

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE E
SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA**

MÁRCIO VINICIUS ARAÚJO DE BARROS

**PEGADA ECOLÓGICA: UM ESTUDO APROXIMATIVO PARA APLICABILIDADE
NAS INDÚSTRIAS DO PÓLO INDUSTRIAL DE MANAUS (PIM)**

MANAUS

2014

MÁRCIO VINICIUS ARAÚJO DE BARROS

**PEGADA ECOLÓGICA: UM ESTUDO APROXIMATIVO PARA APLICABILIDADE
NAS INDÚSTRIAS DO PÓLO INDUSTRIAL DE MANAUS (PIM)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, do Centro de Ciências do Ambiente, da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia.

ORIENTADOR: PROF. DR. NELITON MARQUES DA SILVA

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. GUILLAUME MARCHAND

MANAUS

2014

Ficha Catalográfica
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

Barros, Márcio Vinicius Araújo de

B277p Pegada ecológica: um estudo aproximativo para aplicabilidade nas indústrias do Polo Industrial de Manaus (PIM) / . - Manaus, 2014.

80f. il. color.

Dissertação (mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas.

Orientador: Prof. Dr. Neliton Marques da Silva

Co-orientador: prof. Dr. Guillaume Marchand

1. Ecologia social 2. Desenvolvimento sustentável 3. Peixe - Alimentação I. Silva, Neliton Marques da (Orient.) II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CDU2007 639.3.043(811.3)(043.3)

TERMO DE APROVAÇÃO

Esta Dissertação foi apresentada como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, na área de concentração em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade, outorgada pela Universidade Federal do Amazonas, e, em cuja Biblioteca Central, encontra-se à disposição dos interessados.

Dissertação Aprovada em...../...../.....

Examinadores

Márcio Vinicius Araújo de Barros

Dr. Neliton Marques da Silva
Orientador

Dra. Elenise Faria Scherer
Universidade Federal do Amazonas

Dr. Ernesto Oliveira Serra Pinto
Universidade Federal do Amazonas

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Floriano e Hilma, toda a gratidão, o reconhecimento e o amor.
A minha querida irmã Margareth, a minha eterna gratidão pela ajuda, carinho e
atenção.

Aos meus outros irmãos Floriano, José Neto e Paulo Renato, o meu carinho.

A minha amiga Hellen Coutinho e amigo José Mauro Rocha pelo incentivo.

Aos meus amigos Profa. Elódia Dolores de A. Tanouye, Prof. Francisco José Souza
Bezerra e Prof. Samuel Appenzeller, a minha gratidão pelo apoio e compreensão nas
horas que eu precisava estar em dois lugares ao mesmo tempo.

AGRADECIMENTOS

Para elaboração e apresentação desse trabalho várias pessoas me ajudaram e me apoiaram de forma incondicional, e agradecer é o mínimo que eu posso fazer para demonstrar minha gratidão. Então, agradeço, primeiramente à Deus, por estar sempre comigo me dando a força necessária para seguir sempre pelo caminho correto e honesto da vida.

Ao Dr. Neliton Marques da Silva, pela amizade, paciência, dedicação, incentivo e o apoio.

Ao Dr. Guillaume Marchand, pelos ensinamentos e troca de conhecimentos.

A Dra. Elenise Faria Scherer pela enorme contribuição com suas observações e ensinamentos.

Ao Dr. Ernesto Oliveira Serra Pinto, pelas sugestões e observações como participante da banca examinadora da defesa da dissertação.

Ao Sr. Eduardo J. C. Santos, Supervisor de RH da Empresa que cedeu gentilmente os dados que possibilitaram a realização dessa pesquisa.

Ao Dr. Henrique dos Santos Pereira, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente, pela habilidade em conduzir o curso e por estar sempre disposto a nos ajudar no que fosse preciso, para nos dar direcionamento à nossa caminhada.

À todos os colaboradores da Secretaria do Centro de Ciências do Ambiente por nos atenderem tão gentilmente durante esses 2 anos de convivência, em especial ao Sr. Carlos Augusto (Tijolo) e Srtas. Mayra e Fernanda.

À Universidade Federal do Amazonas - UFAM, pela oportunidade concedida da realização do curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), pelo apoio financeiro.

À todos os Professores do Curso, pelos ensinamentos e amizade.

Aos colegas do curso, em especial ao Daniel R. Carvalho, pelo companheirismo.

A todos estes (e a todos aqueles que, por falha minha, não foram mencionados) o meu muito obrigado.

“Cada dia a natureza produz o suficiente para nossa carência. Se cada um tomasse o que lhe fosse necessário, não havia pobreza no mundo e ninguém morreria de fome.”

Mahatma Gandhi

RESUMO

A presente dissertação teve por objetivo aplicar os indicadores da Pegada Ecológica para mensurar o estado da arte atual da empresa em estudo do Polo Industrial de Manaus. Para isto, foi feita uma ampla revisão das metodologias existentes para adaptação em uma escala menor. Em seguida foram identificadas as variáveis de consumo necessárias para o cálculo da Pegada Ecológica no Ambiente Corporativo. Utilizou-se em um primeiro momento uma pesquisa exploratória e no segundo momento a abordagem de pesquisa teórico-descritiva através da coleta de dados primários dentro de uma empresa do PIM. Também foram utilizadas a pesquisa bibliográfica para composição do referencial teórico e a pesquisa documental para acesso aos dados secundários necessários para os cálculos dos indicadores. A coleta de dados foi realizada através de um questionário, com um texto explicativo no início, que foi respondido pelo responsável pelos dados solicitados. O método quantitativo está relacionado ao emprego da quantificação de variáveis, uso de fórmulas para o cálculo dos indicadores e técnicas estatísticas para garantir a precisão dos resultados. Como resultado da pesquisa, verificou-se que a Pegada Ecológica da Empresa (-894,62 gha) está dentro dos níveis estabelecidos nacionalmente (2,9 gha) e que se pode incentivar mais o consumo de peixe em substituição à carne bovina. É relevante a atenção para a sustentabilidade de nossas áreas verdes, pois dos 44 mil hectares da Zona Urbana de Manaus, 28 mil já foram desmatados.

Palavras-chave: Pegada Ecológica. Polo Industrial de Manaus. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This dissertation aimed to apply the indicators of Ecological Footprint to measure the current state of the art company studied the Industrial Pole of Manaus. For this, there was a comprehensive review of existing methodologies for adaptation on a smaller scale. Then the consumption variables necessary for the calculation of the Ecological Footprint in Corporate Environment were identified. It was used at first exploratory research and approach the second moment of theoretical and descriptive research by collecting primary data within an enterprise PIM. The literature for composition of a theoretical and documentary research for access to secondary data required for calculation of the indicators were also used. Data collection was conducted through a questionnaire, with explanatory text at the beginning, which was answered by those responsible for the requested data. The quantitative method is related to the use of quantification of variables, use of formulas for the calculation of indicators and statistical techniques to ensure accurate results. As a result of the research, it was found that the Ecological Footprint Company (-894.62 gha) is within the standards set nationally (2.9 gha) and that may encourage more consumption of fish instead of beef. It is relevant attention to the sustainability of our green areas, because of the 44 hectares of the Urban Zone of Manaus, 28 000 have been deforested.

Keywords : Ecological Footprint . Industrial Pole of Manaus . Sustainability .

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Categorias de Consumo da Pegada Ecológica.....	20
Figura 2 – Categorias de Oferta da Pegada Ecológica.....	20
Figura 3 – Biocapacidade Total da Terra.....	22
Figura 4 – Devedores Ecológicos.....	23
Figura 5 – Fatores de Equivalência.....	34
Figura 6 – Cálculo da Média Anual de Consumo dos Países.....	35
Figura 7 – Diagrama Sistêmico do Brasil.....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dados coletados de consumo e território da empresa do setor eletroeletrônico do PIM em Manaus, AM_2013.....	43
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Área de estudo: Polo Industrial de Manaus (PIM).....	15
2.2 Ecodesenvolvimento, Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável.....	17
2.3 Indicadores de Sustentabilidade.....	22
2.3.1 Índice de Sustentabilidade Ambiental (ESI).....	25
2.3.2 Pegada Ecológica.....	27
2.3.2.1 Introdução.....	27
2.3.2.2 Histórico e Conceitos.....	28
2.3.2.3 Utilização no Brasil e no Mundo.....	34
2.3.2.4 Vantagens e Desvantagens.....	35
2.4 Metodologia de Cálculo.....	40
3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	48
3.1 Caracterização da Pesquisa.....	48
3.1.1 Universo Amostral.....	49
3.2 Delimitação da Pesquisa.....	52
3.2.1 Coleta de Dados.....	52
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.1 Dados coletados.....	53
4.2 Memorial de Cálculo da Pegada Ecológica.....	54
4.3 Resultados e Discussão.....	62
5 CONCLUSÕES.....	66
6 RECOMENDAÇÕES.....	68
REFERÊNCIAS.....	69
ANEXO A Termo de Anuência.....	75
ANEXO B Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	76
ANEXO C Parecer Consubstanciado do CEP.....	77
ANEXO D Questionário.....	79

1 INTRODUÇÃO

O último relatório Planeta Vivo (WWF – Brasil, 2012) destaca a pressão cumulativa que está sendo exercida sobre o planeta, e o conseqüente declínio da saúde das florestas, rios e oceanos, que são fundamentais para a nossa existência no planeta.

As sociedades atuais vivem como se tivessem mais de um planeta à sua disposição. Está sendo usado 50% mais recursos do que a Terra é capaz de oferecer e, a não ser que se mude esse rumo, esse número irá aumentar. Até 2030, mesmo dois planetas Terra não serão suficientes. A biodiversidade¹ encolheu 30% em todo mundo entre 1970 e 2008; nos trópicos, a redução foi de 60% (WWF – Brasil, 2012).

Segundo o IPCC (2013), “O aquecimento é inequívoco. O mundo aqueceu em média 0,85°C entre 1880 e 2012. A atmosfera e os mares aqueceram, o gelo e a neve diminuíram, e as concentrações de gases do efeito estufa aumentaram. A manifestação do fenômeno sobre o mundo, bem como dos seus efeitos, não é uniforme, e o Ártico é onde o aquecimento se faz sentir com maior intensidade”.

A principal causa do aquecimento presente é, com elevadíssimo grau de certeza, a emissão de gases estufa pelas atividades humanas, com destaque para a emissão de gás carbônico. A evidência indicando a origem humana do problema se fortaleceu desde o relatório anterior (5º Relatório do IPCC, 2013).

Caso as emissões de gases do efeito estufa continuem crescendo às atuais taxas ao longo dos próximos anos, a temperatura do planeta poderá aumentar até 4,8°C neste século – o que poderá resultar em uma elevação de até 82 centímetros no nível do mar e causar danos importantes na maior parte das regiões costeiras do globo (5º Relatório do IPCC, 2013).

Diante de tantas evidências da má utilização dos recursos naturais da Terra e os problemas ambientais ocasionados, são necessárias grandes mudanças no pensamento e transformações do conhecimento das sociedades atuais para se garantir um futuro próspero que forneça alimentos, água, e energia para as 9 ou 10

¹ BIODIVERSIDADE: A compreensão do problema ambiental começa pela noção de Biodiversidade, compreendida como a descrição da variedade de elementos que compõe o mundo natural. Identifica, estuda e classifica as plantas, os animais e os microorganismos que fornecem alimentos, remédios e grande parte dos materiais consumidos ou usados pelo ser humano (BRAGA; TELLES, 2004, pág.39).

bilhões de pessoas que deverão compartilhar o planeta em 2050 (WWF – Brasil, 2012).

A área do estudo foi a Zona Franca de Manaus (ZFM), um modelo de desenvolvimento econômico desenvolvido pelo governo Brasileiro objetivando viabilizar uma base econômica na Amazônia Ocidental, promover a melhor integração produtiva e social dessa região ao país, garantindo a soberania nacional sobre suas fronteiras. A principal estrutura da ZFM é o Polo Industrial de Manaus (PIM²), que é um dos parques industriais mais proeminentes da América Latina (SUFRAMA, 2013).

A quantidade atual dos resíduos industriais gerados pelas fábricas do PIM em 2009 foi calculada em 628,9 toneladas por dia, incluindo os resíduos industriais em geral, resíduos de serviços de saúde, resíduos de construção e resíduos radioativos (SUFRAMA – Relatórios do JICA³, 2010).

É solicitada das fábricas do PIM a apresentação de inventários anuais de resíduos com base na Resolução 313 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente); no entanto, apesar do claro interesse pela sustentabilidade⁴ e pela gestão de resíduos industriais, o PIM como um todo demonstra falta de conhecimento nestas áreas (SUFRAMA – Relatórios do JICA, 2010).

“A sustentabilidade atualmente é muito discutida, mas pouco mensurada. Os indicadores ambientais são ferramentas úteis para avaliar o impacto ecológico.” (LEONARDOS; MOTA; SANTOS, 2013, Pág.44).

É claro e evidente a necessidade de se buscar ferramentas ou sistemas que sejam capazes de avaliar o grau de sustentabilidade do desenvolvimento atual, como um desafio para medir a sustentabilidade (PEREIRA *et al.*, 2009).

Ainda não existe um consenso na comunidade científica mundial acerca de um método de avaliação da sustentabilidade dos países. Em um estudo comparativo de indicadores de sustentabilidade, Siche *et al.* (2005, apud PEREIRA, 2008, p.4)

² PIM: Um grupo de fábricas localizadas na ZFM que recebem incentivos fiscais, incluindo fábricas tanto dentro quanto fora do Distrito Industrial e Expansão (SUFRAMA).

³ JICA: Agência Japonesa de Cooperação Internacional.

⁴ Sustentabilidade: O conceito Sustentabilidade explora as relações entre desenvolvimento econômico, qualidade ambiental e equidade social. Sustentabilidade pode ser definida como a característica de um processo ou sistema que permite que ele exista por certo tempo ou por tempo indeterminado (CARBONARI; PEREIRA; SILVA, 2011, pág.66).

“concluíram que os melhores indicadores que podem explicar a realidade ecológica de um sistema nacional são os indicadores da Pegada Ecológica.”

A Pegada Ecológica é uma ferramenta de contabilidade ambiental que acompanha as demandas concorrentes da humanidade sobre a biosfera por meio da comparação da demanda humana com a capacidade regenerativa do planeta (WWF – Brasil, 2012).

A ligação entre Pegada Ecológica total e biocapacidade – a capacidade regenerativa da terra – indica claramente em que medida está sendo ultrapassado os limites naturais do nosso planeta (WWF – Brasil, 2012).

A Pegada Ecológica foi escolhida para realização desse estudo, pois serve como uma poderosa ferramenta de comunicação e de advertência, para possibilitar avanços na discussão sobre os limites ecológicos ao crescimento econômico entre cientistas, tomadores de decisão e a sociedade em geral (PEREIRA *et al.*, 2009).

Este trabalho objetiva-se abordar os indicadores de sustentabilidade de pegada ecológica e responde a seguinte pergunta: Qual a aplicabilidade dos indicadores de pegada ecológica para análise da situação atual de sustentabilidade das Indústrias do Polo Industrial de Manaus?

E dentro dessa perspectiva de indicadores de sustentabilidade, o tema pesquisado, refere-se à determinação através de um estudo aproximativo de cálculo, de um conjunto de indicadores de sustentabilidade, que é o índice de pegada ecológica, partindo do estudo em uma indústria do Polo Industrial de Manaus no ano de 2014, ressaltando-se os problemas de pesquisa nos seguintes termos:

- 1) Indicadores de sustentabilidade inexistentes das empresas do Polo Industrial de Manaus;
- 2) Gestão ambiental inadequada das empresas comprometendo a sustentabilidade.

Com base nos problemas citados delinea-se as seguintes hipóteses:

- 1) As empresas do Polo Industrial de Manaus desconhecem o seu nível atual de sustentabilidade;
- 2) Metodologias implementadas de Gestão Ambiental pelas empresas do Polo Industrial de Manaus não garantem a sustentabilidade.

O presente trabalho teve por objetivo aplicar os indicadores da pegada ecológica para mensurar o estado da arte atual de uma empresa no Polo Industrial de Manaus. Como objetivos específicos tem-se:

1. Realizar uma ampla revisão das metodologias de Pegada Ecológica e sua aplicabilidade na escala empresarial;
2. Identificar as variáveis necessárias para o cálculo dos indicadores da Pegada Ecológica no ambiente corporativo⁵;
3. Estimar a Biocapacidade da empresa;
4. Estimar o consumo ou a pegada da empresa.

Para atender os objetivos desse estudo, foi realizada uma adaptação metodológica da Pegada Ecológica para se trabalhar na escala industrial, pois ainda existem poucos trabalhos feitos sobre estes indicadores de sustentabilidade no Brasil e na Amazônia.

A maioria dos trabalhos sobre este tema foi realizado para uma escala maior como cidades, estados, países, etc. Esse trabalho pretende esclarecer a metodologia da Pegada Ecológica tornando-se possivelmente referência nesta escala de estudo.

A grande dificuldade encontrada durante a pesquisa foi o acesso aos dados para os cálculos dos indicadores e a adaptação na escala local.

A grande contribuição desse estudo é a construção de um modelo matemático para o cálculo da Pegada Ecológica na escala industrial do PIM, servindo como um indicador de sustentabilidade atual das empresas. “A análise do processo de desenvolvimento de uma indústria, de uma cidade, de um estado, de um país, passa necessariamente, pela análise de sua relação com o processo de formulação, implementação e avaliação de políticas públicas.” (HEIDEMANN; SALM, 2009, pág.15).

No plano teórico, a dissertação discorre sobre alguns tópicos que ajudaram a construir as ideias desse estudo. Os tópicos discutidos são: a área de estudo que é o

⁵ Ambiente Corporativo: Pessoas, ambiente e tecnologia. Esses são os três pilares do *WorkPlace Innovation* (WPI), um novo conceito de ambiente corporativo que conquista cada vez mais adeptos no mercado global (KECHICHIAN, 2012).

PIM, ecodesenvolvimento, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável⁶, os indicadores de sustentabilidade e os princípios de Bellagio e a Pegada Ecológica.

Após o referencial teórico, foi discutido a metodologia de cálculo da Pegada Ecológica, suas limitações e vantagens, a metodologia própria do estudo, os resultados e cálculos, as conclusões e recomendações.

⁶ Desenvolvimento Sustentável: O equilíbrio que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades (BRUNDTLAND, 1987).

2 REVISÃO DE LITERATURA

Para realização desse estudo se fez necessário um conhecimento profundo sobre a área em estudo, os conceitos, características e metodologia de cálculo da pegada ecológica.

Conhecer o PIM em estudo, uma breve discussão conceitual sobre ecodesenvolvimento, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, os conceitos de indicadores de sustentabilidade, pegada ecológica e sua metodologia e biocapacidade, são abordados com a finalidade de verificar a relevância, importância e abordagens para o tema, subsidiando e guiando o estudo.

