



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**

TESE DE DOUTORADO

**ÍNDICE DE PEGADAS AMBIENTAIS INTEGRADAS (IPAI):
MODELO E VALIDAÇÃO**

DANILO DE OLIVEIRA ALEIXO

Campina Grande – PB

Fevereiro de 2014
DANILO DE OLIVEIRA ALEIXO

**ÍNDICE DE PEGADAS AMBIENTAIS INTEGRADAS (IPAI):
MODELO E VALIDAÇÃO**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Recursos Naturais.

Área de Concentração: Sociedade e Recursos Naturais

Linha de Pesquisa: Desenvolvimento, Competitividade e Sustentabilidade

Orientadores: Prof. Dr. Vicente de Paulo Rodrigues da Silva
Prof. Dr. José Dantas Neto

Campina Grande – PB
Fevereiro de 2014

DANILO DE OLIVEIRA ALEIXO

**ÍNDICE DE PEGADAS AMBIENTAIS INTEGRADAS (IPAI):
MODELO E VALIDAÇÃO**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Vicente de Paulo Rodrigues da Silva (Orientador)
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais/UFCCG

Prof. Dr. José Dantas Neto (Co-orientador)
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais/UFCCG

Prof. Dr. Marx Prestes Barbosa (Examinador Interno)
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais/UFCCG

Prof. Dr. Wilson Fadlo Curi (Examinador Interno)
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais/UFCCG

Prof. Dr. João Hugo Baracuy da C. Campos (Examinador Externo)
Centro de Ciência, Tecnologia e Saúde/UEPB

Profa. Dra. Gêuda Anazile da Costa Gonçalves (Examinadora Externa)
Centro de Ciências Sociais Aplicadas/UEPB

Dedico este trabalho de tese aos meus pais **Dionísio** e **Lindauro**, minha esposa **Alessandra**, e meu filho **Alejandro**.

"Sonho com o dia em que todos levantar-se-ão e compreenderão que foram feitos para viverem como irmãos" (Nelson Mandela)

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por ser o criador do céu e da terra.

A meus pais **Dionísio** e **Lindaura** e meus irmãos **Dionísio** e **Delano** por sempre estarem me apoiando durante esses anos de doutorado.

À minha esposa, **Alessandra** pelo auxílio, carinho e compreensão durante toda esta etapa de doutoramento, principalmente nos momentos mais difíceis.

A meu filho **Alejandro** pela alegria, energia, bagunça e por ter dado a oportunidade de novos aprendizados como: paciência, insistência, etc.

Agradeço, em especial, ao meu orientador Prof. Dr. **Vicente de Paulo Rodrigues da Silva**, pela indicação, ineditismo, desafio e abrangência de como foi trabalhada a tese, por todo o tempo dispendido, pelos conhecimentos que me foram transmitidos e pela confiança depositada no decorrer do estudo.

Ao meu Co-orientador, Prof. Dr. **José Dantas Neto**, pela sugestão do tema e orientação.

Ao Prof. Dr. **João Hugo Baracuy da Cunha Campos**, pela colaboração.

Ao Prof. Dr. **Lincoln Elói de Araújo**, pelas dicas e colaboração.

À **Universidade Federal de Campina Grande**, através do **Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais**, pelo caráter multidisciplinar do curso.

Ao Prof. Dr. **Gesinaldo Ataíde Cândido**, pela seriedade na coordenação do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais.

À **CAPES** pelo aporte financeiro concedido.

A **Cleide dos Santos** pela colaboração e presteza que sempre nos proporcionou.

Ao **Grupo Pegada Hídrica Brasil**, pelas experiências trocadas e que atualmente está figurando como um dos grupos de pesquisa consolidado nacionalmente pelos seus trabalhos.

Finalmente, a todas as pessoas que contribuíram de forma direta e indireta, até mesmo sem saber, para realização de mais um sonho, de mais uma vitória, de mais uma etapa e de muitas que estão por vir, meu muito obrigado.

