65E+07 | 1968        | R\$ 36,00     | 3,45E+07 | R\$ 30,75    | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60   | 6,24E+08 | R\$ 3.859,35   | 1,25E+09 | R\$ 7.718,70     |
| Pinheiro chinês  | <i>Cunninghamia lanceolata</i> | 1 | 15 | 1,60  | 736       | 1,23E+07 | 736         | R\$ 24,00     | 3,45E+07 | R\$ 30,75    | 5,73E+08 | R\$ 3.810,60   | 6,20E+08 | R\$ 3.865,35   | 6,20E+08 | R\$ 3.865,35     |
| TOTAIS           |                                |   |    |       | 345629,36 | 5,79E+09 | 2904041,692 | R\$ 77.869,88 | 4,37E+09 | R\$ 3.890,90 | 7,25E+10 | R\$ 482.167,92 | 8,27E+10 | R\$ 494.877,60 | 6,89E+11 | R\$ 4.128.957,59 |

## **APÊNDICE 5: NUTRIENTES DISPONIBILIZADOS NO SOLO**



Fontes: Roncon (2011) e Albuquerque (2012)

| Idade da árvore (anos) | Energia dos nutrientes (N, P, K, Ca etc.) (seJ) | Valor em USD/ha/ano | Energia dos nutrientes por m (N, P, K, Ca etc.) (seJ) |
|------------------------|-------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------|
| 0                      | 0                                               | 0.0                 | 0.00E+00                                              |
| 1                      | 5.45E+14                                        | 121.9               | 5.45E+10                                              |
| 5                      | 2.82E+15                                        | 630.4               | 2.82E+11                                              |
| 10                     | 6.47E+15                                        | 1447.5              | 6.47E+11                                              |
| 15                     | 7.57E+15                                        | 1692.8              | 7.57E+11                                              |
| 20                     | 8.80E+15                                        | 1968.7              | 8.80E+11                                              |
| 25                     | 9.65E+15                                        | 2158.8              | 9.65E+11                                              |
| 30                     | 1.05E+16                                        | 2349.0              | 1.05E+12                                              |

|                     |          |
|---------------------|----------|
| Em-Dollar (seJ/USD) | 4.47E+12 |
|---------------------|----------|

#### Nitrogênio disponibilizado no solo

| ano | Valor (kg/ha) | Tr (seJ/kg) | Energia (seJ/ha/ano) |
|-----|---------------|-------------|----------------------|
| 1   | 26.6          | 1.60E+11    | 4.26E+12             |
| 2   | 27.5          | 1.87E+11    | 5.16E+12             |
| 3   | 28.5          | 2.46E+11    | 7.02E+12             |
| 4   | 29.6          | 3.72E+11    | 1.10E+13             |
| 5   | 30.7          | 6.35E+11    | 1.95E+13             |
| 6   | 31.8          | 1.16E+12    | 3.69E+13             |
| 7   | 33.0          | 2.12E+12    | 6.99E+13             |
| 8   | 34.3          | 3.60E+12    | 1.23E+14             |
| 9   | 35.6          | 5.40E+12    | 1.92E+14             |
| 10  | 37.0          | 7.04E+12    | 2.60E+14             |
| 15  | 45.9          | 8.27E+12    | 3.79E+14             |
| 20  | 54.8          | 9.50E+12    | 5.20E+14             |
| 30  | 82.6          | 9.50E+12    | 7.85E+14             |

|                  |          |
|------------------|----------|
| Energia total    | 2.41E+15 |
| USD equivalentes | 539.76   |

#### Fósforo disponibilizado no solo

| ano | Valor | Tr       | Energia  |
|-----|-------|----------|----------|
| 1   | 33.7  | 3.10E+10 | 1.04E+12 |
| 2   | 35.4  | 6.50E+10 | 2.28E+12 |
| 3   | 37.1  | 9.80E+10 | 3.66E+12 |
| 4   | 39.0  | 1.30E+11 | 5.17E+12 |
| 5   | 40.9  | 1.70E+11 | 6.84E+12 |
| 6   | 43.0  | 2.00E+11 | 8.67E+12 |
| 7   | 45.1  | 2.40E+11 | 1.07E+13 |
| 8   | 47.4  | 2.70E+11 | 1.29E+13 |
| 9   | 49.7  | 3.10E+11 | 1.53E+13 |
| 10  | 52.2  | 3.40E+11 | 1.79E+13 |
| 15  | 68.7  | 5.25E+11 | 3.60E+13 |
| 20  | 85.1  | 7.10E+11 | 6.04E+13 |
| 30  | 139.0 | 1.10E+12 | 1.53E+14 |

|                  |          |
|------------------|----------|
| Energia total    | 3.34E+14 |
| USD equivalentes | 74.69    |