2.1 Área de estudo: Polo Industrial de Manaus (PIM)

A Zona Franca de Manaus (ZFM) é um modelo de desenvolvimento econômico implantado pelo governo brasileiro objetivando viabilizar uma base econômica na Amazônia Ocidental, promover a melhor integração produtiva e social dessa região ao país, garantindo a soberania nacional sobre suas fronteiras (SUFRAMA, 2013).

A Zona Franca de Manaus foi criada em 1967. Administrado pela Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), o Polo Industrial de Manaus é um dos mais modernos da América Latina. Compreende três polos econômicos: comercial, industrial e agropecuário, reunindo indústrias de ponta das áreas de eletroeletrônica, veículos de duas rodas, produtos ópticos, produtos de informática, indústria química, etc (SUFRAMA, 2013).

O Polo Industrial de Manaus abriga cerca de 600 indústrias de alta tecnologia gerando mais de meio milhão de empregos, diretos e indiretos, principalmente nos segmentos de eletroeletrônicos, duas rodas e químico. Nos últimos anos o Polo recebeu um novo impulso com os incentivos fiscais para a implantação da tecnologia de TV digital no Brasil (SUFRAMA, 2013).

O modelo ZFM, no entanto, desde o início encontrou forte resistência e pressão dos demais Estados da Federação, sobretudo de São Paulo, pois a excepcionalidade fiscal concedida a Manaus, em termos de IPI e II, acrescidos de incentivos fiscais de ICMS por parte do Estado do Amazonas, permitiu que este conseguisse atrair fortes e grandes segmentos da indústria de ponta, como a

eletrônica, antes sediada no Centro-Sul do País. Daí as constantes ameaças e tentativas de neutralizar o modelo, por via legislativa, ou por via administrativa, burocrática, na tentativa de desfigurar e anular as vantagens comparativas que a ZFM apresenta aos investidores nacionais e estrangeiros (BOTELHO, 2006).

Segundo Botelho (2006), o projeto ZFM, enquanto solução concebida para o equacionamento da questão geopolítica e econômica da Amazônia, permanece numa ordem inacabada. Ou seja, até o presente momento, decorridos quase três décadas desde a sua implantação, ainda não se delineou uma possibilidade real de auto-sustentabilidade para o desenvolvimento econômico da região amazônica. O Projeto ZFM só poderá ser alardeado como um projeto de grande sucesso, na verdadeira acepção da palavra, quando sua produção, atual e futura, diversificada necessariamente com base na sua vocação, estiver o menos lastreada possível por incentivos fiscais.

Segundo Brianezi (2010), na última década, para manutenção do PIM, os aspectos ecológicos ganharam força de argumentação no lugar dos aspectos econômicos. O sucesso do modelo ZFM, segundo políticos e empresários inibe o desmatamento da floresta. O percentual de área desmatada no Amazonas não ultrapassa 2% da área total do estado.

A Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), com financiamento da Nokia, encomendou ao Instituto Piatam⁷ uma pesquisa para medir “o impacto virtuoso do PIM sobre a proteção da Floresta Amazônica” (RIVAS; MOTA; MACHADO, 2009b).

Nesta pesquisa, segundo os cientistas do Piatam, em 1997 as indústrias de Manaus teriam contribuído com a redução de 85% no desmatamento do Amazonas. Entre 2000 e 2006, “o PIM proporcionou a capacidade de atenuar o desmatamento do Amazonas no intervalo de 70 a 77% em relação ao que poderia ter ocorrido com a ausência do Polo” (RIVAS; MOTA; MACHADO, 2009a).

Entre US\$ 1 e US\$ 10 bilhões foi o valor estimado deste desmatamento evitado. Também foram comparadas pelos cientistas envolvidos na pesquisa, a evolução das taxas de desmatamento do Amazonas e do Pará entre 1985 e 2003 e

⁷ Instituto Piatam: Instituto de Inteligência Socioambiental Estratégica da Amazônia.

concluíram que no Pará o desmatamento foi maior pois no Amazonas existia o PIM como alternativa econômica sustentável (RIVAS; MOTA; MACHADO, 2009a).

O estudo “Instrumentos Econômicos para a Proteção da Amazônia” mostrou que o PIM consegue atenuar a força de desmatamento no Amazonas entre 70% a 84% daquilo que seria na ausência do PIM (RIVAS; MOTA; MACHADO, 2009b).

Como já foi dito na introdução desse estudo, apesar do PIM conseguir reduzir o desmatamento no Amazonas, é notório a geração de resíduos sólidos pelo mesmo, o que nos leva a refletir sobre quais os problemas ambientais gerados por este modelo de Polo Industrial e o que é feito para se medir esses impactos.

De acordo com o “Estudo para o desenvolvimento de uma solução integrada relativo à Gestão dos Resíduos Industriais do Polo Industrial de Manaus” realizado entre Fevereiro de 2009 e Agosto de 2010, foram identificadas as seguintes questões sobre a gestão dos resíduos industriais: 1) entendimento insuficiente sobre a disposição atual dos resíduos industriais; 2) o aterro que serve como destino final para a maioria dos resíduos industriais gerados pelo PIM, não tem uma licença de operação; 3) é preciso fortalecer o sistema administrativo da gestão dos resíduos industriais e 4) ambiente empresarial fraco para a disposição de resíduos industriais (SUFRAMA – Relatórios do JICA, 2010).

Na sequência se faz a discussão sobre os temas Ecodesenvolvimento, Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável com o objetivo de situar a pesquisa no contexto desses temas de atual relevância.

2.2 Ecodesenvolvimento, Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável

Para melhor entendimento da abordagem desse estudo, se faz necessário o esclarecimento dos conceitos e diferenças entre ecodesenvolvimento, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, como estes temas evoluíram com o tempo e a importância da utilização de indicadores ambientais para sua medição.

Devido o nosso perfil capitalista de consumo, é importante que se estude esses conceitos, a sua relação com a racionalidade ambiental, as questões sociais e políticas e como se medir o atual estado da arte dos mesmos.

Segundo Leff (2000), “As questões ambientais estão intimamente ligadas às questões sociais e políticas. Os processos de destruição mais devastadores dos

recursos naturais, bem como a degradação socioambiental (perda de fertilidade dos solos, marginalização social, desnutrição, pobreza e miséria extrema) têm sido resultado do uso inadequado do solo e que tem uma ligação forte com conceitos sociais e políticos”.

A questão social está envolvida por ser ela que norteia as atitudes das sociedades em termos de como proceder diante da natureza quando se necessita de seus recursos para sua sobrevivência.

A questão política também está envolvida neste contexto. Percebe-se em alguns casos divulgados pela mídia, a dificuldade da classe política em implementar e divulgar uma racionalidade ambiental junto com o saber ambiental nas sociedades, o que contraria vantagens econômicas capitalistas. Muitos programas de educação ambiental só vêm sendo apoiados pela classe política devido a importância que o tema “sustentabilidade” oferece.

Leff também trata do assunto e afirma que,

As mudanças ambientais globais revolucionaram os métodos de pesquisa e as teorias científicas para poder aprender uma realidade em via de complexização que ultrapassa a capacidade de compreensão e explicação dos paradigmas teóricos estabelecidos. A problemática ambiental propõe a necessidade de internalizar um saber ambiental emergente em todo um conjunto de disciplinas, tanto das ciências naturais como sociais, para construir um conhecimento capaz de captar a multicausalidade e as relações de interdependência dos processos de ordem natural e social que determinam a mudanças socioambientais, bem como para construir um saber e uma racionalidade social orientados para os objetivos de um desenvolvimento sustentável, equitativo e duradouro (2001, p. 109).

Segundo Veiga (2010a), embora o termo sustentabilidade seja discutido em quase todas as áreas de conhecimento, eles obrigatoriamente tem suas raízes nos pensamentos de duas disciplinas científicas: ecologia e economia.

O conceito de Ecodesenvolvimento, lançado por Maurice Strong em Junho de 1973, consistia na definição de um estilo de desenvolvimento adaptado às áreas rurais do Terceiro Mundo, baseado na utilização criteriosa dos recursos locais sem esgotar a natureza (LAYRARGUES, 1997).

Na década de 80, o economista Ignacy Sachs se apropria do termo e parte da premissa deste modelo se basear em três pilares: eficiência econômica, justiça social e prudência ecológica. Segundo Sachs (1993), o ecodesenvolvimento é a junção do

crescimento quantitativo com o desenvolvimento qualitativo, conciliando crescimento econômico com maior produtividade dos recursos, redução do volume de materiais processados, conservação do meio ambiente e redistribuição de renda.

O ecodesenvolvimento requer, dessa maneira, o planejamento local e participativo, no nível micro, das autoridades locais, comunidades e associações de cidadãos envolvidas na proteção da área (SACHS, 2008).

O termo desenvolvimento sustentável, foi criado pelo Relatório intitulado Nosso Futuro Comum, 1983, também conhecido como Relatório de Brundtland (1987), substituindo a ideia original de Sachs – o ecodesenvolvimento (LAYRARGUES, 1997).

Diferentemente do ecodesenvolvimento que possui um viés mais social, a preocupação do desenvolvimento sustentável assume uma postura de responsabilidade individual em prol da defesa contra os problemas socioambientais (LAYRARGUES, 1997).

O relatório de Brundtland (1987) coloca que “a pobreza é uma das principais causas e um dos principais efeitos dos problemas ambientais no mundo.” Layrargues (1997), deixa claro que na luta pela redução da pobreza como forma de reduzir também os problemas ambientais que seriam causados por ela, ficam de lado os verdadeiros causadores dos problemas ambientais que são as pessoas mais ricas, que tem acesso mais fácil aos recursos e que consomem 80 vezes mais que pessoas de classe mais pobre.

Pelo desenvolvimento sustentável, a economia tem que se desenvolver com sustentabilidade, para que o acesso às tecnologias, energia, combustíveis, bens de consumo sejam para todos. Mas se analisarmos o sistema capitalista, isso nos levará ao problema de questionar se realmente a proposta do desenvolvimento sustentável pretende preservar o meio ambiente (LAYRARGUES, 1997).

Segundo Carbonari, Pereira & Silva (2011, pág.66), o conceito de sustentabilidade explora as relações entre desenvolvimento econômico, qualidade ambiental e equidade social. Uma sociedade sustentável é aquela que não coloca em risco os recursos naturais (água, solo, vida vegetal, ar) dos quais depende. Assim, desenvolvimento sustentável é o modelo de desenvolvimento que segue esses princípios. É diferente, portanto, do modelo tradicional de crescimento, que se baseia

exclusivamente em aspectos econômicos, tais como o aumento da produção e do consumo.

Para que haja um despertar ambiental sobre a importância de um desenvolvimento sustentável, é de grande valia a utilização de indicadores de sustentabilidade que demonstrem de forma concreta a situação atual em que países, estados, cidades, regiões, sociedades, etc se encontram atualmente em relação à questão da sustentabilidade (GOMES *et al.*, 2000).

Para Gomes *et al.* (2000), “o desenvolvimento sustentável está relacionado com aspectos institucionais, ambientais, sociais e econômicos, abordagem que requer uma integração e ponderação de todos esses aspectos, como indicadores correspondentes, que resultarão em Índices de Desenvolvimento Sustentável na total abrangência do conceito”.

Segundo Pereira *et al.* (2009, pág.126), independentemente do conceito de desenvolvimento sustentável adotado, surge também a necessidade de se buscar ferramentas ou sistemas que sejam capazes de avaliar o grau de sustentabilidade do desenvolvimento, como um desafio para aferir ou inferir a sustentabilidade, tendo em vista que até o final da década de 1950 a utilização sistemática em escala mundial de indicadores visava somente medir o desempenho econômico, com a generalização do uso do Produto Interno Bruto (PIB) como indicador do progresso econômico de um país.

Já na década de 1960, surgiram medidas que ampliam a mera concepção econômica retratada pelo PIB, com a utilização do PIB *per capita* como referencial em paralelo a alguns indicadores sociais como mortalidade infantil e taxa de analfabetismo e, a partir do final da década de 1980, começaram a surgir propostas de construção de indicadores ambientais com o objetivo de fornecer subsídios à formulação de políticas nacionais e acordos internacionais, bem como a tomada de decisão por atores públicos e privados (PEREIRA *et al.*, 2009, pág.126).

A Agenda 21 durante a Rio-92 é conhecida como o primeiro plano com ações mais concretas consensado internacionalmente para a implementação do desenvolvimento sustentável em todos os âmbitos (DELAÍ; TAKAHASHI, s.d.).

Segundo Delai, Um fator imprescindível para a operacionalização desse conceito na tomada de decisão empresarial e governamental, segundo o capítulo oitavo da Agenda 21, é a integração das decisões sociais, econômicas e ambientais

por meio da utilização de indicadores que mensurem o desenvolvimento sustentável. Questão esta justificada por Parris & Kates (2003) e pela CSD (2005) apud Delai & Takahashi (s.d.) ao afirmarem que se gerencia o que se mede e que o principal papel da mensuração da sustentabilidade é indicar o progresso ou retrocesso frente às suas metas a fim de informar e orientar as ações dos administradores e do público em geral.

Segundo Veiga (2010b), “não é mais possível falar a sério de indicadores de sustentabilidade sem ter como ponto de partida as mensagens e recomendações que estão no *Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress* (Stiglitz-Sem-Fitoussi, 2009).

A maior contribuição dessa comissão foi mostrar que existem três problemas bem diferentes, que deveriam ser tratados sem serem isolados ou misturados, como fizeram os indicadores nos últimos 40 anos. Não misturar medição de desempenho econômico com qualidade de vida (ou bem estar), e uma terceira é medir a sustentabilidade do desenvolvimento (VEIGA, 2010b).

A inexistência de métricas previamente consensuadas nos grandes fóruns ambientais contribui no adiamento de políticas para implementação de uma nova agenda de sustentabilidade para as diferentes escalas, onde inserem-se os programas e projetos socioambientais e econômicos. Como consequência, sentimos a dificuldade de se adaptar os indicadores de sustentabilidade da pegada ecológica para a escala de uma fábrica, devido a falta de trabalhos nessa escala.

A necessidade de ferramentas de mensuração é apontado como necessário pelo Capítulo 40 da Agenda 21, com o objetivo da real verificação de sustentabilidade do mundo (PEREIRA *et al.*, 2009, pág.126).

A partir desses conceitos já discutidos e da necessidade de se mensurar a sustentabilidade do mundo, dos países, das cidades, das sociedades, de uma fábrica ou aplicação nas diversas escalas, na sequência estaremos discutindo sobre a definição de indicadores de sustentabilidade, os seus pilares, a sua importância, exemplos de indicadores voltados mais para visão ecológica e a escolha da Pegada Ecológica como tema da pesquisa.

2.3 Indicadores de Sustentabilidade

O termo indicador é originário do latim *indicare*, que significa descobrir, apontar, anunciar, estimar (AMARAL, 2010, pág,21).

Um indicador pode ser entendido como uma variável de representação operacional de um atributo (qualidade, característica, propriedade) de um sistema (TURNES, 2004). O indicador é constituído por um conjunto de parâmetros representativos, concisos e fáceis de interpretar, utilizados para ilustrar as principais características socioambientais de um determinado território (PEREIRA *et al.*, 2009, págs.127-128).

Os indicadores são necessários para monitorar o progresso nas distintas dimensões, funcionando como ferramentas de apoio aos tomadores de decisões e àqueles responsáveis pela elaboração de políticas em todos os níveis, além de serem norteadores para que se mantenha o foco em direção ao desenvolvimento sustentável (GARCIA; GUERRERO, 2006).

Além disso, os indicadores podem servir de alerta no sentido de prevenir e/ou amenizar os impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes de uma determinada atividade. Também podem ser úteis como ferramentas para disseminar ideias, pensamentos e valores.

Sua característica principal é sintetizar diversos tipos de informação, retendo apenas o significado essencial dos aspectos analisados.

São cinco as principais funções dos indicadores segundo Tunstall (1994 apud Van Bellen, 2005):

- 1) Avaliação de condições e tendências;
- 2) Comparação entre lugares e situações;
- 3) Avaliação de condições e tendências em relação a metas e a objetivos;
- 4) Prover informações de advertência;
- 5) Antecipar futuras condições e tendências.

Entre a enorme gama de indicadores existentes, encontram-se os indicadores de sustentabilidade ou de desenvolvimento sustentável, ou seja, indicadores socialmente dotados de um significado que reflete de forma sintética uma preocupação social ao meio ambiente (AMARAL, 2010, pág.20).

No âmbito da sustentabilidade, os índices⁸ e indicadores devem contemplar a inter-relação das dimensões econômicas, sociais e ambientais de forma sistêmica, ou seja, identificando as ligações de cada uma das dimensões como um todo (CARBONARI; PEREIRA; SILVA, 2011, pág.90).

Os indicadores de sustentabilidade tiveram sua origem na ecologia e na economia. Eles devem ser capazes de avaliar, medir e monitorar a sustentabilidade. Para isso, é imprescindível que, também, eles combinem, em um índice, as três dimensões contempladas no conceito de sustentabilidade – econômica, ambiental e social (CARBONARI; PEREIRA; SILVA, 2011, pág.90).

A construção de indicadores de desenvolvimento sustentável no Brasil integra-se ao conjunto de esforços internacionais para concretização das ideias e princípios formulados na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992 (Agenda 21 da Rio-92), no que diz respeito à relação entre meio ambiente, sociedade, desenvolvimento e informações para a tomada de decisões.

Em 1995, a comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável aprovou um conjunto de indicadores de desenvolvimento sustentável, com o intuito de servirem como referência para os países em desenvolvimento ou revisão de indicadores nacionais de desenvolvimento sustentável, tendo sido aprovados em 1996, e revistos em 2001 e 2007. O quadro atual contém 14 temas, que possuem algumas modificações a partir da edição anterior: pobreza, perigos naturais, o desenvolvimento econômico, governança, ambiente, estabelecer uma parceria global econômica, saúde, terra, padrões de consumo e produção, educação, os oceanos, mares e costas, demografia, água potável, escassez de água e recursos hídricos e biodiversidade. Cada um destes temas encontra-se dividido em diversos sub-temas, indicadores padrão e outros indicadores (INFAP, 2013).

Segundo Veiga (2010b), existe a necessidade de desvincular avanços sociais qualitativos de infundáveis aumentos da produção e do consumo e tal dificuldade de se perceber isso, explica a ausência de um indicador econômico de sustentabilidade que desfrute de mínima aceitação. No entanto, a partir da adoção da Agenda 21 na Rio-92, a demanda por esse tipo de indicador aumentou. E em 1996 ela parecia ter achado uma trilha segura com a adoção dos “Princípios de Bellagio” (IISD, 2000).

⁸ Índices: Os índices são construídos para analisar dados por meio da junção de elementos com relacionamentos estabelecidos. Assim, os Índices congregam várias informações e podem ser compostos, inclusive, por indicadores (CARBONARI; PEREIRA; SILVA, 2011, pág. 89).