Resumo

Modelos de pegadas ecológica, de carbono, e hídrica estão sendo cada vez mais usados para monitorar uso pessoal e doméstico dos recursos naturais. Estas pegadas humanas são uma séria ameaça global e cada nação está olhando para as opções possíveis para reduzi-la desde que suas conseqüências são alarmantes. Este trabalho propõe uma pegada integrada como ferramenta para avaliar os impactos ambientais diretos e indiretos da atividade humana. Com base nas definições da pegada de carbono, hídrica e ecológica foi proposto o IPAI (Índice de Pegadas Ambientais Integradas). Este índice foi construído na premissa de que nenhum indicador, por si só é capaz de monitorar de forma abrangente o impacto humano sobre o meio ambiente. Os resultados do trabalho permitiram concluir que o IPAI consiste num índice preciso que pode auxiliar os poderes públicos e privados na tomada de decisão. A comunidade heterogênea que apresentou maior índice IPAI foi a Naturista, com valor de 0,90 na faixa classificada como “Crítico”, enquanto que a comunidade Indígena apresentou o menor valor de 0,47, na faixa de “Moderadamente Aceitável”, que é considerado sustentável. O continente que apresentou maior índice IPAI foi Oceania (1,82), classificado como “Insustentável”, enquanto que a África apresentou valor médio do IPAI (0,67) na faixa “Alerta”, muito embora seja o menor índice encontrado no estudo. A média IPAI global dos continentes do planeta apresenta índice de 1,16 na faixa de “Insustentável”, mostrando que a capacidade do planeta está excedendo seu limite de sustentabilidade.

Palavras-chave: Pegada hídrica. Pegada ecológica. Pegada de carbono. IPAI.

Abstract

Carbon, ecological and water footprints models are increasingly being used for monitoring personal and household of natural resources. These human footprints are serious global threat and every nation is looking at the possible options to reduce it since its consequences are alarming. This work proposes the use of integrated footprints approaches as a tool for assessing the direct and indirect environmental impacts from human activity. Based on the definition of carbon, water and ecological footprints, it was constructed the Integrated Environmental Sustainability Index (IESI). It was provided for the first time a definition of the “Footprint environmental” as a suite of indicators to track human pressure on the planet and under different angles which is the environmental sustainability multidimensional index. This index has been constructed on the premise that no single indicator per se is able to comprehensively monitor human impact on the environment, but indicators rather need to be used and interpreted jointly. The results indicate that the IESI is an accurate index which can help public and private organizations in environmental decision-making processes. A heterogeneous community of Naturist presented the highest IESI index (0.90), classified as into critical range, while the Indigenous community presented the lowest value of IESI (0.47), into the Moderately Acceptable range, which is considered sustainable. The Oceania continent showed the highest index IESI (1.82) classified as Untenable, while Africa had a IESI value of 0.67 classified as into alert range, although it is the lowest mean value found in the study . The IESI mean of the continents has global index of 1.16 into Untenable range, showing that the planet's capacity of sustainability

Keywords: water footprint, ecological footprint, carbon footprint, IESI

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dimensões e variáveis envolvidas nos cálculos das pegadas hídrica, ecológica e de carbono	46
Tabela 2. Técnicas de coleta e análise dos dados e os tipos de material coletados na pesquisa	46
Tabela 3. Classificação do IPAI (Índice de Pegadas Ambientais Integradas)	48
Tabela 4. Percentual dos gêneros masculino e feminino das comunidades heterogênea	52
Tabela 5. Hábito alimentar das comunidades heterogêneas. Vegetariano (VEG); médio consumidor de carne (MCC); e alto consumidor de carne (ACC)	53
Tabela 6. Renda média familiar das comunidades heterogêneas compreendidas nas faixas: menor que um salário mínimo ($<1SM$), entre um e três salários mínimos ($1\leq SM < 3$) e maior que três salários mínimos ($SM\geq 3$)	54
Tabela 7. Componentes da Pegada Hídrica das comunidades heterogêneas	56
Tabela 8. Detalhamento da pegada hídrica de alimentos das comunidades heterogêneas	57
Tabela 9. Consumo de peixes das comunidades heterogêneas. N/R: Nunca/Raramente; O/C: Ocasionalmente/Constantemente; F/S: Frequentemente/Sempre	59
Tabela 10. Consumo médio de energia elétrica (CMEE) e número de habitantes (NH) por moradia das comunidades heterogêneas	61
Tabela 11. Área da residência (AR) média das comunidades heterogêneas	62
Tabela 12. Distância percorrida de carro (DMC) pelas comunidades heterogêneas	63
Tabela 13. Consumo médio de serviços básicos dos moradores das comunidades heterogêneas	65
Tabela 14. Médias do Índice de Pegadas Ambientais Integradas (IPAI) das comunidades heterogêneas analisadas no estudo em função da Pegada Hídrica (PH), Pegada Ecológica (PE) e Pegada de Carbono (PC)	69
Tabela 15. Valores médios da Pegada Hídrica (PH), Pegada Ecológica (PE), Pegada de Carbono (PC) e IPAI dos países da África	71
Tabela 16. Valores médios da Pegada Hídrica (PH), Pegada Ecológica (PE), Pegada de Carbono (PC) e IPAI dos países da América do Norte	74