#### Potássio disponibilizado no solo

| ano | Valor | Tr       | Energia  |
|-----|-------|----------|----------|
| 1   | 312.4 | 2.00E+12 | 5.39E+14 |
| 2   | 313.4 | 2.00E+12 | 5.43E+14 |
| 3   | 314.4 | 2.00E+12 | 5.46E+14 |
| 4   | 315.4 | 2.00E+12 | 5.49E+14 |
| 5   | 316.4 | 2.00E+12 | 5.53E+14 |
| 6   | 317.4 | 2.00E+12 | 5.56E+14 |
| 7   | 318.4 | 2.00E+12 | 5.60E+14 |
| 8   | 319.4 | 2.00E+12 | 5.64E+14 |
| 9   | 320.4 | 2.00E+12 | 5.67E+14 |
| 10  | 321.4 | 2.00E+12 | 5.71E+14 |
| 15  | 326.2 | 2.00E+12 | 6.52E+14 |
| 20  | 331.0 | 1.85E+12 | 6.14E+14 |
| 30  | 341.0 | 1.95E+12 | 6.67E+14 |

|                  |          |
|------------------|----------|
| Energia total    | 7.48E+15 |
| USD equivalentes | 1673.60  |

#### Demais nutrientes

| ano | Valor | Tr       | Energia  |
|-----|-------|----------|----------|
| 1   | 17.8  | 3.60E+10 | 6.35E+11 |
| 2   | 44.4  | 4.40E+10 | 1.96E+12 |
| 3   | 73.9  | 5.30E+10 | 3.89E+12 |
| 4   | 103.4 | 6.10E+10 | 6.33E+12 |
| 5   | 129.7 | 7.00E+10 | 9.05E+12 |
| 6   | 151.0 | 7.80E+10 | 1.18E+13 |
| 7   | 166.9 | 8.70E+10 | 1.46E+13 |
| 8   | 178.0 | 9.60E+10 | 1.71E+13 |
| 9   | 185.5 | 1.00E+11 | 1.95E+13 |
| 10  | 190.4 | 1.10E+11 | 2.17E+13 |
| 15  | 194.7 | 1.59E+11 | 3.09E+13 |
| 20  | 199.0 | 2.07E+11 | 4.11E+13 |
| 30  | 199.0 | 3.06E+11 | 6.09E+13 |

|                  |          |
|------------------|----------|
| Energia total    | 2.39E+14 |
| USD equivalentes | 53.57    |

## **APÊNDICE 6: MATERIAIS E SERVIÇOS DA ECONOMIA**

| Ítem                                                  | Valor    | Referências                                |
|-------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------|
| Conversão do dólar (US\$) em real (R\$)               | 2,22     | Mercado financeiro - cotação de 24/06/2013 |
| Quantidade total de árvores na cidade                 | 80.000   | Prefeitura Municipal de Ponta Grossa       |
| Quantidade total de árvores no centro (vias + praças) | 2.373    | Santos et.al. (2012); Santos, Z. (2013)    |
| Transformidade do dinheiro (seJ/USD)                  | 4,47E+12 | Pereira (2012)                             |