Em 1996, uma reunião foi organizada em Bellagio na Itália pelo ISSD⁹ para tentar definir os padrões de qualidade para indicadores de sustentabilidade, o que foi resumido nos 10 princípios de Bellagio que seriam os pilares dos indicadores de sustentabilidade (JUNIOR, s.d.).

Os Princípios de Bellagio orientam a avaliação do progresso rumo ao desenvolvimento sustentável. Os Princípios de Bellagio são orientações para a avaliação de todo o processo, desde a escolha e o projeto dos indicadores e sua interpretação até a comunicação dos resultados, sendo princípios inter-relacionados, que devem ser aplicados de forma conjunta (IISD, 2000).

Os Princípios de Bellagio são em número de dez e abrangem todas as etapas do processo de desenvolvimento de indicadores para mensuração da sustentabilidade, desde o passo inicial, foco do princípio um, que prevê o estabelecimento de uma visão do desenvolvimento sustentável e metas claras que a tornem factível e significativa aos tomadores de decisão. O processo inclui, ainda, definição do conteúdo da avaliação (princípios 2 a 5) e do processo de avaliação (princípios 6 a 8), além da necessidade de melhoria contínua do sistema (princípios 9 e 10) (IISD, 2000).

Os Princípios de Bellagio são importantes para esse estudo pois apresentam normas definidas por grupos de especialistas que devem nortear a construção de indicadores: existência de um guia de visão e normas para avaliar o progresso rumo à sustentabilidade, perspectiva holística¹⁰, presença de elementos essenciais de avaliação do progresso rumo à sustentabilidade, escopo adequado, foco prático, transparência, comunicação efetiva, ampla participação, avaliação constante e capacidade institucional.

Podemos destacar em Bellagio a importância da existência de normas e/ou parâmetros para se avaliarem a sustentabilidade, a perspectiva holística e a importância da ampla participação na construção dos indicadores.

Segundo VEIGA (2009, 2010a) “É possível que se tenha pecado por excesso de pretensão ao se estabelecer esses dez princípios. Todavia, mesmo que a

⁹ ISSD: International Institute for Sustainable Development.

¹⁰ Perspectiva Holística: A avaliação em direção ao desenvolvimento sustentável deve incluir visão do sistema todo e de suas partes (IISD, 2000).

referência seja apenas o quinto critério – foco prático: as avaliações devem se basear num conjunto explícito de categorias que liguem perspectivas e metas a indicadores, é forçoso constatar que continuam a existir sérias clivagens e bloqueios, tanto conceituais quanto operacionais, para que ele seja cumprido”.

Além das Nações Unidas, outras entidades elaboram ainda outros modelos de indicadores, como no caso da Comissão Europeia (CE), da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e do Global Environment Outlook (GEO) (INFAP, 2013).

O tema central desse estudo são os indicadores da Pegada Ecológica e como estes indicadores se situam mais na esfera ambiental, foi feita uma revisão de dois sistemas de indicadores internacionais de sustentabilidade focalizados na dimensão ecológica, que são: 2.3.1) O Índice de Sustentabilidade Ambiental (ESI); e 2.3.2) A Pegada Ecológica.

2.3.1 Índice de Sustentabilidade Ambiental – ESI:

O ESI é uma iniciativa do Yale Center for Environmental Law and Policy e do Center for International Earth Science Information Network (Ciesin) of Columbia University, em colaboração com o World Economic Forum e o Joint Research Center of the European Commission (LOUETTE, 2009).

O ESI é um Índice de Sustentabilidade Ambiental que classifica os países de acordo com as suas capacidades para proteger o ambiente durante as próximas décadas. Existe para cerca de 140 países e consiste na pesagem de 21 indicadores básicos, cada um deles com duas a oito variáveis que permitem caracterizar a sustentabilidade ambiental em escala nacional, entre elas a qualidade do ar e da água, a biodiversidade e a gestão dos recursos naturais (LOUETTE, 2009).

Estes indicadores permitem a comparação através de uma série de questões que se enquadram nas seguintes cinco grandes categorias: a qualidade dos sistemas ambientais, a redução dos estresses ambientais, redução da vulnerabilidade humana frente aos estresses ambientais, a capacidade social e institucional de reagir aos desafios ambientais e o manejo global. Dessa forma, mistura as dimensões ambiental, social, econômica ou institucional, mostrando que a sustentabilidade

ecossistêmica não pode ser separada das questões humanas (YALE CENTER FOR POLICY AND LAW, 2005).

Contudo, a escolha dos temas inseridos no ESI foi bastante criticada por diferentes motivos. Primeiramente, porque alguns indicadores favorecem os países desenvolvidos, é o caso, por exemplo, dos componentes “redução da vulnerabilidade humana” e “redução dos estresses ambientais” que, por causa das variáveis usadas privilegiam os países desenvolvidos tendo a capacidade de investir maciçamente na prevenção de diferentes riscos ligados a poluições, escassez de recursos naturais e de alimentos (JUNIOR, s.d.).

Segundamente, porque certos componentes contêm temas cuja ligação com a questão ambiental não parece relevante tais como os indicadores sobre democracia, liberdades individuais, corrupção ou o acesso à Internet (pertencendo a parte “capacidade social e institucional” do índice).

Além desses problemas de conteúdo, numerosas críticas foram feitas sobre a metodologia da construção do sistema e o cálculo dos indicadores, diferentes autores evidenciaram erros nos dados usados (provenientes de estatísticas nacionais oficiais), problemas de redundância entre as variáveis, assim como dúvidas a respeito dos modelos de extrapolação mobilizados em caso de ausência de informação (SMITZ *et al.*, 2003; JAH & MURTHY, 2003).

Devido às críticas abundantes que foram feitas ao ESI, em 2006, as mesmas universidades criaram o Environmental Performance Index (Índice de Desempenho Ambiental) para substituí-lo. O EPI focaliza somente nas variáveis ambientais e foi construído numa perspectiva diferente, visto que cada país é avaliado em função de metas específicas e não em função da distribuição. O EPI é atualizado, a cada dois anos, com ampla difusão na Internet e uma total transparência na metodologia de cálculo. Duas versões do índice são disponíveis, uma atual é outra que relata a tendência desde 2006, o que permite identificar as nações que se esforçam mais para alcançar a sustentabilidade ambiental. O Brasil está em 30º do EPI anual de 2012 e faz parte do grupo dos países que alcançaram um melhoramento modesto entre 2006 e 2012. Visto que o topo do quadro do EPI anual é ocupado por países europeus (França no 6º lugar), se poderia pensar que esse índice sofre do mesmo viés do que o ESI. Se algumas variáveis mobilizadas continuam favorecendo países desenvolvidos (mortalidade infantil, acesso à água e saneamento), contudo, a sua

proporção é menor do que no ESI. Afinal, mesmo se a mortalidade infantil possui um peso de 15% no total do EPI, este é contrabalançado por indicadores sobre a proteção da biodiversidade e dos habitats (17,5%) e as mudanças climáticas (17,5%). O EPI mostra claramente que boa parte das degradações ambientais ocorre, sob a influência de dinâmicas internas e externas, nos países desenvolvidos (JUNIOR, s.d.).

Na sequência, foi feita uma revisão sobre os Indicadores da Pegada Ecológica, com uma introdução, histórico e conceitos, a utilização do mesmo no Brasil e no mundo, suas vantagens e desvantagens e a justificativa da escolha do mesmo para tema central desse estudo.

2.3.2 Pegada Ecológica:

2.3.2.1 Introdução

Como já observado na introdução desse estudo, através de dados estatísticos de diversos organismos, a demanda humana sobre os recursos naturais continua a aumentar, e já se pode comprovar indícios de que essa demanda está superando a capacidade de resiliência¹¹ e de absorção da Biosfera. Por este motivo, a produtividade de capital natural pode tornar-se cada vez mais um fator limitante para o consumo humano. Portanto, métricas para rastreamento da demanda humana, e disponibilidade de capacidade de absorção regenerativa de resíduos na biosfera são necessários para monitorar as condições mínimas de sustentabilidade (EWING *et al.*,2010).

A análise da Pegada Ecológica é um quadro contabilístico relevante para esta questão de pesquisa, que mede a apropriação humana do ecossistema por produtos e serviços em termos de quantidade de área de terra e mar bioprodutiva necessária para fornecer estes produtos e serviços. (EWING *et al.*,2010).

¹¹ Resiliência: Na ecologia, refere-se à capacidade de um sistema estabelecer seu equilíbrio após este ter sido abalado por algum fator externo (por exemplo, uma queimada). A resiliência está relacionada à capacidade de recuperação de um sistema (CARBONARI; PEREIRA; SILVA, 2011, pág.69).

2.3.2.2 Histórico e conceitos

O conceito e a metodologia conhecidos como “Pegada Ecológica” (PE) foram criados no início dos anos 1990 por intermédio do trabalho pioneiro de Willian Rees e seu aluno de doutorado, à época, Mathis Wackernagel que procuravam formas de medir a dimensão crescente das marcas que deixamos no planeta (WACKERNAGEL & REES, 1996).

A publicação dos autores do livro “*Our Ecological Footprint*”, em 1996, marca o início do esforço em utilizar essa metodologia como uma ferramenta prática para comunicar, mensurar e apontar a direção para uma sociedade sustentável.

A pegada ecológica é uma ferramenta de medição de desenvolvimento sustentável simples e de fácil entendimento, e consiste no cálculo da área necessária para garantir a sobrevivência de uma determinada população ou sistema econômico indefinidamente: fornecendo energia e recursos naturais e assegurando capacidade de absorver os resíduos ou dejetos produzidos por tal sistema (RIBEIRO; PEIXOTO; XAVIER, 2007, pág.3).

O método segue a teoria de sistemas, pois realiza a contabilização das entradas e saídas dos fluxos de matéria e energia de um dado sistema econômico, convertendo tais fluxos em área correspondente de terra ou água existentes na natureza, para sustentar esse sistema (WACKERNAGEL & REES, 1996 apud BELLEN, 2006).

A pegada ecológica foi criada para nos ajudar a perceber o quanto de recursos da natureza utilizamos para sustentar nosso estilo de vida, o que inclui a cidade e a casa onde moramos, os móveis que temos, as roupas que usamos, o transporte que utilizamos, aquilo que comemos, o que fazemos nas horas de lazer, os produtos que compramos e assim por diante (WWF – Brasil, 2012).

O principal objetivo do indicador é auxiliar a tomada de decisões e motivar a construção e/ou manutenção da consciência pública com relação aos problemas ambientais oriundos do uso excessivo de recursos naturais, o consumismo exagerado, a degradação ambiental e a grande quantidade de resíduos gerados, ressaltando a importância que cada nação se desenvolva de forma sustentável sem comprometer a demanda das gerações futuras. Além disso, o indicador possibilita que sejam estabelecidas comparações entre regiões e nações, uma vez que analisa

o consumo de recursos oriundos das atividades humanas frente à capacidade de suporte da natureza, mostrando assim se os impactos no ambiente global são sustentáveis em longo prazo (CIDIN; SILVA, 2004).

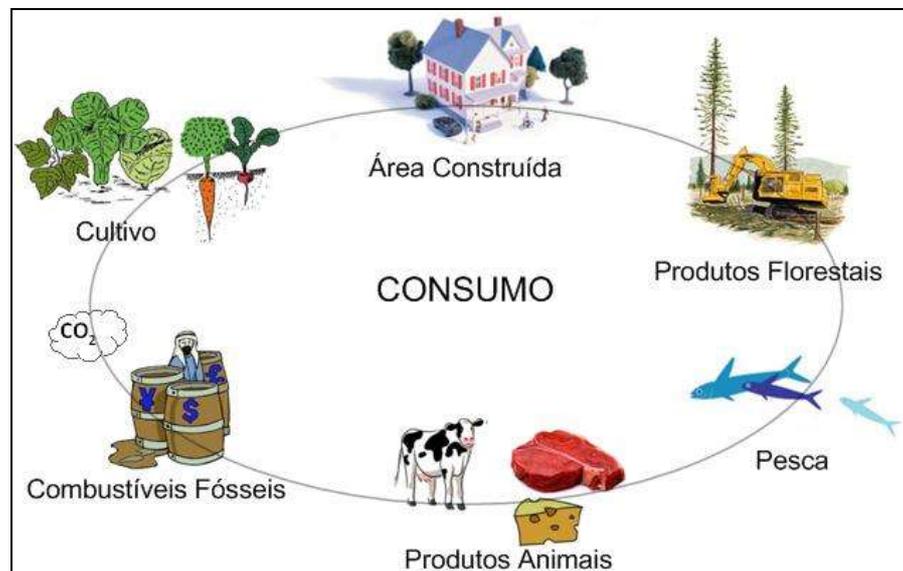
A metodologia da pegada ecológica é fundamentada no conceito de capacidade de carga, também chamado de Biocapacidade. A definição utilizada no presente método foi aquela apresentada nos estudos de Catton (1986 apud Bellen, 2007) na qual “a capacidade de carga se refere especificamente à carga máxima que pode ser, segura e persistentemente, imposta ao meio ambiente pela sociedade”.

Segundo tal conceituação, a carga é função não somente da população humana, mas também da distribuição *per capita* do consumo dessa população. Desta forma, a pressão efetuada sobre o meio ambiente cresce mais rápida proporcionalmente do que o crescimento populacional. Cabe destacar ainda, que os autores do método reconhecem que a carga imposta por cada população, varia em função de diversos fatores não apenas econômicos, como os abordados na pegada ecológica, mas também fatores culturais e de produtividade ecológica (RIBEIRO; PEIXOTO; XAVIER, 2007, pág.3).

O cálculo da Pegada Ecológica é dividido em duas partes: a oferta ecológica (biocapacidade) e o consumo da população (pegada) (PEREIRA, 2008, pág.44).

Na categoria de consumo (Fig.1), estão incluídos área construída, produtos florestais, pesca, produtos animais, combustíveis fósseis e a produção de cultivos. Essas categorias representam áreas em hectares que somadas resultam na pegada ecológica total (PEREIRA, 2008, pág.44).

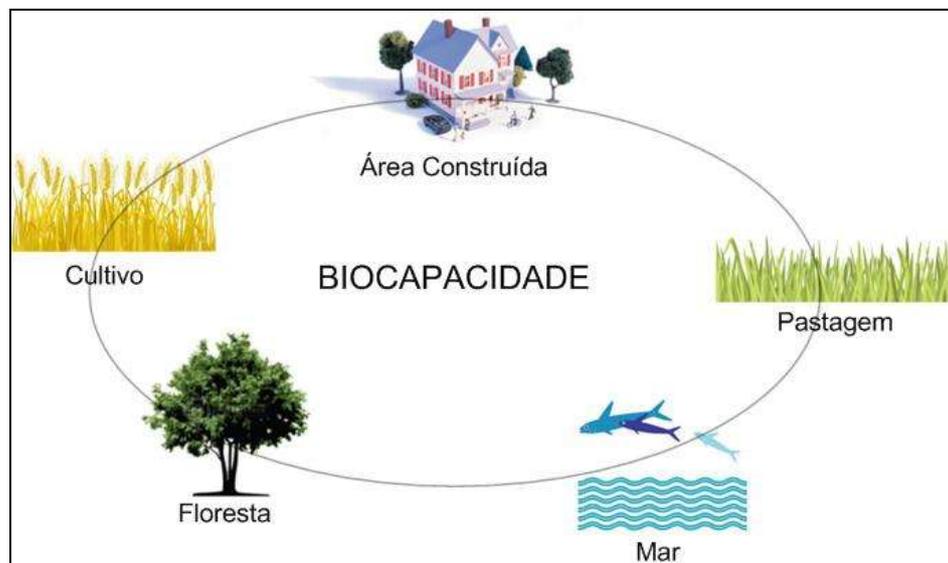
Figura 1 – Categorias de Consumo da Pegada Ecológica



Fonte: Adaptado de WWF.

Na categoria de oferta (Biocapacidade) (Fig.2), estão incluídas as áreas de cultivo, áreas de pastagem, área de pesca, áreas de floresta e áreas construídas (PEREIRA, 2008, pág.44).

Figura 2 – Categorias de Oferta da Pegada Ecológica



Fonte: Adaptado de WWF.

A Pegada Ecológica acompanha as demandas da humanidade sobre a biosfera, por meio da comparação dos recursos naturais renováveis que as pessoas estão consumindo, considerando a capacidade regenerativa da Terra, ou sua

Biocapacidade: a área da Terra efetivamente disponível para a produção dos recursos naturais renováveis e a absorção das emissões de Dióxido de Carbono (CO₂) (WWF – Brasil, 2012).

A quantidade de Biocapacidade disponível globalmente *per capita* é obtida mediante a divisão do total de hectares de área biologicamente produtiva pelo número total de pessoas na Terra.

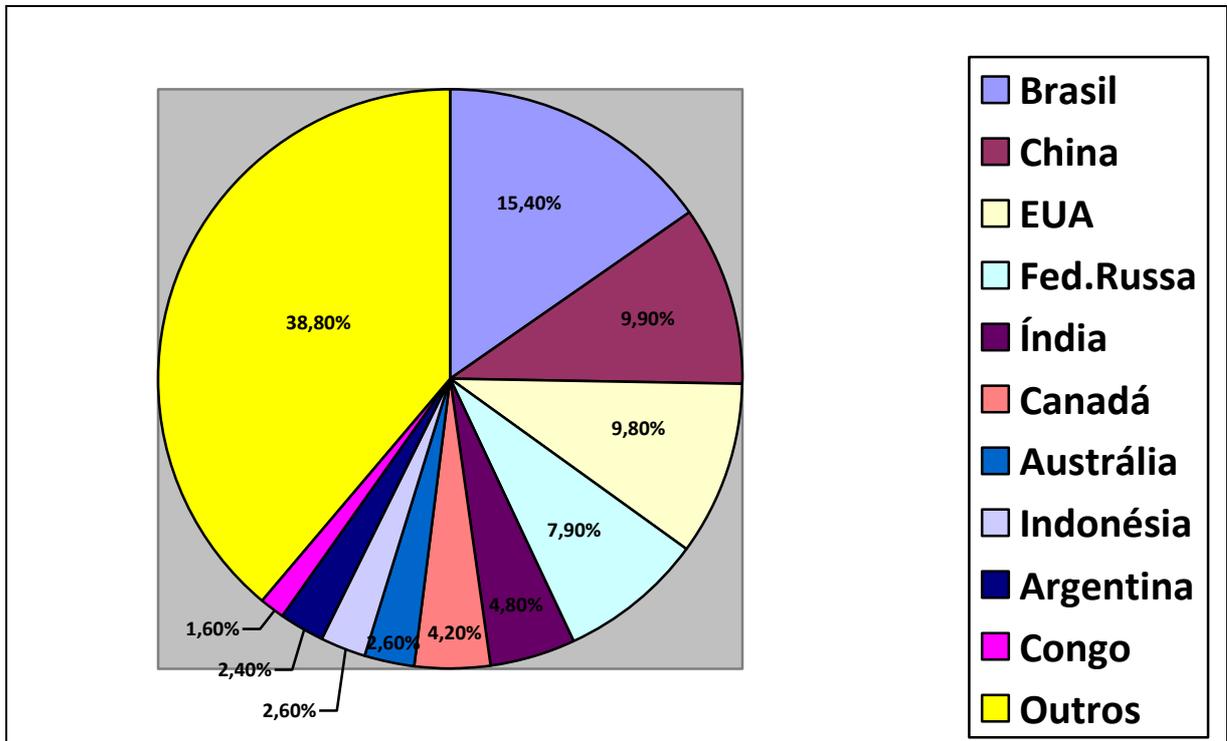
Segundo o Relatório Planeta Vivo 2012, em 2008, a Biocapacidade total da Terra foi de 12,0 bilhões de gha (hectares global – Um hectare global é um hectare normalizado de modo a obter uma padronização da produtividade média mundial em termos de água e terra biologicamente produtiva para um dado ano), o que equivale a 1,8 gha *per capita*, ao passo que a Pegada Ecológica da humanidade ficou em 18,2 bilhões de gha (2,7 gha per capita).