Tabela 17. Valores médios da Pegada Hídrica (PH), Pegada Ecológica (PE), Pegada de Carbono (PC) e IPAI dos países da América Central	75
Tabela 18. Valores médios da Pegada Hídrica (PH), Pegada Ecológica (PE), Pegada de Carbono (PC) e IPAI dos países da América do Sul	75
Tabela 19. Valores médios da Pegada Hídrica (PH), Pegada Ecológica (PE), Pegada de Carbono (PC) e IPAI dos países da Ásia	76
Tabela 20. Valores médios da Pegada Hídrica (PH), Pegada Ecológica (PE), Pegada de Carbono (PC) e IPAI dos países da Europa	77
Tabela 21. Valores médios da Pegada Hídrica (PH), Pegada Ecológica (PE), Pegada de Carbono (PC) e IPAI dos países da Oceania	78
Tabela 22. Valores médios de PH, PE, PC e IPAI de todos os continentes do planeta	79

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1. Desenvolvimento sustentável e as suas ferramentas de medição	17
2.2. Meio ambiente e sustentabilidade	20
2.3. Desenvolvimento sustentável: um conceito em construção	22
2.4. Sistema de indicadores de sustentabilidade	24
2.5. Diferença entre índice e indicador	29
2.6. Índices e indicadores de sustentabilidade	30
2.7. Sistema de indicadores de sustentabilidade ambiental	31
2.7.1. Pegada hídrica	31
2.7.2. Tipos de pegada hídrica	33
2.7.2.1. Pegada hídrica direta e indireta	33
2.7.2.2. Pegada hídrica interna e externa	33
2.7.2.3. Pegada hídrica azul	34
2.7.2.4. Pegada hídrica verde	34
2.7.2.5. Pegada hídrica cinza	35
2.7.3. Pegada ecológica	36
2.7.4. Pegada hídrica relacionada com a pegada ecológica	37
2.7.5. Pegada de carbono	38
2.7.6. Pegada hídrica relacionada com a pegada de carbono	40
3. MATERIAL E MÉTODOS	42
3.1. Caracterização do estudo	42
3.2. Método da pesquisa	43
3.3. População e sujeitos da pesquisa	44
3.4. Instrumento de coleta de dados	44
3.5. Definição das variáveis de investigação	45
3.6. Ordenamento, tratamento e análise dos dados	45
3.7. A pesquisa Delph como metodologia para congruência	47
3.8. Modelo de sustentabilidade ambiental integrado	48

3.9. Validação do modelo IPAI-----	49
3.9.1. Indígena-----	49
3.9.2. Quilombola-----	49
3.9.3. Naturista-----	50
3.9.4. Pescadores-----	50
3.9.5. Assentamento rural-----	50
3.9.6. Cidade de grande porte-----	51
3.9.7. Cidade de médio porte-----	51
3.9.8. Cidade de pequeno porte-----	51
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	52
4.1. Pegada hídrica das comunidades heterogêneas-----	52
4.1.1. Gênero-----	52
4.1.2. Hábito alimentar-----	53
4.1.3. Renda média familiar-----	54
4.1.4. Componentes da pegada hídrica (PH)-----	56
4.1.5. Detalhamento da pegada hídrica dos alimentos-----	57
4.2. Pegada ecológica das comunidades heterogêneas-----	59
4.2.1. Consumo de peixe-----	59
4.2.2. Consumo de energia elétrica-----	60
4.2.3. Área da residência-----	61
4.2.4. Distância percorrida de carro (motorista ou passageiro)-----	63
4.3. Detalhamento da pegada de carbono (PC)-----	64
4.3.1. Consumo médio de gás de cozinha-----	64
4.3.2. Consumo de serviços aéreos-----	66
4.3.3. Proprietário de veículos-----	67
4.3.4. Uso de transporte público-----	67
4.3.5. Possuidor de conta bancária e uso de serviços financeiros-----	68
4.4. O Índice de Pegadas Ambientais Integradas - IPAI-----	68
4.4.1. Médias IPAI das comunidades heterogêneas-----	68
4.4.2. Médias IPAI dos países por continente-----	70
4.4.2.1. África-----	70
4.4.2.2. América do Norte-----	73
4.4.2.3. América Central-----	74