| Materiais da economia                        | Quantidade utilizada por ano* | Valor total**         | Unidade | Valor em dólar | Tr (seJ/US\$) | Valor emergético (seJ/ano) |
|----------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|---------|----------------|---------------|----------------------------|
| Avental de segurança                         | 1                             | 40,00                 | R\$/ano | 18,02          | 4,47E+12      | 8,05E+13                   |
| Bota específica com aço / par                | 1                             | 60,00                 | R\$/ano | 27,03          | 4,47E+12      | 1,21E+14                   |
| Cadeira para poda                            | 2                             | 100,00                | R\$/ano | 45,05          | 4,47E+12      | 2,01E+14                   |
| Caixa d'água ***                             | 4                             | 280,00                | R\$/ano | 126,13         | 4,47E+12      | 5,64E+14                   |
| Calça específica                             | 2                             | 100,00                | R\$/ano | 45,05          | 4,47E+12      | 2,01E+14                   |
| Caminhão para poda Prefeitura****            | 2                             | 3.125,00              | R\$/ano | 0,04           | 4,47E+12      | 1,75E+11                   |
| Carrinho                                     | 4                             | 400,00                | R\$/ano | 180,18         | 4,47E+12      | 8,05E+14                   |
| Cortadeira*****                              | 2                             | 20,00                 | R\$/ano | 9,01           | 4,47E+12      | 4,03E+13                   |
| Fertilizante                                 | 50 kg                         | 400,00                | R\$/ano | 180,18         | 4,47E+12      | 8,05E+14                   |
| Lâmina                                       | 1                             | 50,00                 | R\$/ano | 22,52          | 4,47E+12      | 1,01E+14                   |
| Luva de couro                                | 2                             | 40,00                 | R\$/ano | 18,02          | 4,47E+12      | 8,05E+13                   |
| Mangueira                                    | 2                             | 100,00                | R\$/ano | 45,05          | 4,47E+12      | 2,01E+14                   |
| Motopoda Stihl*****                          | 1                             | 60,00                 | R\$/ano | 27,03          | 4,47E+12      | 1,21E+14                   |
| Motoserra Stihl 380*****                     | 2                             | 360,00                | R\$/ano | 162,16         | 4,47E+12      | 7,25E+14                   |
| Óleo 2 tempos                                | 2                             | 60,00                 | R\$/ano | 27,03          | 4,47E+12      | 1,21E+14                   |
| Protetor auricular                           | 10                            | 35,00                 | R\$/ano | 15,77          | 4,47E+12      | 7,05E+13                   |
| Protetor ocular                              | 10                            | 50,00                 | R\$/ano | 22,52          | 4,47E+12      | 1,01E+14                   |
| Sapato de segurança / par                    | 1                             | 60,00                 | R\$/ano | 27,03          | 4,47E+12      | 1,21E+14                   |
| Podador de galho*****                        | 2                             | 60,00                 | R\$/ano | 27,03          | 4,47E+12      | 1,21E+14                   |
| Capacete completo                            | 2                             | 100,00                | R\$/ano | 45,05          | 4,47E+12      | 2,01E+14                   |
| Construções (considerando-se a depreciação)* | 200 m2                        | 169.760,00            | R\$/ano | 76468,47       | 4,47E+12      | 3,42E+17                   |
| <b>Total de serviços</b>                     |                               | <b>R\$ 175.260,00</b> |         | USD 76.513,51  |               | 3,47E+17                   |

|                                    |                                |
|------------------------------------|--------------------------------|
| <b>TOTAL</b>                       | <b>6,93E+17 seJ/ano</b>        |
| <b>TOTAL INDIVIDUAL POR ÁRVORE</b> | <b>8,66E+12 seJ/árvore/ano</b> |

| Serviços da Economia                           | Quantidade | Valor total           | Unidade | Valor em dólar | Tr (seJ/US\$) | Valor emergético (seJ/ano) |
|------------------------------------------------|------------|-----------------------|---------|----------------|---------------|----------------------------|
| Mão de obra - empregados do Viveiro Municipal  | 3          | 44880,00              | R\$/ano | 20216,22       | 4,47E+12      | 9,04E+16                   |
| Mão de obra - empregados da Sec. Meio Ambiente | 3*         | 68940,00              | R\$/ano | 31054,05       | 4,47E+12      | 1,39E+17                   |
| Mão de obra - empregados da Sec.de Obras       | 8          | 206820,00             | R\$/ano | 93162,16       | 4,47E+12      | 4,16E+17                   |
| <b>Total de mão-de-obra</b>                    |            | <b>R\$ 320.640,00</b> |         | USD 144.432,43 |               | 6,46E+17                   |

|                                    |                                |
|------------------------------------|--------------------------------|
| <b>TOTAL:</b>                      | <b>6,46E+17 seJ/ano</b>        |
| <b>TOTAL INDIVIDUAL POR ÁRVORE</b> | <b>8,07E+12 seJ/árvore/ano</b> |

|                                        |                                |
|----------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Materiais + serviços por árvore</b> | <b>1,67E+13 seJ/ano/árvore</b> |
|----------------------------------------|--------------------------------|

Custo médio da construção civil no

Paraná:

R\$ 848.95/ m2

Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI

Disponível em: [tica/indicadores/precos/sinapi/sinapi\\_201307\\_1.shtm](http://tita/indicadores/precos/sinapi/sinapi_201307_1.shtm)

**Depreciação em Construções:**

Vida útil

25 anos

(0.04/ano)

Secretaria Receita Federal, RIR - Reg. Imposto de Renda

Conversão

(R\$/US\$)\*0.05