Quando as demandas humanas excedem os recursos, diminui o capital natural do qual dependem as gerações futuras e atuais. A essa situação se nomeia sobrecarga ou déficit ecológico mundial, também conhecido como *overshoot* (REDIFINING PROGRESS, 2004 apud AMARAL, 2010).

Na proposta deste indicador, para que determinada população, grupo ou indivíduo seja ambientalmente sustentável, a Pegada Ecológica tem de ser inferior à Biocapacidade do planeta ou região, utilizando a mesma escala (AMARAL, 2010).

De acordo com o Relatório Planeta Vivo 2012, em 2008, mais de 60% da Biocapacidade total da Terra está presente em 10 países, que inclui 5 dos 6 países do BRIICS: Brasil, Rússia, Índia, Indonésia, China e África do Sul. O Brasil tem a maior Biocapacidade (15,4%), seguido da China (9,9%), Estados Unidos da América (9,8%), Federação Russa (7,9%), Índia (4,8%), Canadá (4,2%), Austrália (2,6%), Indonésia (2,6%), Argentina (2,4%) e República Democrática do Congo (1,6%) (Fig.3).

Figura 3 – Biocapacidade Total da Terra



Fonte: Relatório Planeta Vivo 2012.

Segundo a WWF, no ano de 2013, em 20 de Agosto de 2013 o consumo humano excedeu o orçamento do planeta previsto para todo o ano de 2013.

O Earth Overshoot Day, em português Dia da Sobrecarga da Terra, é o marco anual de quando a demanda da humanidade sobre a natureza ultrapassa a capacidade de renovação possível para o ano. A data foi criada pela Global Footprint Network – GFN (Rede Global da Pegada Ecológica), instituição internacional parceira da rede WWF, que gera conhecimento sobre sustentabilidade e tem escritórios na Califórnia (EUA), Europa e Japão.

Hoje, mais de 80% da população mundial vive em países que utilizam mais do que seus próprios ecossistemas conseguem renovar. Esses países “devedores ecológicos” esgotam seus próprios recursos ecológicos ou os obtêm de outros lugares.

Os devedores ecológicos utilizam mais do que possuem dentro de suas próprias fronteiras. Os moradores do Japão consomem os recursos ecológicos equivalentes a 7,1 Japões. Seriam necessárias três Itálias para prover a Itália. O Egito utiliza os recursos ecológicos de 2,4 Egíptos (Fig.4).

Nem todos os países demandam mais do que seus ecossistemas são capazes de prover. Mas até mesmo as reservas de tais “credores ecológicos”, como o Brasil, diminuem com o tempo. Não podemos mais manter essa discrepância orçamentária que aumenta entre o que a natureza é capaz de prover e as demandas de nossa infraestrutura, economia e estilo de vida.

Figura 4: Devedores Ecológicos.



Fonte: Global Footprint Network, 2012.

2.3.2.3 Utilização no Brasil e no Mundo:

O crescente uso da Pegada Ecológica como instrumento de análise, atesta seu valor como método comparativo de fácil comunicação aplicável em diferentes escalas: individual, regional, nacional e mundial. A medida da pegada de uma cidade, por exemplo, quantifica o território circundante que cada habitante desta cidade necessita para sobreviver. Esta análise considera que o ambiente da cidade não é só o seu entorno regional imediato, mas todo o ecossistema planetário global (MARTINEZ-ALIER,1999).

Segundo a WWF, A Pegada Ecológica Brasileira é de 2,9 hectares globais por habitante, indicando que o consumo médio de recursos ecológicos do brasileiro é bem próximo da média mundial, por habitante, equivalente a 2,7 hectares globais. Isso significa que se todas as pessoas do planeta consumissem como o Brasileiro, seria necessário 1,6 planeta para sustentar esse estilo de vida. A média mundial é de 1,5 planeta. Ou seja, estamos consumindo 50% além da capacidade anual do planeta.

O WWF-Brasil aplica a Pegada Ecológica, buscando mobilizar e incentivar as pessoas a repensar hábitos de consumo e a adotar práticas mais sustentáveis. Além de utilizá-la como uma ferramenta de mobilização e de conscientização. Em 2009, foi iniciado um trabalho pioneiro no Brasil, com a realização dos cálculos da Pegada Ecológica de Campo Grande (MS) e de São Paulo (Estado e capital).

O estudo da capital sul-mato-grossense revelou uma Pegada Ecológica de 3,14 hectares globais, o equivalente a 1,7 planeta. No estado de São Paulo, a Pegada Ecológica média foi de 3,52 hectares globais por pessoa (equivalente a dois planetas) e na capital, de 4,38 (2,5 planetas). Em São Paulo, o cálculo foi feito com base nas classes de rendimento familiar e mostrou uma grande diferença. Para os de renda mais alta, ela chegou a 4 planetas(WWF – Brasil, 2012).

Apesar de receber algumas críticas como indicador para medir a sustentabilidade, a Pegada Ecológica é utilizada por pesquisadores e ambientalistas em vários relatórios de grupos ambientais como WWF – World Wildlife Fund, Greenpeace, Redefining Progress, etc. e faz parte da agenda de vários governos nacionais como os do Canadá, Inglaterra, Bélgica, Japão, País de Gales e Alemanha (PEREIRA, 2008).

A Suíça é o primeiro país a utilizar de forma oficial a Pegada Ecológica como indicador de sustentabilidade (PEREIRA, 2008).

2.3.2.4 Vantagens e desvantagens

Como vantagem, ao expressar em Hectares Globais (gha), permite comparar diferentes padrões de consumo e verificar se estão dentro da capacidade ecológica do planeta. Um hectare global significa um hectare de produtividade média mundial para terras e águas produtivas em um ano. Já a Biocapacidade, representa a capacidade dos ecossistemas em produzir recursos úteis e absorver os resíduos gerados pelo ser humano (WWF – Brasil, 2012).

A pegada ecológica é o indicador mais conhecido quando se fala em medir os impactos da ação humana sobre o meio ambiente. Mas ela não está sozinha e, juntamente com a pegada de carbono e pegada hídrica¹², forma o que chamamos de família de pegadas. Os três indicadores desta família são complementares e permitem analisar os múltiplos aspectos das consequências das atividades humanas sobre o capital natural (WWF – Brasil, 2012).

Para Wackernagel & Rees (1996), apesar das limitações, a virtude do método reside em sua simplicidade e síntese, que permite sua compreensão e aplicação. Sobretudo devido à mensagem simples e facilmente perceptível que o indicador Pegada Ecológica transmite, esta tem um potencial muito elevado ao nível da sensibilização e educação ambiental.

Além disso, a Pegada Ecológica proporciona algumas características que podem ser muito úteis para os tomadores de decisão, porque é um indicador que contém os atributos de ser:

a) Geral: inclui uma ampla variedade de impactos humanos e uso de recursos naturais, conectando várias questões ou temas de sustentabilidade;

b) Confiável: são utilizados dados oficiais, podendo ser utilizado como instrumento revelador de tendências e para avaliação de riscos;

¹² Pegada de Carbono e Pegada Hídrica: A pegada de carbono mede os impactos da humanidade sobre a Biosfera, quantificando os efeitos da utilização de recursos sobre o clima e a pegada hídrica mede os impactos que as atividades humanas causam na hidrosfera, monitorando os fluxos de água reais e ocultos (WWF).

c) Conciso e detalhado: mensagem final clara e objetiva, apresentando os resultados em um número simples, com a possibilidade de dividir o resultado total entre seus componentes. Além de ser um número facilmente desmembrado nos dados que o compõe;

d) Conservador: exclui os dados especulativos e incertos com a finalidade de não exagerar na situação ecológica presente;

e) Flexível: permite analisar pegadas em nível individual até mundial, para aplicações econômicas, políticas e sociais. Além disso, permite a construção de cenários, avaliando o que poderia acontecer se determinadas ações fossem tomadas;

f) Compreensível: resultados de fácil comunicação auxiliando na tomada de decisão e na formulação de políticas públicas para o planejamento local;

g) Educador: instrumento excelente para a educação ambiental, já que fornece dados para a discussão e multiplicação da informação sobre os limites atuais e possíveis atuações frente a esse cenário (WACKERNAGEL & REES, 1996; VAN BELLEN, 2005; GOSSLING *et al.*, 2002 apud ANDRADE, 2006).

Segundo Wackernagel & Rees (1996), a análise da Pegada Ecológica pode ser aplicada em várias escalas, organizacional, individual, familiar, regional, nacional e mundial.

O principal exemplo no uso da ferramenta é a comparação das Pegadas Ecológicas de diferentes países. Há alguns anos as organizações não governamentais Global Footprint Network e WWF em conjunto com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) apresentaram um relatório denominado Living Planet Report (Relatório Planeta Vivo), que revelam o Saldo Ecológico de mais de cem países, acompanhando as tendências de aumento ou decréscimo na demanda por recursos naturais. A publicação do relatório Living Planet Report 2010 mostra os resultados de Pegada Ecológica mundial e de mais de 140 países no ano de 2007, além de estatísticas (AMARAL, 2010, pág.31).

Já Cidin & Silva (2004) atestam o mérito analítico da pegada ecológica e seu valor de comunicação e ensinamento da sustentabilidade, em razão de sua crescente aplicação. Ainda, com base em um estudo feito pelo *Greater London Authority (GLA)*, em Londres, para verificar a pegada ecológica da cidade (GLA, 2003), é possível identificar algumas das contribuições e avanços do método:

a) Boa ferramenta de visualização do uso da terra;

- b) Reconhece que existem limites biofísicos;
- c) Torna visíveis os desequilíbrios nas trocas ecológicas;
- d) Pode ser uma boa ferramenta para traçar cenários quanto ao uso de recursos e capacidade de carga, assim como consumo.

Rees (2000) apresenta o que ele considerou as maiores contribuições do método: reconecta os seres humanos à terra dentro de uma abordagem sistêmica; resgata a essência do pensamento de Odum (as cidades grandes crescem sem perceber que são parasitas das áreas rurais, fornecedoras de alimentos e serviços ambientais); ajuda a cristalizar a importância do capital natural para o desenvolvimento econômico; (d) reconhece a importância da 2.^a lei da termodinâmica aplicada à economia por *Georgescu-Roegen*.

Van Bellen (2002) afirma que uma das maiores vantagens da pegada ecológica é sua adequação às leis da física, principalmente à lei de balanço de massa, o que pode ser entendido com uma visão interdisciplinar dos problemas ambientais. O mesmo autor também coloca que a pegada ecológica é o indicador que apresenta maior campo de aplicação no mundo até o momento, em virtude de sua aplicação ser viável em várias esferas: global, continental, nacional, regional, local, organizacional e individual.

Quanto às desvantagens, a pegada ecológica é um índice de sustentabilidade relativamente novo e sua metodologia de cálculo e de coleta das variáveis podem sofrer melhorias com o passar dos tempos e avanço dos estudos em áreas como a proposta neste trabalho, que são as relacionadas às indústrias do PIM.

Algumas críticas são feitas em relação a esta metodologia.

Em sua abordagem espaço-tempo, Santos (2006) aponta que a técnica, que é a principal forma de relação entre o homem e o meio, se materializa no espaço e no tempo, não cabendo a visão estática das duas dimensões analisadas separadamente. O autor propôs empirizar o tempo, de modo a torná-lo material, para assimilá-lo ao espaço que não existe sem materialidade. Dentro deste referencial, e considerando o método da pegada ecológica como uma técnica, observa-se que tal sistema se mostra dinâmico, permitindo extrapolações no tempo.

O método não integra diretamente a questão social e econômica, visando somente os aspectos ecológicos. E, mesmo nos aspectos ecológicos, não são

contabilizados alguns impactos como a contaminação do solo, da água e do ar, erosão, perda da biodiversidade e impacto na paisagem (PON, 2007).

Os dados (Variáveis) utilizados nos cálculos são provenientes de estatísticas oficiais, organizações não-governamentais, agências das Nações Unidas e Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas e de outras fontes. Para coleta destes dados pode ser usado o método direto (dados secundários) e indireto (através de questionários para levantamento dos consumos). Existe uma grande dificuldade para ter acesso a esses dados de consumo e aos métodos usados por pesquisadores que já lançaram resultados do índice pegada ecológica pelo mundo. Segundo Hardi e Barg (1997) apud Van Bellen (2005), a realização do cálculo da pegada ecológica não é de fácil entendimento, pois demanda uma série de dados de consumo e produtividade, além de requerer cálculos para padronização dos resultados.

Lenzen & Murray (2001) mostram limitações graves para o processo decisório tendo em vista a sustentabilidade quando apontam que países com um crédito no cálculo convencional da pegada ecológica – tais como Brasil, Indonésia, Austrália e Malásia – que apresentam altas taxas de desmatamento, mas que possuem uma grande população, acabam tendo suas realidades ocultadas e isso não contribui em nada para a formulação de políticas públicas em prol do desenvolvimento sustentável.

Outro problema apontado pelos autores na metodologia da pegada ecológica é que qualquer delineamento de consumo requer juízo de valor, e isso pode levar a julgamentos errôneos em relação à apropriação da riqueza (GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2006b). Um exemplo disso é o caso da Rússia, que tem a pegada ecológica maior que a Suíça ou a Áustria, mas esse cálculo não apresenta as causas dessa diferença. Uma avaliação mais criteriosa deveria considerar os fatores impactantes, a natureza e causa dos problemas, bem como as restrições políticas, econômicas e climáticas.

Segundo Veiga (2010), “não faltam incoerências na metodologia da pegada. Por exemplo: a biocapacidade de uma área cultivada é aferida pelo rendimento observado, quando deveria ser aferida pelo rendimento que permitiria manter constante a fertilidade desse solo no futuro, isto é, seu rendimento sustentável.”

Segundo Junior (s.d), a metodologia de cálculo não é transparente, visto que não se tem acesso aos detalhes dos cálculos. Existem diversas aproximações, como

por exemplo, o consumo de energia nuclear é convertido em consumo de energia térmica visto que não existem áreas bioprodutivas para absorver os resíduos nucleares.

E por fim, a Pegada Ecológica defende uma visão geográfica que não é imediatamente intuitiva. No caso da exportação, a pegada deste vai para o país importador, o que é coerente com o objetivo inicial de responsabilizar os consumidores. Mas não corresponde à realidade pois as possíveis degradações ambientais inerentes ao processo de fabricação, ocorrem na realidade no país exportador, o que a metodologia desenvolvida não toma em conta (JUNIOR, s.d).

Atualmente, existem inúmeros trabalhos acadêmicos ou técnicos mas com grandes dificuldades de adaptação do conceito e de transparência dos cálculos para a escala ou objeto do estudo. Existe uma simplificação da metodologia de cálculo devido a grande quantidade de dados necessária na metodologia atual. E não encontramos nestes trabalhos a questão das importações e exportações como mencionado no parágrafo acima, e nem a questão da procedência de todos os produtos consumidos no local do estudo.

Segundo Junior (s.d), seria igualmente necessário estabelecer cálculos diferenciados para levar em consideração a procedência desses produtos, visto que em função da origem geográfica a área bioprodutiva necessária para produzi-los pode variar. Por exemplo, uma área de pastagem no Norte do Brasil tem um rendimento em termo de produção de carne bovina diferente de pastos mato-grossenses ou sulistas. As aproximações serão igualmente numerosas do lado dos fatores de equivalência (fator que permite converter uma área de pastagem ou de floresta em área bioprodutiva) e dos fatores de rendimento (ajustes em função da fertilidade da terra, das técnicas de produção), visto que o *Footprint Network* disponibiliza esses dados somente em nível nacional. Para quem trabalha em nível infranacional e quer adequar a pegada ecológica às realidades locais, o uso desses dados nacionais não pode ser considerado satisfatório.

De modo geral, dentre as diversas possibilidades de indicadores encontrados na literatura, a Pegada Ecológica apresenta-se como um indicador de sustentabilidade mais voltado para a dimensão ambiental do desenvolvimento sustentável (AMARAL, 2010, pág.24).

As questões Sociais e Econômicas também são abordadas, através da Pegada Ecológica, pois nos cálculos dos indicadores são necessários dados de consumo e econômicos que são influenciados pelas classes sociais.

Esse estudo visa aproximar um método de cálculo dos indicadores da Pegada Ecológica para aplicabilidade no PIM, onde inexistem a aplicação de Indicadores de Sustentabilidade para mensurar o estado atual. Existem algumas tentativas de adaptação da metodologia de cálculo para escalas locais, mas não existe transparência nos cálculos e nos dados. Logo esse trabalho trará uma contribuição inicial neste processo de mensuração da sustentabilidade das empresas instaladas no PIM.

A Pegada Ecológica foi escolhida por ser uma ferramenta de ótima utilização para sensibilização e educação ambiental e, mesmo com limitações, ser adaptável para a escala do estudo em referência.

Embora os resultados sejam uma estimativa e o índice “pegada ecológica” tenha naturalmente limitações, o resultado pode ser muito importante para a viabilização de um consumo, que seja socioambientalmente responsável.

Isso em decorrência de um consumo reflexivo, que busque seu sentido como ação cultural e transformadora do mundo.

Na sequência é mostrado a metodologia de cálculo dos indicadores da Pegada Ecológica.

2.4 METODOLOGIA DE CÁLCULO

Para calcular as pegadas é preciso estudar os vários tipos de territórios produtivos (agrícola, pastagens, oceanos, florestas, áreas construídas) e as diversas formas de consumo (alimentação, habitação, energia, bens e serviços, transporte e outros). As tecnologias usadas, os tamanhos das populações e outros dados, também entram na conta (WWF – Brasil, 2012).