4.4.2.4. América do Sul	75
4.4.2.5. Ásia	76
4.4.2.6. Europa	77
4.4.2.7. Oceania	78
4.4.3. Média Global dos Índices de Pegadas Ambientais Integradas (IPAI)	78
5. CONCLUSÕES	80
6. REFERÊNCIAS	81
ANEXOS	88
Anexo I – Dimensão 1 – Pegada hídrica	88
Anexo II – Dimensão 2 – Pegada ecológica	88
Anexo III – Dimensão 3 – Pegada de carbono	90

1. INTRODUÇÃO

O século XX foi palco de transformações significativas em vários setores da vida humana. Esse período foi marcado por um exponencial avanço tecnológico, que provocou o aumento da expectativa de vida do homem, bem como de sua capacidade de autodestruição, trazendo como consequências o crescimento significativo da utilização de matéria e de energia para atender as necessidades da sociedade (Van Bellen, 2006). O cenário mundial apresentava um aumento na demanda por bens e serviços, mas seu preenchimento não foi uniforme e gerava grandes disparidades nos padrões de vida e de consumo das populações de diferentes nações, juntamente com índices de desigualdade crescentes (Van Bellen, 2006).

O marco inicial para a incorporação da questão ambiental no debate sobre o desenvolvimento das nações aconteceu com a primeira Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre o Meio Ambiente Humano realizada em Estocolmo no ano de 1972. Essa conferência chamou a atenção das nações para o fato de que a ação humana estava causando séria degradação da natureza e criando severos riscos para o bem estar e para a própria sobrevivência humana (Feldman, 1997). Este evento foi a primeira iniciativa global visando identificar os impactos da ação do homem sobre o meio ambiente, bem como propor a adoção de um modelo de desenvolvimento que respeitasse a capacidade de renovação dos ecossistemas em substituição ao modelo fundamentado apenas no crescimento econômico (Feldman, 1997). Este cenário global serviu de motivação para o surgimento de um novo paradigma de desenvolvimento denominado sustentável. De acordo com essa ideia o grau de avanço de uma dada sociedade é medido não somente por sua capacidade de gerar riqueza (dimensão econômica), mas também pelas condições de divisão da riqueza gerada (dimensão social) juntamente com a preservação e conservação do meio ambiente (dimensão ambiental).

O maior desafio do desenvolvimento sustentável é a compatibilização da análise com a síntese, isto é, construir um desenvolvimento dito sustentável juntamente com a escolha de indicadores que mostrem esta tendência. A complexidade de situações que envolvem o desenvolvimento sustentável requer, para sua análise, sistemas interligados, indicadores inter-relacionados ou a agregação de diferentes indicadores. A manutenção do equilíbrio entre as sustentabilidades sócio-econômicas e ambientais requer não só uma compreensão dos fluxos econômicos, mas também saber o quanto da capacidade biológica é necessária para absorver os impactos ambientais produzidos pela humanidade. O conceito dominante de desenvolvimento sustentável consiste em descobrir como o planeta pode proporcionar

recursos suficientes para assegurar o bem estar das pessoas em toda parte. Neste particular, a Pegada Ecológica (PE) demonstra que a humanidade está atualmente vivendo além da capacidade da Terra.