Cada tipo de consumo é convertido, por meio de tabelas específicas, em uma área medida em hectares. Além disso, é preciso incluir as áreas usadas para receber os detritos e resíduos gerados e reservar uma quantidade de terra e água para a própria natureza, ou seja, para os animais, as plantas e os ecossistemas onde vivem, garantindo a manutenção da biodiversidade (WWF – Brasil, 2012).

Os componentes da pegada ecológica são: carbono, áreas de cultivo, pastagens, florestas, áreas construídas e estoques pesqueiros (WWF – Brasil, 2012).

Para calcular a área necessária de cada um dos componentes citados, deve-se definir quais itens de consumo serão considerados no estudo. Deve ser escolhido aqueles com maior demanda e aqueles que possuem disponibilidade de dados suficiente para a realização dos cálculos (AMARAL, 2010).

Wackernagel & Rees (1996) sugerem que sejam utilizados os principais itens de consumo do sistema estudado, ou seja, aqueles itens que formam a maior pressão sobre os recursos naturais. Os autores agruparam os itens de consumo dentro de cinco principais categorias, a saber:

- 1) Alimentação: vegetais e carnes (de boi, aves, peixes).
 - Inclui a criação de animais, a captura de peixes e as diversas culturas vegetais. Também contabiliza a energia necessária para processar e transportar esses alimentos ou produtos.
- 2) Habitação: área construída (casa, apartamentos).
 - Relaciona-se ao número de pessoas que consomem energia em uma dada residência. Assim, aumentar o tamanho de uma casa significa dividir o consumo de energia dessa casa por um número maior de pessoas, reduzindo sua pegada. Isso não quer dizer que o aumento de população se constitui em estratégia efetiva para reduzir o consumo de energia. Pelo contrário, o aumento populacional é tido como um dos fatores de aumento da pegada ecológica.
- 3) Transporte: público ou privado.
 - Vai desde deslocamentos a pé e de bicicleta até o uso de trens e aviões. No cálculo da pegada do transporte entram também o espaço para a implantação de infraestrutura rodoviária, energia e recursos para a construção da base estrutural, fabricação e operação de veículos.
- 4) Bens de consumo: papel, máquinas, roupas, entre outros.
 - São exemplos de bens contabilizados pela pegada ecológica, ferramentas, vestimentas, eletroeletrônicos, equipamentos esportivos e de comunicação, brinquedos, eletrodomésticos e produtos de limpeza.
- 5) Serviços: bancos, hospedagens, restaurantes, aeroportos, entre outros.

- Os serviços que entram no cálculo referem-se à distribuição de água e esgoto, coleta de lixo, telecomunicações, educação, assistência médica, atendimento financeiro, lazer e recreação, turismo, forças armadas, entre outros serviços governamentais.

Segundo Pereira *et al.* (2009, pág.135), todos os cálculos realizados para estimativa da pegada ecológica são baseados nos seguintes pressupostos:

I. É possível monitorar a maior parte dos recursos consumidos e desperdiçados pela população, e esse conjunto de dados e informações pode ser encontrado nas estatísticas oficiais existentes;

II. A maior parte do fluxo desses recursos e rejeitos pode ser convertida em termos de área biologicamente produtiva necessária para manter esses fluxos;

III. Essas diferentes áreas podem ser expressas na mesma (hectares ou acres), uma vez que cada unidade de área pode ser transformada para uma área equivalente da produtividade média global de terra;

IV. Como um hectare global representa um único uso possível da terra e todos os hectares globais em um dado ano representam a mesma quantidade de bioprodutividade, eles podem ser adicionados para a obtenção de um indicador agregado da pegada ecológica ou biocapacidade;

V. A demanda humana, expressada como a pegada ecológica, pode ser então comparada diretamente com a oferta da natureza, biocapacidade, pois ambas podem ser expressas em hectares globais;

VI. A área demandada pela humanidade sobre a natureza, ou área ofertada, pode exceder a oferta da biosfera, ou capacidade regenerativa, resultando num déficit ecológico global. A partir desse ponto, o crescimento material só pode ser adquirido à custa da depleção do capital natural e da diminuição dos serviços para a manutenção da vida. Essa situação, onde a pegada ecológica excede a biocapacidade disponível, é conhecida como *overshoot*.

A finalidade de se utilizar os hectares globais na pegada ecológica em geral (sem importar a versão da metodologia) é permitir a comparação das duas partes que compõem o cálculo da pegada ecológica, a Pegada e a Biocapacidade, dos diferentes países, diferentes regiões, etc., os quais têm qualidades e características diferentes de áreas para cultivos, pastagem, florestas e zonas de pesca. O método utiliza dois fatores para converter cada uma das áreas biologicamente produtivas dos

países, de hectares (ha) a hectares globais (gha): o fator de equivalência e o fator de rendimento (PEREIRA, 2008, pág.37). Estes dois fatores são comentados quando utilizados nos cálculos.

Segundo Wackernagel & Rees (1996, p.65), estimar a área da pegada ecológica de uma população é um processo que se desenvolve em vários estágios:

1° - Calcular a média anual de consumo pessoal de itens particulares de dados agregados nacionais ou regionais, dividindo o consumo pelo tamanho da população (Quadro 1);

2° - Determinar, ou estimar, as áreas de terras apropriadas per capita para a produção de cada um dos principais itens de consumo, dividindo-se o consumo médio anual *per capita* (Kg/per capita) pela produtividade média anual (Kg/ha) ou rendimento da área em estudo;

$$AA = C_i / P_i$$

, onde:

AA é a estimativa da quantidade de área de terra apropriada per capita (ha/per capita);

C_i é a estimativa da média anual de consumo *per capita* (Kg/ per capita) e;

P_i é a estimativa da produtividade ou rendimento médio anual do item (Kg/ha).

3° - Calcular a área da pegada ecológica média anual por pessoa, que é a soma das áreas de ecossistema apropriadas por item de consumo de bens ou serviços;

4° - Finalmente, a área total da pegada ecológica apropriada de uma população num espaço é obtida pela multiplicação da área da pegada ecológica média anual por pessoa apropriada pelo tamanho da população estudada.

Conforme o Relatório Planeta Vivo (WWF, 2010) esta área é expressa em hectares globais (hectares com produtividade biológica na média mundial). Os cálculos da Pegada usam fatores de rendimento para normalizar a produtividade biológica de cada país para médias globais (ex: comparar toneladas de trigo por hectare no Reino Unido versus por hectare médio global) e fatores de equivalência para ter em conta as diferenças entre a produtividade média entre diferentes tipos de terrenos (ex: produtividade florestal média mundial versus produtividade agrícola média mundial).

Segundo Global Footprint Network (2010), fatores de equivalência traduzem um tipo de uso específico da terra (lavoura, floresta, pastagem, área de pesca e área construída) em uma unidade universal de área biologicamente produtiva, um hectare global. Em 2007, conforme Figura 5, a lavoura teve um fator de equivalência de 2,51, indicando que a média mundial de produtividade das terras cultivadas foi mais que o dobro da média de produtividade de toda a terra combinados. Neste mesmo ano, terras de pastagem tiveram um fator de equivalência de 0,46, mostrando que a pastagem teve, em média, metade de produtividade do hectare bioprodutivo mundial. O fator de equivalência para áreas edificadas é definido igual ao de terra cultiváveis.

Coeficientes de Equivalência são calculados todos os anos, e são idênticos para todos os países num determinado ano. Neste trabalho, utiliza-se como referência os valores usando os índices adequados do modelo de Zonas Agroecológicas Mundiais combinadas com dados sobre as áreas das terras cultiváveis, florestas e área de pastagens da FAOSTAT (FAO and IIASA Global Agro-Ecological Zones 2000 FAO Resource STATStatistical Database 2007).

Figura 5 – Fatores de Equivalência

TIPO	Fator de Equivalência Hectares Global por Hectare
Agricultura (Lavoura)	2,51
Florestas	1,26
Pastagens	0,46
Marinha e Fluvial (Área de Pesca)	0,37
Área Construída (Edificada)	2,51

Fonte: FAO Resource STATStatistical Database 2007

A média anual de consumo de cada nação é calculada pela soma do produto interno bruto, importações e exportações, conforme Figura 6.

Figura 6 - Cálculo da Média Anual de Consumo dos Países.

Consumo = PIB + (Importações - Exportações)

Nesse balanço, são computadas as categorias de consumo, que são traduzidas em área dividindo-se a quantidade total consumida em cada uma delas pela sua produtividade ecológica:

Consumo em hectares = quantidade total consumida/produtividade ecológica

No caso das emissões de gás carbônico, o total é dividido pela capacidade de assimilação das florestas existentes em cada país. Assim, para uma tonelada de carne bovina exportada, a quantidade de cereais e energia requerida para a produção dessa tonelada de carne bovina é traduzida em uma área bioprodutiva correspondente e então subtraída das exportações do país de origem. Esse mesmo resultado é somado nas importações do país de destino.

FONTE: ADAPTADO DE WACKERNAGEL *et al.* (2002).

A maior parte das estimativas utilizadas para o cálculo da pegada ecológica é baseada em médias de consumo nacionais e de produtividade de terras mundiais. Essa é uma padronização no procedimento para que se possa efetuar e facilitar os estudos de caso e comparações entre regiões e países (VAN BELLEN, 2006).

Analisando o diagrama sistêmico do Brasil, o país foi dividido basicamente em duas áreas principais: área natural e área antrópica (Fig. 7). Além disso, foram incluídas no diagrama a área referente aos outros países que mantêm relações de importação-exportação com o Brasil e os espaços mundiais não ocupados pelo homem.

Do lado esquerdo do diagrama encontra-se a área natural que inclui:

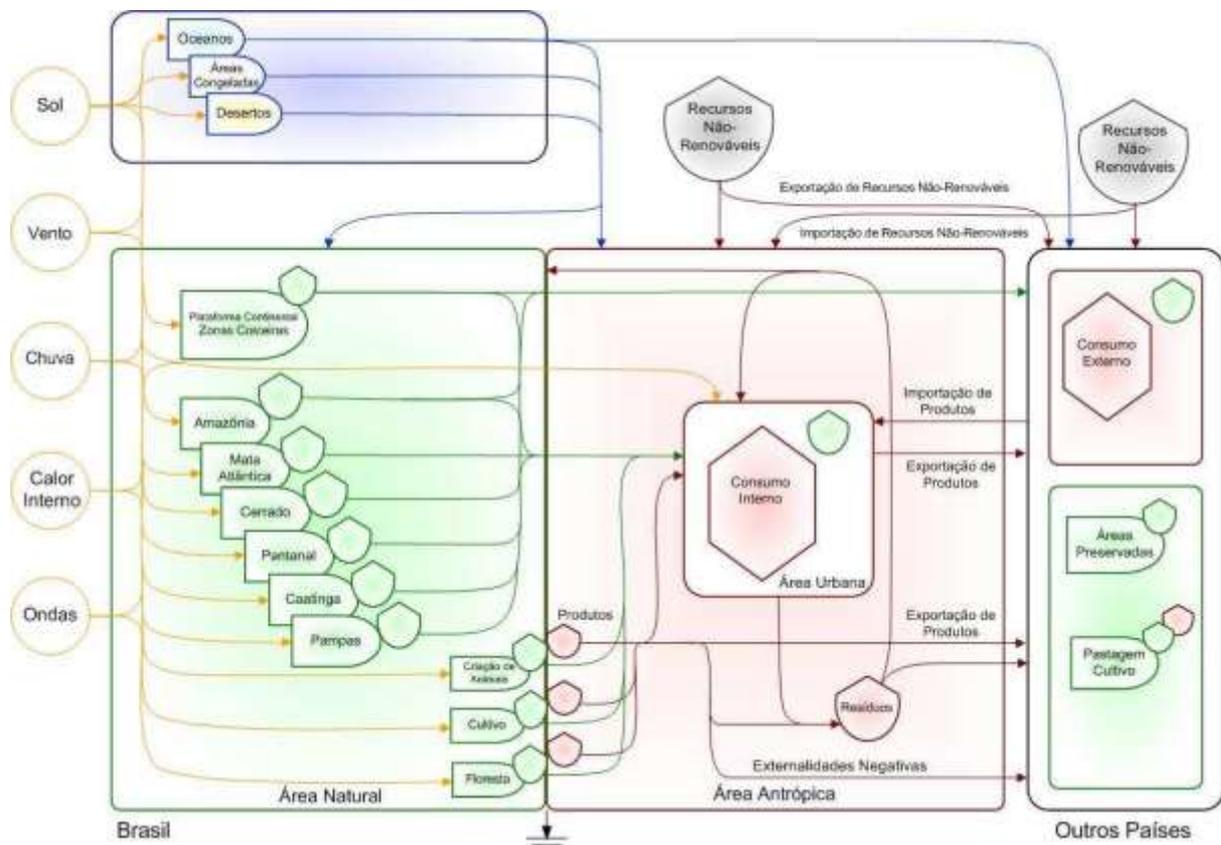
a) Ecossistemas naturais preservados:

Zonas costeiras, Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado, Pantanal, Semi-Árido, Pampas.

b) Atividade produtiva (cultivos, pastagens e floresta):

Soja, Cana-de-açúcar, Cereais e grãos, Feijão, Algodão, Vegetais, Eucalipto, Frutas, Pastagem.

Figura 7 – Diagrama Sistêmico do Brasil



FONTE: Pereira, 2008.

Apesar de não estarem incluídos na área natural do diagrama, outros dois tipos de espaço são considerados para as estimativas da Biocapacidade. Considera-se que neles há entradas renováveis e geração de serviços úteis ao homem e à natureza. Nas estimativas de Biocapacidade, levam-se em conta somente as fontes renováveis que entram nesses espaços:

- c) Área humana: Urbana
- d) Espaços não ocupados pelo homem: Áreas congeladas, Oceanos, Desertos.

Do lado esquerdo do diagrama sistêmico (Fig.7), estão representadas as fontes renováveis que ingressam no país. São esses fluxos de energia que serão utilizados como ponto de partida para as estimativas de Biocapacidade de cada um dos tipos de área considerados.

A área natural é, portanto, o espaço com produção de biomassa renovável e geração de serviços ecossistêmicos.

As linhas verdes do diagrama (Fig.7) representam os fluxos de energia renovável dentro do sistema, sejam eles produtos ou mesmo serviços ecossistêmicos¹³.

Na parte superior do diagrama aparece a zona dos espaços não ocupados pelas atividades humanas: oceanos, áreas congeladas e desertos. Essa área recebe fluxos renováveis de energia como sol, vento, chuva, calor interno da Terra e ondas. Apesar de reconhecermos a importância desses espaços para o funcionamento dos ecossistemas globais, ainda não há uma clara definição de como eles atuam e de que forma são fornecidos esses serviços ecossistêmicos.

Dentre os serviços ecossistêmicos fornecidos por essa área podemos destacar: manutenção de biodiversidade, regulação climática, reflexão da luz solar, assimilação de gases de efeito estufa, formação de massas de ar, etc.

Do lado direito do diagrama encontra-se a área antrópica (cor vermelha) que inclui:

a) Cultivos:

Soja, açúcar e álcool, cereais e grãos, feijão, algodão, frutas e vegetais.

b) Floresta:

Madeira.

c) Produtos animais:

Carne, leite, peixe.

d) Recursos energéticos:

Carvão, petróleo, gás natural, hidroeletricidade.

A área antrópica representa produção, consumo, importação e exportação de produtos e recursos não-renováveis. Os espaços referentes à criação de animais, ao cultivo, à floresta e à área urbana representam tanto produção renovável, como não-renovável.

As linhas vermelhas do diagrama (Fig.7) representam os fluxos de produtos e energia consumidos, importados e exportados pela economia brasileira. Apesar de estarem presentes no diagrama sistêmico, as externalidades negativas e os resíduos gerados não são considerados para as estimativas de Pegada.

¹³ Serviços ecossistêmicos: Serviços ambientais (ou serviços ecossistêmicos) são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas (WIKIPÉDIA, 2014).

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O método é a ordem que se deve impor aos diferentes processos necessários para atingir um fim dado ou um resultado desejado. Bervian & Cervo (1996) distinguem método como o dispositivo ordenado, o procedimento sistemático, em plano geral, e processo, como a aplicação do plano metodológico e a forma especial de o executar. Desta forma pode-se dizer que hierarquicamente o processo está subordinado ao método, sendo seu auxiliar imprescindível.

Segundo Marconi & Lakatos (2000, p.51), o método científico é a teoria da investigação, porque determina a forma (como) e os procedimentos (o caminho) para se chegar aos fins (objetivos) pré-determinados no projeto.

O método indutivo, que segundo Marconi & Lakatos (2000) parte de conhecimentos específicos do objeto à formação de teorias e leis. Oliveira (2004, p. 60) afirma que “o método indutivo possibilita o desenvolvimento de enunciados gerais sobre as observações acumuladas de casos específicos ou preposições que possam ter validades universais”. Neste estudo pretende-se avaliar a aplicabilidade do índice de sustentabilidade “Pegada Ecológica” em uma empresa do Pólo Industrial de Manaus (PIM) no ano de 2014.

Uma característica marcante do trabalho de Wackernagel & Rees (1996) é que os autores ilustram o atual padrão de produção e consumo e sua relação insustentável com os recursos naturais. Assim, uma das principais contribuições do método é o seu valor pedagógico e sua capacidade de gerar discussões sobre os limites ecológicos, seja no ambiente acadêmico, seja com o público em geral em razão da facilidade de entendimento de seu resultado.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa bibliográfica, que segundo Oliveira (2004) tem como finalidade conhecer as diferentes formas de contribuição científica que se realizaram sobre determinado assunto ou fenômeno, que neste trabalho é “qual a aplicabilidade do índice pegada ecológica como um indicador de sustentabilidade nas indústrias do PIM”. Na pesquisa bibliográfica, foi utilizado as bibliotecas através de livros de leitura

corrente, obras de referência, teses e dissertações, periódicos científicos, etc. ou base de dados; externos oficiais (fontes secundárias), por meio de levantamentos de campo em instituições privadas e não governamentais todas devidamente identificadas.

A pesquisa documental, que segundo Gil (2010) apresenta muitos pontos de semelhança com a pesquisa bibliográfica, posto que nas duas modalidades utilizam-se dados já existentes. Na pesquisa documental, foi utilizado dados externos oficiais (fontes secundárias), por meio de levantamentos de campo em instituições públicas, privadas e não governamentais todas devidamente identificadas e dados internos à indústria (fontes primárias).

Foi realizada uma pesquisa descritiva dentro de uma empresa do PIM, através da coleta de dados primários cedidos gentilmente pelo setor responsável por tais dados. Após coletados os dados, os mesmos foram analisados e interpretados para os cálculos dos Indicadores de Pegada Ecológica.

3.1.1 Universo Amostral

Este estudo abrange como universo de pesquisa uma indústria do Setor Eletroeletrônico do Polo Industrial de Manaus, a qual está descrita no termo de anuência de 29 de julho de 2013 (Anexo A), atendendo ao parecer consubstanciado do CEP de Nº 411.915 com data da relatoria de 25/09/2013 e de Nº 475.741 com data da relatoria de 27/11/2013.

Em complementação da anuência previamente obtida junto à Indústria obteve-se também a anuência da FIEAM (Federação das Indústrias do Estado do Amazonas) em 30 de Agosto de 2013. Dessa forma considerou-se este item devidamente atendido referente à Resolução Nº196 do Conselho Nacional de Saúde e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos / UFAM (Anexo C).

A empresa possui 190 colaboradores e 10.000m² ou 1 Hectare de área útil. Segundo a Lei 3.785 de 24 de julho de 2012 que dispõe sobre o Licenciamento Ambiental no Estado do Amazonas, esta empresa é classificada como de porte Médio.

O critério adotado para escolha dessa empresa, foi a facilidade de acesso aos dados necessários para o cálculo dos indicadores de pegada ecológica. Pela natureza da pesquisa, em função das normativas internas da empresa investigada, o número de sujeitos previstos para participar da pesquisa foi de 01 sujeito do sexo masculino com idade superior a 18 anos. Como sujeito da pesquisa foi selecionado o Supervisor de Recursos Humanos da Empresa, devido ser o profissional indicado pela Direção. Este tem acesso ao Banco de Dados indispensáveis para atender ao objeto da pesquisa, preenchendo e fornecendo os dados documentais de consumo interno geral, expressos no questionário de coleta de dados. Estes dados foram cedidos gentilmente pelo sujeito da pesquisa que é o Supervisor de Recursos Humanos, que tem acesso aos dados primários que foram preenchidos pelo mesmo no questionário utilizado na pesquisa.

Diante da dificuldade de acesso e a quantidade de dados necessários para o cálculo dos indicadores de pegada ecológica, o critério de escolha de apenas uma indústria, foi para priorizar a coleta da maior quantidade de variáveis possíveis para a realização dos cálculos e propor um índice de sustentabilidade, que possa ser utilizado em qualquer indústria do Polo Industrial de Manaus (PIM). Os critérios de inclusão e exclusão da pesquisa são os que seguem:

Critérios de Inclusão:

1) Ser um trabalhador do Setor de Recursos Humanos de uma empresa de porte médio do Polo Industrial de Manaus; 2) Ter acesso aos dados de consumo interno geral da empresa de interesse do estudo; 3) Aceitar participar do estudo.

Critérios de Exclusão:

1) Trabalhar em qualquer setor de uma empresa de porte médio do Polo Industrial de Manaus e não ter acesso aos dados de consumo interno geral de interesse do estudo; 2) Não aceitar participar do estudo.

Os benefícios alcançáveis desse estudo se efetuarão através da apresentação de uma condição atual de sustentabilidade de uma empresa de porte médio do Polo Industrial de Manaus à sociedade em geral e cientistas interessados no tema. O trabalho pretendeu medir uma condição atual de sustentabilidade através dos indicadores da pegada ecológica.

Isso poderá contribuir para formar um conjunto de ferramentas ou sistemas que sejam capazes de avaliar o grau de sustentabilidade da empresa, de modo a

possibilitar aos sujeitos da pesquisa e demais colaboradores da empresa, uma melhor qualidade de vida no trabalho e na sociedade.

No presente estudo foi utilizado em primeiro momento, uma pesquisa exploratória (LAKATOS & MARCONI, 2001), que têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito.

No segundo momento foi utilizado, uma pesquisa teórico-descritiva, pois pretende descrever um fenômeno ou situação mediante um estudo realizado em determinado espaço-tempo. A pesquisa pretende observar, registrar, mensurar e analisar o nível atual de sustentabilidade da indústria estudada.

Na pesquisa de campo foi utilizado como instrumento de coleta de dados, a aplicação de questionário para coleta dos dados necessários para os cálculos da pegada ecológica (Anexo D).

Foi realizado um pré-teste com os instrumentos de coleta de dados antes de sua versão final, com o objetivo dos ajustes necessários para facilitar a coleta.

Neste sentido, o método quantitativo está relacionado ao emprego da quantificação de variáveis, uso de fórmulas para o cálculo dos indicadores, de técnicas estatísticas, através de planilhas eletrônicas e gráficos na Planilha Excel, para garantir a precisão dos resultados.

Na primeira etapa para realização da coleta de dados foi utilizado a técnica documental conforme já explanado anteriormente.

Utilizou-se questionário apropriado para o registro dos dados primários segundo as categorias: 1) Tipos de territórios produtivos (categorias de terrenos): área útil, área verde, e espaço construído (estruturas industriais) e 2) Categorias de consumo agrupadas em sete principais subcategorias: Alimentação (carne de gado, carne de frango, peixe, arroz, feijão, farinha, tomate e cebola; Edificações (áreas edificadas da empresa); Transporte: Pessoal ou da empresa (oficial através das rotas); Geração de resíduos sólidos: papel, energia elétrica, água e emissão de efluentes líquidos.

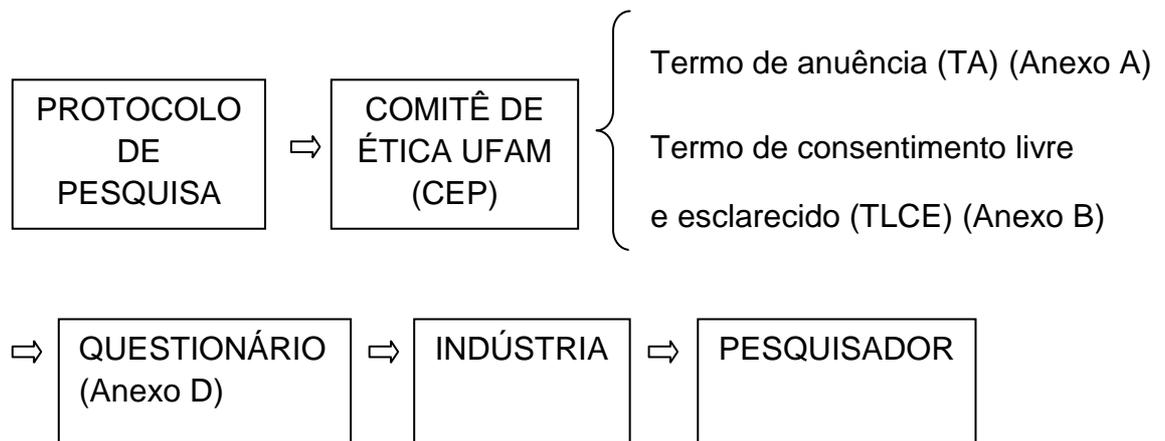
Houve grande dificuldade para a coleta dos dados primários para a finalização do estudo, assim como, as informações de procedência de alguns itens de consumo.

3.2 Delimitação da Pesquisa

3.2.1 Coleta de Dados

A coleta de dados segundo Dencker (2000) é a fase do método de pesquisa que tem por objetivo obter informações sobre a realidade. Conforme as informações necessárias, existem diversos instrumentos e formas de operá-los. No presente estudo, o questionário foi o instrumento de coleta dos dados utilizado, o mesmo é constituído de uma lista de indagações que, respondidas, deram ao pesquisador as informações necessárias.

Após definido o questionário (Anexo D), foi dada entrada no comitê de ética seguindo o esquema abaixo:



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dados coletados

Na análise dos dados comparou-se os resultados dos indicadores da pegada ecológica com padrões da pegada ecológica mundial e nacional. A média da Pegada Ecológica mundial é de 2,7 gha por pessoa e a Biocapacidade disponível para cada ser humano é de 1,8 gha. A média da Pegada Ecológica nacional é de 2,9 gha por pessoa e a Biocapacidade é de 9,63 gha por pessoa (WWF – Brasil). A pegada do Brasil calculada por Wackernagel *et al.* (1998) é de 3,1ha/pessoa.

Os parâmetros levantados para fins de cálculo da Pegada Ecológica na escala da empresa do setor eletroeletrônico, corresponderam à área efetiva definida em três categorias (útil, construída e verde); alimentação correspondendo a todas as categorias de alimentos consumidos na empresa; transporte em suas duas modalidades; consumo mensal de energia, água e papel e, finalmente a emissão de efluentes líquidos.

Os parâmetros acima foram escolhidos para facilitar a coleta de dados estatísticos sobre o consumo humano.

No Quadro 1 estão sintetizados as principais informações obtidas junto à empresa do PIM, cujos dados serão utilizados na memória de cálculo da respectiva pegada ecológica.

Quadro 1 – Dados coletados de consumo e território da empresa do setor eletroeletrônico do PIM em Manaus, AM_2013.

Dados			Pegada Ecológica (PE)
Área (m ²)	Construída	4.600	0,00242 ha ou 0,00607 Gha
	Verde	5.400	- 0,00284 ha ou - 0,00358 Gha
Alimentação (Kg/mês)	Carne de Gado	470	0,4842ha ou 0,2227 Gha
	Carne de Frango	510	0,00016 ha ou

			0,00040 Gha
	Peixe	120	0,00000023 ha ou 0,000000085 Gha
	Arroz	252	0,000614 ha ou 0,001541 Gha
	Feijão	84	
	Farinha	84	
	Tomate	78	
	Cebola	54	
Transporte (Km/mês)	Oficial (Rotas)	11.880	- 99,52 ha ou -125,39 Gha
	Pessoal (empresa/bairro)	9.900	- 532,77 ha ou - 671,29 Gha
Consumo	Água (m ³ / mês)	748,95	0,0879 ha ou 0,1108 Gha
	Energia Elétrica (Kwh/mês)	188.400	- 78,09 ha ou - 98,39 Gha
	Papel (Kg/mês)	823,68	0,0867 ha ou 0,1092 Gha
Emissão de Efluentes	Líquidos (m ³ / mês)	748,95	Não Aplicável

4.2 Memorial de Cálculo da Pegada Ecológica

- Área Construída:

No cálculo desse parâmetro considerou-se a área útil que é a somatória das áreas construída e verde, convertendo-se ambas em hectares.

$$\text{Área construída} = 4.600 \text{ m}^2 = 0,46 \text{ ha}$$

Nº de Pessoas: 190.

$$1 \text{ ha} = 10.000 \text{ m}^2$$

OBS.: Dividindo este total de área construída 0,46 ha pelo total de colaboradores (190) tem-se a pegada de **0,00242 ha/pessoa de áreas construídas**.

Para se transformar em gha (hectares globais) é utilizado o fator de equivalência para Área Edificada no valor de 2,51 (Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition)(EWING *et al.*, 2010).

Logo temos a Pegada Ecológica no valor de $0,00242 \times 2,51 = \mathbf{0,00607 \text{ Gha}}$.

- Área Verde:

Área = $5.400 \text{ m}^2 = 0,54 \text{ ha}$

Nº de Pessoas: 190.

1 ha = 10.000 m^2

OBS.: Dividindo este total de área verde 0,54 ha pelo total de colaboradores (190) tem-se a pegada de **0,00284 ha/pessoa de áreas verdes**. Por ser esta uma variável que representa a área de absorção de CO₂, seu valor é negativo na soma da pegada total.

Para se transformar em gha (hectares globais) é utilizado o fator de equivalência para florestas no valor de 1,26 (Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition)(EWING *et al.*, 2010).

Logo temos a Pegada Ecológica no valor de $- 0,00284 \times 1,26 = - \mathbf{0,00358 \text{ Gha}}$.

- Consumo de Alimentos:

Dados (**CARNE DE GADO**):

Origem: Mato Grosso

Carne de Gado no mês = 470 Kg/mês

Carne de Gado no ano = $470 \times 12 = 5.640 \text{ Kg/ano}$

Nº de Pessoas: 190.

Consumo per capita anual = $5.640 / 190 = 29,68 \text{ Kg/pessoa}$

OBS.: Sabendo que um boi representa 250Kg de carne (Lisboa & Barros,2010), chega-se a 23 ($5.640/250$) bois por ano consumidos em média pelos colaboradores. Se cada boi precisa de 4 ha de pastagens ao ano, até ser abatido, são necessários 92 ha no total (23×4). Dividindo esta área pelo total de colaboradores obtém-se uma pegada de **0,4842 ha/pessoa** para o consumo de carne bovina na empresa.

Na Amazônia, a capacidade de suporte de uma pastagem é de um boi por hectare.

Esse valor da PE está sendo contabilizado para a Fábrica mas tem como estado de origem Mato Grosso.

Não foi considerado a quantidade de CO2 emitido no transporte dessa carne.

Para se transformar em gha (hectares globais) é utilizado o fator de equivalência para pastagens no valor de 0,46 (Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition)(EWING *et al.*, 2010).

Logo temos a Pegada Ecológica no valor de $0,4842 \times 0,46 = \mathbf{0,2227 \text{ gha}}$.

Dados (**CARNE DE FRANGO**):

Origem: Paraná

Carne de Frango no mês = 510 Kg/mês

Carne de Frango no ano = $510 \times 12 = 6.120 \text{ Kg/ano}$

Nº de Pessoas: 190.

Consumo per capita anual = $6.120 / 190 = 32,21 \text{ Kg/pessoa}$

OBS.: Sabendo que um Frango representa 2Kg de carne e se tem 10 cabeças por m² (Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento do Paraná, 2014), chega-se a 3.060 ($6.120/2$) frangos por ano consumidos em média pelos colaboradores. Se cada frango precisa de 0,00001 ha ao ano até ser abatido, são necessários 0,0306 ha no total ($3.060 \times 0,00001$). Dividindo esta área pelo total de colaboradores obtém-se uma pegada de **0,00016 ha/pessoa** para o consumo de carne de frango na empresa.

Esse valor da PE está sendo contabilizado para a Fábrica mas tem como estado de origem Paraná.

Para se transformar em gha (hectares globais) é utilizado o fator de equivalência para agricultura (lavoura) no valor de 2,51 (Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition)(EWING *et al.*, 2010).

Logo temos a Pegada Ecológica no valor de $0,00016 \times 2,51 = \mathbf{0,00040 \text{ gha}}$.

Dados (PEIXE):

Origem: Amazonas

Peixe no mês = 120 Kg/mês

Carne de Peixe no ano = $120 \times 12 = 1.440$ Kg/ano

Nº de Pessoas: 190.

Consumo per capita anual = $1.440 / 190 = 7,58$ Kg/pessoa

Produtividade Média = 32.909,40 Ton./ha (SEPA/SEPROR,2008)

PE = $7,58 / 32.909.400 = 0,0000023$ ha/pessoa

Para se transformar em gha (hectares globais) é utilizado o fator de equivalência para área de pesca no valor de 0,37 (Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition)(EWING *et al.*, 2010).

Logo temos a Pegada Ecológica no valor de $0,0000023 \times 0,37 = 0,00000085$ gha.

Dados (OUTROS ALIMENTOS):

Para se encontrar a pegada dos outros alimentos, somou-se a média de consumo dos cinco principais alimentos utilizados na alimentação dos colaboradores da fábrica (arroz, feijão, farinha, tomate e cebola), obtendo-se (552 Kg/mês $\times 12 = 6.624$ Kg/ano), resultando em um consumo per capita de $34,86$ Kg/pessoa. Sabendo que para produzir 56.779 Kg de alimentos é necessário 1 hectare (LISBOA & BARROS, 2010), para 6.624 Kg serão necessários $0,1167$ hectares, dividindo este valor pelo total de colaboradores obtemos a pegada de alimentos que é **$0,000614$ ha/pessoa.**

Para se transformar em gha (hectares globais) é utilizado o fator de equivalência para agricultura (lavoura) no valor de 2,51 (Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition)(EWING *et al.*, 2010)..

Logo temos a Pegada Ecológica no valor de $0,000614 \times 2,51 = 0,001541$ gha.

- Transporte:**Dados (OFICIAL / ROTAS)**

Kilometragem percorrida: 11.880 Km por mês ou 142.560 Km por ano

Tipo de Transporte: ônibus

Para o cálculo das emissões produzidas pela queima de combustíveis fósseis, tomou-se como base a eficiência do ônibus que é de 2,37Km/L (ALVARES & LINKE, 2001), logo são utilizados por ano, 60.151,90l (142.560/2,37). Tendo em conta que cada litro de combustível libera 2,3 Kg de CO² (LISBOA & BARROS, 2010), chega-se a 138,35 t de CO₂ emitidos no ano. Como 1,8 t de CO₂ emitido serão absorvidos por cada hectare de área verde, e Manaus possui 16.000 ha em áreas verdes (SIPAM, 2004), tem-se 28.800 t para absorção de CO₂ em Manaus. Subtraindo os valores de toneladas emitidas e toneladas absorvidas, chega-se a um total de – 28.661,65 t de CO₂. Transformando este valor para hectares, obtêm-se – 15.923,14 ha. Dividindo esta área pelo número de colaboradores que utilizam ônibus da empresa (160) obtêm-se – **99,52 ha/pessoa** em relação ao consumo de combustíveis fósseis (contribui para diminuir a pegada ecológica).

OBS.: Se for utilizado somente a área verde da fábrica 5.400 m² ou 0,54 ha tem-se uma PE de **0,4770 ha/pessoa (0,6010 gha)**.

Para se transformar em gha (hectares globais) é utilizado o fator de equivalência para Floresta no valor de 1,26 (Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition)(EWING *et al.*, 2010).

Logo temos a Pegada Ecológica no valor de -99,52 x 1,26 = **-125,39 gha**.

- Transporte:

Dados (PESSOAL / AUTOMÓVEL)

Kilometragem percorrida: 9.900Km por mês ou 118.800Km por ano

Tipo de Transporte: Automóvel

Para o cálculo das emissões produzidas pela queima de combustíveis fósseis, tomou-se como base a eficiência do automóvel que é de 9Km/L (ALVARES & LINKE, 2001), logo são utilizados por ano, 13.200l (118.800/9). Tendo em conta que cada litro de combustível libera 2,3 Kg de CO² (LISBOA & BARROS, 2010), chega-se a 30,36 t de CO₂ emitidos no ano. Como 1,8 t de CO₂ emitido serão absorvidos por cada hectare de área verde, e Manaus possui 16.000 ha em áreas verdes (SIPAM, 2004), tem-se 28.800 t para absorção de CO₂ em Manaus. Subtraindo os valores de toneladas emitidas e toneladas absorvidas, chega-se a um total de – 28.769,64 t de CO₂. Transformando este valor para

hectares, obtêm-se – 15.983,13 ha. Dividindo esta área pelo número de colaboradores que usam seu próprio automóvel (30) obtêm-se – **532,77 ha/pessoa** em relação ao consumo de combustíveis fósseis (contribui para diminuir a pegada ecológica).

OBS.: Se for utilizado somente a área verde da fábrica 5.400 m² ou 0,54 ha tem-se uma PE de **0,5442 ha/pessoa (0,6857 gha)**.

Para se transformar em gha (hectares globais) é utilizado o fator de equivalência para Floresta no valor de 1,26 (Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition)(EWING *et al.*, 2010).

Logo temos a Pegada Ecológica no valor de $-532,77 \times 1,26 = -671,29$ gha.

- Consumo de Água:

Dados:

Consumo de água no mês = 748,95 m³

Consumo de água no ano = $748,95 \times 12 = 8.987,40$ m³ ;

Nº de Pessoas: 190.

Fator de emissão de CO₂ = 0,0176 KgCO₂/m³. Fonte: Relatório das estimativas de Dióxido de Carbono (CO₂) equivalente provenientes da organização e realização da 7ª. Edição da Ciência para a vida (CPV) (BATISTA *et al.*, 2010, apud CARVALHO & LIMA, s.d.).

OBS.: Cada recurso consumido possui um fator de emissão de CO₂ associado que inclui a quantidade de carbono emitida em seu ciclo de vida (extração, produção, consumo, destinação, reuso, etc.).

Equação 1: Conversão de consumo em emissão de CO₂

$$\text{Emissão (KgCO}_2\text{)} = \text{Consumo (unidade)} \times \text{Fator Emissão (KgCO}_2\text{ / Unidade)}$$

Equação 2: Conversão de emissão de CO₂ em área necessária (ha)

$$\text{Área (ha)} = \text{Emissão (KgCO}_2\text{)} / \text{taxa de absorção Carbono (KgCO}_2\text{ / ha/ano)}$$

Cálculo da Emissão (KgCO₂ / ano) = $8.987,40 \times 0,0176 = 158,18$ KgCO₂.

Conversão de emissão de CO₂ em área necessária (ha):

Área necessária (ha) = $0,15818 \text{ tCO}_2 / 1,8 \text{ tCO}_2 = \mathbf{0,0879ha}$ ou $0,0879 \times 10.000 = 878,78 \text{ m}^2$.

OBS.: Segundo Wackernagel & Rees (1996), em média, florestas tropicais e boreais absorvem 1,8 t de CO₂ por hectare por ano (Taxa de Absorção de Carbono).

Consumo de água Anual Per Capita (m³) = 47,30 m³

ha necessários Per Capita = $0,0879 \text{ ha} / 190 = 0,000462632 \text{ ha} \times 10.000 = 4,6263 \text{ m}^2$ per capita.

Assim, a Pegada Ecológica, considerando somente o consumo de água é de **0,0879ha**.

Para se transformar em gha (hectares globais) é utilizado o fator de equivalência para florestas no valor de 1,26 (Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition)(EWING *et al.*, 2010).

Obs.: Os fatores de equivalência servem para converter a área real em hectares de diferentes tipos de uso da terra em seus equivalentes em hectares globais.

Logo temos a Pegada Ecológica no valor de $0,0879 \times 1,26 = \mathbf{0,1108 \text{ gha}}$.

- Consumo de Energia Elétrica:

Dados:

Consumo: 188.400 Kwh mensal ou 2.260.800 Kwh anual

Considerando ainda que não foi possível dispor da contribuição de cada usina para a obtenção do total da energia consumida e, tendo em vista, que as termoelétricas a óleo combustível são responsáveis por aproximadamente 90% da produção de eletricidade para a cidade de Manaus, assumiu-se o fator de emissão para esse combustível, recomendado por Esparta (2008 apud Inventário de emissão de gases de efeito estufa – GEE – VI FIAM – 2011), qual seja: 923,6 kg CO₂/MWhelétrico.

Considera-se, no entanto, que o fator de emissão recomendado por Esparta considera somente o CO₂, carecendo, portanto, de um fator de correção para que possa contemplar outros GEE contidos no combustível, particularmente nesse caso, o CH₄ e o N₂O.

Foi utilizado o fator de correção (Fatores de Emissão para combustão estacionária) fornecidos pelo IPCC para o óleo diesel e óleo combustível de 1,00323 (Inventário de emissão de gases de efeito estufa – GEE – VI FIAM – 2011).

$$\text{GEE} = (2.260.800 \times 923,6 \times 1,00323) / 10^6$$

$$\text{GEE} = 2.094,82 \text{ tCO}_2 \text{ (Gases de Efeito Estufa Emitidos)}$$

OBS.: Segundo Wackernagel & Rees (1996), em média, florestas tropicais e boreais absorvem 1,8 t de CO₂ por hectare por ano (Taxa de Absorção de Carbono).

Como, Manaus possui 16.000 ha de área verde que, potencialmente podem absorver CO₂, tem-se **28.800 t** para absorção de CO₂ em Manaus. Logo subtraindo os valores de toneladas emitidas e toneladas absorvidas, chega-se a um total de – 26.705,18 t de CO₂. Transformando este valor para hectares, obtêm-se – 14.836,21 ha. Dividindo esta área pelo número de colaboradores da empresa (190) obtêm-se – **78,09 ha/pessoa** em relação ao consumo de energia elétrica (contribui para diminuir a pegada ecológica).

Para se transformar em gha (hectares globais) é utilizado o fator de equivalência para Floresta no valor de 1,26 (Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition)(EWING *et al.*, 2010).

Logo temos a Pegada Ecológica no valor de -78,09 x 1,26 = **-98,39 gha**.

OBS.: Se for utilizado somente a área verde da fábrica 5.400 m² ou 0,54 ha tem-se uma PE de **6,12 ha/pessoa (7,71 gha)**.

- Consumo de Papel:

Dados:

Consumo: 823,68 Kg por mês ou 9.884,16 Kg por ano.

Para o cálculo da pegada do papel, não foi subtraído do total consumido, o total reciclado, pela não utilização de papel reciclado pela fábrica.

Sabendo que cada 1Kg de lixo produzem 3Kg de CO₂ (LISBOA & BARROS, 2010), foram produzidos 29.652,48 Kg de CO₂ por ano (9.8884,16 x 3) ou 29,65248 t de CO₂ por ano. Como cada hectare de árvore absorve 1,8t de CO₂, obtêm-se 16,4736 ha para absorção do lixo total. Dividindo esta área

pelo número de colaboradores (190), o indicador calculado de PE é de **0,0867 ha/pessoa** em relação ao papel.

Para se transformar em gha (hectares globais) é utilizado o fator de equivalência para Floresta no valor de 1,26 (Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition)(EWING *et al.*, 2010).

Logo temos a Pegada Ecológica no valor de $0,0867 \times 1,26 = \mathbf{0,1092 \text{ gha}}$.

- Emissão de Efluentes Líquidos:

Dados:

Emissão de Efluentes no mês = $748,95 \text{ m}^3$

Emissão de Efluentes no ano = $748,95 \times 12 = 8.987,40 \text{ m}^3$;

OBS.: Foi desconsiderado pois os efluentes emitidos são na mesma proporção do consumo de água já contabilizado no cálculo da PE.

VALOR TOTAL DA PE

PE = $0,00242 \text{ ha} - 0,00284 \text{ ha} + 0,4842 \text{ ha} + 0,00016 \text{ ha} + 0,00000023 \text{ ha} + 0,000614 \text{ ha} - 99,52 \text{ ha} - 532,77 \text{ ha} + 0,0879 \text{ ha} - 78,09 \text{ ha} + 0,0867 \text{ ha} = - 709,72 \text{ ha por pessoa}$.

PE (EM Gha) = $0,00607 \text{ Gha} - 0,00358 \text{ Gha} + 0,2227 \text{ Gha} + 0,00040 \text{ Gha} + 0,000000085 \text{ Gha} + 0,001541 \text{ Gha} - 125,39 \text{ Gha} - 671,29 \text{ Gha} + 0,1108 \text{ Gha} - 98,39 \text{ Gha} + 0,1092 \text{ Gha} = - 894,62 \text{ Gha por pessoa}$.

4.3 Resultados e Discussão

A pegada ecológica é uma ferramenta que tem como característica principal a simplicidade e fácil entendimento após serem alcançados os resultados finais, e esses indicadores servem como auxílio na tomada de decisão e para fomentar a educação ambiental em todos os setores da sociedade.

É uma ferramenta que abrange diretamente a visão ecológica da sustentabilidade, porém indiretamente, podem ser trabalhados os pilares da economia, através dos alertas sobre o consumo desenfreado dos recursos naturais e

seus custos ambientais, e também alcançar a visão social através de políticas públicas para redução das desigualdades sociais.

É uma ferramenta que permite fazer comparações entre países, estados, regiões, cidades, sociedades e até numa escala menor, como foi o tema desse trabalho.

As dificuldades surgiram no momento de se consultar referências de cálculo para os indicadores da Pegada Ecológica na escala de uma Fábrica de médio porte, e também no acesso aos dados primários do objeto de estudo, e aos dados secundários de órgãos, organismos públicos ou federais. Para sanar este problema da falta de dados secundários sobre o rendimento (produtividade média) nacional e regional dos itens de consumo, se utilizou dados de outros autores sobre a emissão e absorção de CO₂, transformando em hectares (ha) para possibilitar o cálculo das áreas necessárias para sustentar o consumo dos itens estudados dos colaboradores da fábrica.

Por insuficiência de dados e para facilitar os cálculos e entendimento geral, também não foram levados em consideração neste trabalho as exportações e importações dos itens de consumo estudados, conforme metodologia de cálculo da Pegada Ecológica.

Como já comentado anteriormente, considerando a escassez de trabalhos sobre a utilização de Indicadores de Sustentabilidade, exclusivamente os indicadores da Pegada Ecológica, na escala de uma fábrica, o presente estudo buscou desenvolver uma metodologia para aplicabilidade em indústrias como as do Polo Industrial de Manaus.

Todos os valores da Pegada Ecológica (PE) foram calculados de forma per capita (ha por pessoa e depois transformados para gha por pessoa).

A indústria estudada é classificada como de Porte Médio e tem como Área Útil 10.000 m² ou 1 hectare. Esta área se divide em: I) 4.600 m² de área construída, que equivale a 0,00242 ha ou 0,00607 gha de Pegada Ecológica, e II) 5.400 m² de Área Verde, que equivale a – 0,00284 ha ou – 0,00358 gha de Pegada Ecológica.

A área verde tem valor negativo na soma da Pegada Ecológica Total, pois representa uma área de absorção de CO₂. Comparando a PE das áreas construída e verde, temos uma pegada negativa de – 0,00042 ha e transformando para Gha, através dos fatores de equivalência, uma PE positiva de 0,00249 gha. O resultado em

gha ficou positivo devido a diferença dos fatores de equivalência utilizados. O fator para áreas edificadas é de 2,51 enquanto o de Florestas (Área Verdes) é de 1,26.

Na categoria de consumo de alimentação, foram consideradas para o cálculo da PE, as seguintes subcategorias: carne de gado; carne de frango; peixe; arroz; feijão; farinha; tomate e cebola.

Em relação ao consumo de alimentos de origem animal podemos constatar que o maior impacto medido pela Pegada Ecológica tem como origem a Carne Bovina, PE de 0,4842 ha ou 0,2227 gha, pois cada Boi precisa de 4 ha de pastagens ao ano, até ser abatido (LISBOA & BARROS, 2010). Com segunda maior PE vem o consumo de carne de frango com 0,00016 ha (99,97% a menos que a PE da carne de Gado) e em gha (0,00040 gha, 99,82% a menos que a PE da carne de Gado). A menor PE do consumo de alimentos de origem animal tem como origem o consumo de Peixe com 0,00000023 ha (100% a menos que a PE da carne de gado e 99,86% a menos que a PE da carne de frango) e 0,000000085 gha (100% a menos que a PE da carne de gado e 99,98% a menos que a PE da carne de frango).

Comparando esses resultados, evidencia-se um grande potencial de incentivo ao consumo de peixe, em substituição principalmente à carne de gado, como uma forma de reduzir a Pegada Ecológica oriunda do consumo desse tipo de carne. Segundo a SEPA (Secretaria Executiva de Pesca e Agricultura do Amazonas) /SEPROR (Secretaria de Estado da Produção Rural), 2008, a produtividade média de Pescados no Amazonas é de 32.909,40 Ton./ha.

Devido à falta de infraestrutura no terminal pesqueiro da capital e da falta de local para o armazenamento do excedente de pescado, o estado do Amazonas desperdiça cerca de 40 toneladas de peixe todos os anos (SEPA). Para incentivar o consumo de peixe no município de Manaus, é necessário que sejam tomadas ações emergenciais para redução desse desperdício.

A Pegada Ecológica do consumo de alimentos de origem vegetal (arroz, feijão, farinha, tomate e cebola) foi de 0,000614 ha (0,001541 gha) representando 0,13% (0,69%) da PE total referente à alimentação que é de 0,48497423 ha (0,224641085 gha).

Em relação à Pegada Ecológica do Transporte, tanto a oficial como a pessoal, tiveram valores negativos, respectivamente de - 99,52 ha (- 125,39 gha) e - 532,77 ha (- 671,29 gha). Esse valor negativo da PE do Transporte, que representa um

saldo ecológico, se deve ao fato de ter sido levado em consideração nesse cálculo, o total de área verde que Manaus possui (16.000 ha, segundo o Sistema de Proteção da Amazônia/SIPAM, 2004). Esse total de área verde absorve 28.800 toneladas de CO₂ (WACKERNAGEL & REES, 1996).

A PE do consumo de energia elétrica foi de – 78,09 ha (- 98,39 gha). Esse valor negativo, que representa um saldo ecológico, assim como a PE do Transporte, se deve ao fato de ter sido levado em consideração nesse cálculo, o total de área verde que Manaus possui.

O consumo de água teve como PE o valor de 0,0879 ha (0,1108 gha) que representa – 0,0124% (- 0,0124%) da PE total de – 709,72 ha por pessoa (- 894,62 gha por pessoa).

O consumo de papel teve como PE o valor de 0,0867 ha (0,1092 gha) representando – 0,0122% (- 0,0122%) da PE total de – 709,72 ha por pessoa (- 894,62 gha por pessoa).

A emissão de efluentes líquidos foi desconsiderado dos cálculos da PE, pois essas emissões são na mesma proporção do consumo de água já contabilizado.

5 CONCLUSÕES

Obteve-se como resultado final da PE, o valor de **- 709,72 ha (- 894,62 gha) por pessoa**, que nos demonstra um Saldo Ecológico alto comparando com a Biocapacidade Nacional de 9,63 gha. Esse saldo ecológico se deve ao fato do Município de Manaus ainda possuir uma grande área verde (16.000 Hectares), o que contribuiu para a absorção do CO₂ emitido pelo Transporte dos Funcionários e pelo Consumo da Energia Elétrica. No cálculo da absorção foi utilizado essa área verde do município de Manaus, pois a quantidade de CO₂ emitidos por essas atividades são absorvidos e distribuídos por essa área e não somente pela área verde da fábrica.

Se fosse utilizado somente a área verde da fábrica a Pegada Ecológica seria positiva **7,8004 ha (9,4438 gha) por pessoa**, 151,63% acima da média do Brasil de 3,1 ha por pessoa, 225,65% acima da média brasileira em gha que é de 2,9 e abaixo 1,93% da Biocapacidade que é de 9,63 gha por pessoa.

É de suma importância salientar que esse Saldo Ecológico, resultado desse estudo, se deve ao fato, da utilização nos cálculos, da Área Verde de toda cidade de Manaus (16.000 ha) e que os cálculos se referem somente a 1 indústria de Porte médio do PIM em um universo de aproximadamente 600 indústrias, entre pequenas, médias e grandes e consumo de toda sociedade Amazonense.

Apesar do saldo ecológico positivo da Pegada Ecológica da empresa investigada, devemos nos preocupar em relação ao futuro, pois observa-se o crescimento e povoamento acelerado e desordenado da cidade de Manaus, com o surgimento de novos bairros e que certamente levam ao desmatamento e outros problemas de carência de infraestrutura adequada e com inúmeros prejuízos ao meio ambiente.

Devemos considerar também que atualmente o Projeto Zona Franca de Manaus (ZFM) foi prorrogado por mais 50 anos na Câmara Federal, e com os incentivos que estarão garantidos, poderá ocorrer a expansão do PIM e o estabelecimento de políticas públicas visando a sustentabilidade das fábricas se torna fator incondicional visando a garantia da qualidade de vida das gerações futuras.

Existe um grande potencial de incentivo de consumo ao peixe em substituição a carne bovina até como forma de reduzir a pegada ecológica desse item.

O consumo com conscientização ambiental, a preservação de nossas florestas e de nossos recursos naturais, são fatores primordiais para se manter os Indicadores da Pegada Ecológica dentro dos padrões nacionais e mundiais.

6 RECOMENDAÇÕES

É importante salientar que as questões ambientais devem ser tema obrigatório no planejamento urbano. A análise da Pegada Ecológica, mesmo ainda com algumas inconsistências nos cálculos, pode auxiliar também as políticas públicas de governos e das sociedades em geral que tem interesse na avaliação da qualidade ambiental urbana.

As sociedades devem participar na tomada de decisões referentes à Gestão Urbana, não deixando somente essa competência para o Poder Público.

O que se está em pauta é a sustentabilidade dos recursos naturais para atender as futuras gerações e frear imediatamente a degradação do meio ambiente.

Deve-se aprofundar o estudo dos indicadores da Pegada Ecológica e transformar numa ferramenta de utilidade e controle para todas as fábricas do Polo Industrial de Manaus, pois a mesma expõe o drama da insustentabilidade e mostra a necessidade de ajustes e redirecionamento urgentes, nas formas de relacionamento dos seres humanos com o ambiente, no estilo de vida e nas diversas formas de degradação ambiental, fundamentais para sobrevivência dos seres humanos.

São necessários ainda a realização de novos estudos para aperfeiçoar o cálculo da Pegada Ecológica, incluindo outros parâmetros de consumo de recursos não abordados na sua metodologia.

Também deve ser estudado uma forma de se levar em consideração o consumo e desperdício das pessoas considerando sua classe social e econômica.

REFERÊNCIAS

- ÁLVARES Jr, O. M.; LINKE, R. R. A.; **Metodologia simplificada de cálculo das emissões de gases do efeito estufa de frotas de veículos no Brasil**. São Paulo: CETESB, 2001. 182p.
- ANDRADE, B.B. **Turismo e Sustentabilidade no município de Florianópolis: uma aplicação do método da pegada ecológica**. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- AMARAL, R.C. **Análise da aplicabilidade da Pegada Ecológica em contextos universitários: Estudo de caso no Campus de São Carlos da Universidade de São Paulo**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- BERVIAN, P. A. ; CERVO, A. L.. **Metodologia Científica**. 4.ed. São Paulo: Makron Books, 1996.
- BELLEN, H.M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.
- BOTELHO, Antônio José. **Redesenhando o projeto ZFM**. Manaus: Editora Valer, 2006.
- BRIANEZI, T. **A reforma agrária ecológica na floresta nacional de Tefé**. Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação em Sociedade e Cultura na Amazônia. Manaus: Ufam, 2010.
- BRUNDTLAND, Gro. (Ed.) **Our common future**. Oxford: Oxford Press, 1987.
- BRAGA, Celdo; TELLES, Tenório. **Meio Ambiente: educação e qualidade de vida**. Manaus: Kintaw, 2004.
- CARBONARI, Maria Elisa E.; PEREIRA, Adriana Camargo; SILVA, Gibson Zucca da. **Sustentabilidade, responsabilidade social e meio ambiente**. São Paulo: Saraiva, 2011.
- CARVALHO, E. C ; LIMA, M. A. **Emissões de CO2 equivalente provenientes de atividades ligadas a estágio de iniciação científica**. s.d.
- CIDIN, R.P.J; SILVA, R.S. **Pegada ecológica: instrumento de avaliação dos impactos antrópicos no meio natural**. *Estudos Geográficos*, Rio Claro: v. 2, n.º 1, p. 43-52, 2004.
- DELAY, Ivete; TAKAHASHI, Sergio. **Elementos Fundamentais para escolha dos sistemas de Mensuração do Desenvolvimento Sustentável**. Universidade de São Paulo. s.d.

DENCKER, A. de F. M. **Métodos e técnicas de pesquisa em turismo**. 4.ed. São Paulo: Futura, 2000.

EWING B., A. REED, A. GALLI, J. Kitzes, and M. WACKERNAGEL. 2010. **Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition**. Oakland: Global Footprint Network.

FAO and IIASA Global Agro-Ecological Zones 2000 FAO Resource STATistical Database, 2007.

GARCIA, Susana ; GUERRERO, Marcela. **Indicadores de sustentabilidade ambiental em La gestión de espacios verdes**: Parque urbano Monte Calvário, Tandil, Argentina. Rev. geogr. Norte Gd., jul. 2006, no.35, p.45-57.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

GLA (Greater London Authority). **London's Ecological footprint: a review**. June, 2003.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. Annual report. 2006.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. Annual report. 2010.

GOMES, Maria Leonor et al. **Proposta de um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável**. Direcção geral do ambiente, Direcção de serviços de informação e acreditação, Portugal, 2000.

HEIDEMANN, Francisco.G.; SALM, José Francisco. **Políticas Públicas e Desenvolvimento, Bases epistemológicas e modelos de análise**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2009.

IISD – International Institute for Sustainable Development. **Bellagio Principles**. Winnipeg, IISDnet, 2000. Disponível em: <<http://www.iisd.org/measure/principles/progress/bellagio.asp>>.

INFAP – Instituto de Formação e Ação em Políticas Sociais. Disponível em: <<http://www.infap.org.br/page1.php>>. Acesso em: 28 fev.2013.

Inventário de emissão de gases de efeito estufa – GEE – VI FIAM – 2011

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. 5º Relatório IPCC 2013. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>>. Acesso em: 06 fev 2014.

JAH, R. ; MURTHY, K.V.B. **A critique of the Environmental Sustainability Index**. Australian National University Division of Economics Working Paper, 33 p., 2003.

JUNIOR, Roberto Araújo O. Santos (Org.). No Prelo: **Ambiente e Sociedade na Amazônia: Uma abordagem Interdisciplinar**. s.l. Garamond e Museu Goeldi.

KECHICHIAN, Melissa. **Revolução no Ambiente de Trabalho**. Panorama Online, 2012. Disponível em: <<http://panorama.jll.com.br/revolucao-no-ambiente-de-trabalho/>>. Acesso em: 15 jan. 2014.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LAYRARGUES, P.P. **Do ecodesenvolvimento ao desenvolvimento sustentável: evolução de um conceito?** Revista Proposta, Rio de Janeiro, v.24, n.71, p. 1-5, 1997.

LEFF, E. **Ecologia, capital e cultura: racionalidade ambiental, democracia participativa e desenvolvimento sustentável**. Trad. Jorge Esteves da Silva. Blumenau: Editora FURB,2000.

LEFF, E. **Pensamento sociológico, racionalidade ambiental e transformações do conhecimento**. In: LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. Trad. Sandra Valenzuela. São Paulo: Cortez, 2001.

Lei estadual sobre Licenciamento Ambiental no Estado do Amazonas N° 3.785 de 24 de Julho de 2012.

LENZEN, M.; MURRAY, S. A. **A modified ecological footprint method and its application to Australia**. *Ecological Economics*, v. 37, p. 229-255, 2001.

LEONARDOS, Othon Henry; MOTA, José Aroudo; SANTOS, Alem Silvia Marinho dos. **Alimentação Urbana e a Pegada Ecológica do Consumo de Carne Bovina na Cidade de Parintins**. Artigo. Universidade do Estado do Amazonas e Universidade de Brasília, 2013.

LISBOA, Cristiane Kleba; BARROS, Mirian Vizintim Fernandes. **A pegada ecológica como instrumento de avaliação ambiental para a cidade de Londrina**. *Confins* (Online), N°8,2010.

LOUETTE, Anne (org.). **Compêndio de Indicadores de Nações: uma Contribuição ao Diálogo da Sustentabilidade: Gestão do Conhecimento**, Compêndio para sustentabilidade, volume 2. São Paulo: Willis Harman House, 116 p., 2009.

MARCONI, Marina de A. ; LAKATOS, Eva. M. **Metodologia científica**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MARTINEZ-ALIER, J. **“Justiça Ambiental (local e Global)” in Clóvis Cavalcanti (org.) Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e políticas públicas**. São Paulo: Cortez, 1999.

OLIVEIRA, S. L. de. **Tratado de Metodologia Científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses**. São Paulo: Pioneira, 2004.

PEREIRA, H. dos S.; REBÊLO, George H.; SCHOR, Tatiana; NODA, Hiroshi. (orgs.) **Pesquisa interdisciplinar em ciências do meio ambiente**. Manaus: Edua, 2009.

PEREIRA, L.G. **Síntese dos métodos de Pegada Ecológica e Análise Emergética para diagnóstico da sustentabilidade de países (O Brasil como estudo de caso)**. 173 f. Tese – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, 2008.

PON, D. (coord.) et al. **Análisis preliminar de la huella ecológica en Espana**. Informe de Síntesis. Ministerio do Medio Ambiente, 2007.

RIBEIRO, Márcia F.; PEIXOTO, José A. A.; XAVIER, Leydervan de S. **Estudo do indicador de sustentabilidade Pegada Ecológica: Uma abordagem teórico-empírica**. In: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, Paraná: 2007.

REES, W. E. **Eco-footprint analysis: merits and brickbats. Commentary-Forum: The Ecological Footprint**. *Ecological Economics*, v. 32, p. 371-374, 2000.

RIVAS, A. F.; MOTA, J. A.; MACHADO, J. A. C. **Impacto virtuoso do Pólo Industrial de Manaus sobre a proteção da floresta amazônica: discurso ou fato?** Manaus: Instituto Piatam, 2009a.

RIVAS, A.F.; MOTA, J.A.; MACHADO, J.A.C. **Instrumentos econômicos para a proteção da Amazônia: a experiência do Polo Industrial de Manaus**. Curitiba: Editora CRV, 2009b.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI**. In: BURSZTYN, M. (Org) Para pensar desenvolvimento sustentável. São Paulo: Brasiliense, 1993.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. 3 ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SANTOS, B. S. A ecologia dos saberes. In: SANTOS, Boaventura de Sousa. **A gramática do tempo: para uma nova cultura política**. São Paulo: Cortez, 2006. (Coleção para um novo senso comum, Vol. 4).

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço**. 4ª edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento do Paraná, 2014.

Secretaria Executiva de Pesca e Agricultura (SEPA) / Secretaria de Estado da Produção Rural (SEPROR), 2008.

Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM), 2004.

SMITZ J. *et al.* **Analyse du rapport Environmental Sustainability Index 2002**. Résumé exécutif. ULG/Région wallonne, 12 p., 2003.

SUFRAMA – Superintendência da Zona Franca de Manaus. Disponível em <http://www.suframa.gov.br/zfm_o_que_e_o_projeto_zfm.cfm>. Acesso em: 18 Mar. 2013.

SUFRAMA – Superintendência da Zona Franca de Manaus. Relatórios do JICA, 2010. Disponível em <<http://www.suframa.gov.br>>. Acesso em: 28 Mar. 2014.

TURNES, V.A. Sistema Delos: **indicadores para processos de desenvolvimento local sustentável**. Florianópolis, 2004. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, p.237 (Disponível no site <http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/7851.pdf>).

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. CPGEP/UFSC, 250 p., 2002.

VAN BELLEN, H.M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: FGV, 2005.

VAN BELLEN, H. M. . **Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2006.

VEIGA, J.E . **Indicadores socioambientais; evolução e perspectivas**. Revista de Economia Política (Impresso), vol. 116, p. 421-435, 2009.

VEIGA, J.E . **Indicadores Socioambientais**. Estudos Avançados (Impresso), vol. 23, p. 39-52, 2010a.

VEIGA, J.E da, **Indicadores de sustentabilidade**. Estudos Avançados 24 (68), 2010b.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our ecological footprint: reducing human impact to the Earth**. Gabriola Island: New Society Publisher, 1996.

WACKERNAGEL et al. **Ecological footprint of Nations**. Centro de Estudios para la Sustentabilidade, Universidad Anáhuac de Xalapa, México, 1998.

WACKERNAGEL, M.; MONFREDA, C.; DEUMLING, D. **Ecological Footprint of Nations: how much nature do they use? How much nature do they have?**

November 2002 update. Oakland: Redefining Progress, 2002. Disponível em: <<http://www.redefiningprogress.org>>. Acesso em: nov. 2012.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/serviços_ambientais>. Acesso em: 22 Jan. 2014.

WORLD WILDLIFE FUND (WWF). Disponível em: <<http://www.wwf.org.br>>. Acesso em: 21. Nov. 2012.

WORLD WILDLIFE FUND (WWF). Disponível em: <<http://www.wwf.org.br>>. Acesso em: 08. Dez. 2013.

YALE CENTER FOR ENVIRONMENTAL LAW AND POLICY, 2005. **2005 Environmental Sustainability Index**. New Haven : Yale Center for Environmental Law and Policy, 63p., 2005. Disponível em : <http://www.yale.edu/esi/ESI2005_Main_Report.pdf> Acesso em : 20 março 2014.

ANEXOS

Anexo A Termo de Anuência

TERMO DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins que estamos de acordo com a execução do projeto de pesquisa intitulado "Pegada Ecológica: Um estudo aproximativo para aplicabilidade nas indústrias do Pólo Industrial de Manaus (PIM)", sob a coordenação e a responsabilidade do (a) Mestrando Márcio Vinicius Araújo de Barros do Centro de Ciências do Ambiente / Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia da Universidade Federal do Amazonas, o qual terá o apoio desta Instituição.

Cidade, Manaus 29 de JULHO de 2013.


Eduardo J. C. Santos
Supervisor de RH

Eduardo Jesus Corrêa dos Santos / Supervisor de Recursos Humanos

Nome – cargo/função
(carimbar)



Anexo B TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido)



UFAM
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos o Sr. Eduardo Jesus Corrêa dos Santos para participar da Pesquisa "Pegada Ecológica: Um estudo aproximativo para aplicabilidade nas indústrias do Pólo Industrial de Manaus (PIM)", sob a responsabilidade do pesquisador Márcio Vinicius Araújo de Barros, a qual pretende fazer uma ampla revisão das metodologias de Pegada Ecológica e sua aplicabilidade na escala empresarial, Identificar as variáveis necessárias para o cálculo dos indicadores da Pegada Ecológica no ambiente corporativo e Avaliar a aplicação dos indicadores da Pegada Ecológica para mensurar o estado da arte atual das empresas do Pólo Industrial de Manaus.

Sua participação é voluntária e se dará por meio do preenchimento do instrumento de coleta de dados que é um questionário, para coleta dos dados necessários para o cálculo dos indicadores de Pegada Ecológica.

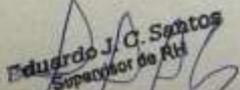
Não existem riscos decorrentes de sua participação na pesquisa pois você estará respondendo um questionário, somente com preenchimento de dados. Se você aceitar participar, estará contribuindo para ampliação do conhecimento científico sobre os Indicadores de Sustentabilidade, em especial os Indicadores de Pegada Ecológica.

Se depois de consentir em sua participação o Sr desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. O Sr não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração ou indenização. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Para qualquer outra informação, o Sr poderá entrar em contato com o pesquisador Márcio Vinicius Araújo de Barros, Professor do Centro Universitário de Ensino Superior do Amazonas – CIESA no endereço: Rua Pedro Dias Leme, 203, Flores, CEP: 69058-818, Manaus/AM, pelo telefone (92-35843057 ou 92-99836464), ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFAM, na Rua Teresina, 495, Adrianópolis, Manaus-AM, Telefone (92) 3305-5130.

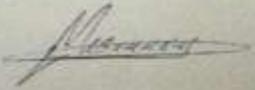
Consentimento Pós-Infomação

Eu, Eduardo Jesus Corrêa dos Santos, fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Data: 29 / 07 / 2013.



Assinatura do Participante
Confidencial Ind. e Com. Automotivos Ltda.



Assinatura do Pesquisador Responsável

Anexo C Parecer Consubstanciado do CEP



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE
DO AMAZONAS - FUA (UFAM)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Pegada Ecológica: Um estudo aproximativo para aplicabilidade nas indústrias do Polo Industrial de Manaus (PIM).

Pesquisador: Márcio Vinicius Araújo de Barros

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 20190113.9.0000.5020

Instituição Proponente: Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 500.842

Data da Relatoria: 18/12/2013

Apresentação do Projeto:

É claro e evidente a necessidade de se buscar ferramentas ou sistemas que sejam capazes de avaliar o grau de sustentabilidade do desenvolvimento atual, como um desafio para medir a sustentabilidade. Ainda não existe um consenso na comunidade científica mundial acerca de um método de avaliação da sustentabilidade dos países. Em um estudo comparativo de indicadores de sustentabilidade, Siche et al.(2005, apud PEREIRA, 2008, p.4) concluíram que os melhores indicadores que podem explicar a realidade ecológica de um sistema nacional são os indicadores da Pegada Ecológica. A Pegada Ecológica é uma ferramenta de contabilidade ambiental que acompanha as demandas concorrentes da humanidade sobre a biosfera por meio da comparação da demanda humana com a capacidade regenerativa do planeta. A ligação entre Pegada Ecológica total e biocapacidade, a capacidade regenerativa da terra, indica claramente em que medida está sendo ultrapassado os limites naturais do nosso planeta. A Pegada Ecológica serve como uma poderosa ferramenta de comunicação e de advertência para possibilitar avanços na discussão sobre os limites ecológicos ao crescimento econômico entre cientistas, tomadores de decisão e a sociedade em geral. Este projeto tem por objetivo principal realizar um estudo aproximativo sobre os indicadores de sustentabilidade denominados de Pegada Ecológica para aplicabilidade nas indústrias do pólo Industrial de Manaus (PIM).

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis **CEP:** 69.057-070

UF: AM **Município:** MANAUS

Telefone: (92)3305-5130

Fax: (92)3305-5130

E-mail: cep@ufam.edu.br



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO AMAZONAS - FUA (UFAM)



Continuação do Parecer: 500.842

Objetivo da Pesquisa:

- Objetivo Primário:

Avaliar a aplicação dos indicadores da pegada ecológica para mensurar o estado da arte atual das empresas do Polo Industrial de Manaus.

- Objetivo Secundário:

- 1) Fazer uma ampla revisão das metodologias de Pegada Ecológica e sua aplicabilidade na escala empresarial;
- 2) Identificar as variáveis necessárias para o cálculo dos indicadores da Pegada Ecológica no ambiente corporativo;
- 3) Estimar a Biocapacidade das empresas do Pólo Industrial de Manaus;
- 4) Estimar o consumo ou a pegada das empresas do Pólo Industrial de Manaus.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e benefícios: ADEQUADOS

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

-Metodologia: ADEQUADA.

-Critérios de inclusão e exclusão: inseridos e adequados.

-Orçamento: detalhado e adequado.

-Cronograma: adequado. A pesquisa será realizada até 10/01/2014.

-Instrumentos para coleta de dados: adequados, após a elaboração de uma introdução para que os sujeitos saibam do que trata o documento.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

TCLE: adequado.

Anuência: adequado, pois trata-se de um sujeito e uma empresa investigados.

Recomendações:

O Comitê de ética pede que o pesquisador só inicie a pesquisa após a aprovação do protocolo.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As pendências foram resolvidas e as dúvidas sobre o número de sujeitos foram sanadas.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O Parecer é pela aprovação pois o protocolo está adequado às normas éticas que regem as pesquisas que envolvem seres humanos.

MANAUS, 18 de Dezembro de 2013

Assinador por:

**MARIA EMILIA DE OLIVEIRA PEREIRA ABBUD
(Coordenador)**

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis **CEP:** 69.057-070

UF: AM **Município:** MANAUS

Telefone: (92)3305-5130

Fax: (92)3305-5130

E-mail: cep@ufam.edu.br

Anexo D Questionário

QUESTIONÁRIO

Manaus, ____ / ____ / 2014.

Caro Sr. _____, apresento abaixo o instrumento de coleta de dados da pesquisa “Pegada Ecológica: Um Estudo Aproximativo para Aplicabilidade nas Indústrias do Polo Industrial de Manaus (PIM)”. Que pretende avaliar o Grau de Sustentabilidade da Empresa que V.Sa. trabalha, através dos indicadores da Pegada Ecológica.

A Pegada Ecológica serve como uma poderosa ferramenta de comunicação e de advertência para possibilitar avanços nas discussões sobre os limites ecológicos ao crescimento econômico entre cientistas, tomadores de decisão e a sociedade em geral.

Para possibilidade do cálculo dos indicadores de Pegada Ecológica, são necessários os dados do Consumo Interno Geral da empresa conforme expressos no Questionário abaixo.

Agradecemos a participação de V.Sa. e a disponibilidade para o levantamento e registro dos referidos dados, e estabelecemos um prazo máximo de 30 dias para o preenchimento do questionário.

Márcio Vinicius Araújo de Barros

Pesquisador Responsável

E-Mail: mvtecnologia1@yahoo.com.br

Fone para Contato: 9983-6464.

1- DATA DA COLETA:		
2- N° DE COLABORADORES:		
3- ITENS		
3.1- ÁREAS (ha ou m²)		
a- Útil	b- Verde	c- Construída
3.2- ALIMENTAÇÃO	Qty. (Ton./Mês)	Fornecedor / Distribuidor / Região de Fabricação
a- Carne de Gado		
b- Carne de Frango		
c- Peixe		
d- Arroz		
e- Feijão		
f- Farinha		
g- Tomate		
h- Cebola		
3.3- TRANSPORTE (Km / Mês)		
a- Oficial (Rotas)		
b- Pessoal: Distância Empresa - Bairro		
3.4- CONSUMO DE ÁGUA (m³ / Mês)		
3.5- CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (KWh / Mês)		
a- Termoelétrica		
b- Hidroelétrica		
3.6- CONSUMO DE PAPEL (Ton. / Mês)		
3.7- EMISSÃO DE EFLUENTES LÍQUIDOS (m³ / Mês)		
Assinatura do Responsável:		