No início de 1990 o conceito de PE foi introduzido como uma medida da apropriação humana das áreas biologicamente produtivas por William Rees e Mathis Wackernagel (Rees, 1992, 1996 & Wackernagel et al., 2004a, 2005). Posteriormente, Hertwich e Peters (2009) trabalharam o conceito de Pegada de Carbono (PC) que mede a quantidade total de gases de efeito estufa (GGE) ao longo do ciclo de vida do produto. Cerca de dez anos depois, Hoekstra & Huang lançaram um conceito similar denominado de Pegada Hídrica (PH) para medir a apropriação humana da água doce no globo (Hoekstra & Huang, 2002). Muito embora ambos os conceitos tenham raízes e métodos de medição diferentes, em alguns aspectos os dois conceitos têm em comum o fato de traduzirem o uso de recursos naturais pela humanidade (Hoekstra, 2009). A PE expressa o uso de espaço (hectares), enquanto a PH mede o uso total de recursos de água doce (em metros cúbicos por ano). Já em 2009 Hoekstra realizou uma comparação dos conceitos e métodos de análise da PH e PE e sugeriu como um conceito pode ser interpretado em relação ao outro e que ambos podem ser usados de forma complementar. Por outro lado, Hubacek et al. (2009) analisaram as implicações ambientais da urbanização e na mudança de estilo de vida na China com base nos conceitos de PH e PE. O conceito de PH tem sido principalmente discutido em fóruns de recursos hídricos e de ciências políticas. Após o lançamento na reunião de peritos em Delft, na Holanda, em 2002 o conceito foi posteriormente discutido em várias reuniões internacionais de recursos hídricos, tal como no Fórum da Água no Japão em 2003, conferência sobre água virtual, organizado pelo Conselho Mundial de Água em 2003 (WWC, 2004). A PH de um indivíduo ou comunidade é definida como o volume total de água doce usado para produzir bens e serviços consumido pelo indivíduo ou comunidade (Hoekstra & Chapagain, 2008). Ela também pode ser calculada para qualquer grupo definido de consumidores, incluindo uma família, vila, cidade, estado ou nação (Hoekstra & Chapagain, 2007b; Kampman et al., 2008).

A elaboração de indicadores de sustentabilidade ambiental contemplando a PH, PE e Pegada de Carbono (PC) pode ser uma iniciativa construtiva no estudo do meio ambiente. Neste sentido, várias tentativas têm sido feitas recentemente para desenvolver uma abordagem integrada dessas pegadas para a avaliação dos impactos ambientais e de consumo (Giljum et al., 2011; Niccolucci et al., 2010; Patrizi, 2009). Galli et al. (2012) propuseram pela primeira vez um conceito integrado da família das pegadas como um conjunto de indicadores para

acompanhar a pressão humana sobre o planeta. Nenhum indicador de sustentabilidade por si só é capaz de monitorar de forma abrangente o impacto humano sobre o meio ambiente (Galli et al., 2012). Esses autores argumentam ainda que os indicadores de sustentabilidade precisam ser usados e interpretados em conjunto para a avaliação dos impactos ambientais de produção e consumo.

Pelo exposto acima, a hipótese central desta tese é que um modelo integrado de pegadas ambientais, denominadas de hídricas, ecológica e de carbono constituem-se numa ferramenta eficiente na avaliação do grau de sustentabilidade ambiental de indivíduos e/ou comunidades.

Neste sentido, os objetivos deste trabalho são os seguintes:

Geral: Desenvolver e validar um modelo através de Índices de Pegadas Ambientais Integradas utilizando a pegada hídrica, ecológica e de carbono para mensurar o nível de sustentabilidade ambiental de comunidades heterogêneas, pessoas e países.

Específicos: (i) Quantificar e comparar os componentes das pegadas hídrica, ecológica e de carbono em diferentes tipos de comunidade organizadas; (ii) Quantificar a pegada hídrica total utilizada em alimento, uso doméstico, industrial de cada uma das comunidades analisadas; (iii) Quantificar e comparar a contribuição da categoria de alimentos na formação da PH de diferentes comunidades (iv) Determinar as pegadas hídrica, ecológica e carbono *per capita* dos habitantes de cada comunidade analisada no estudo (v) Determinar as pegadas hídrica, ecológica, carbono e o índice de pegadas ambientais integradas das comunidades heterogêneas, pessoas e países de todos os continentes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Desenvolvimento sustentável e as suas ferramentas de medição

Para medir o crescimento da economia, expresso através da capacidade de uma nação de gerar riqueza interna, foi criado o Produto Interno Bruto (PIB) que representa uma medida de quão rápido os recursos são transformados em fluxos monetários sem considerar os efeitos específicos na sociedade (Van Bellen, 2006). No entanto, tal indicador apresentava lacunas com relação aspectos sociais. Para monitorar os problemas sociais oriundos da desigualdade da distribuição de renda, durante os anos 60, deu-se início ao desenvolvimento de sistemas de indicadores sociais, envolvendo aspectos como saúde, educação, equidade, trabalho e rendimento, perdendo o PIB sua exclusividade (Scandar Neto, 2004). As discussões passaram a ser focadas não apenas no que ocorria nos países mais ricos, mas naqueles que apresentassem melhor qualidade de vida. Nessa mesma época, a indústria de bens e consumo dos países mais desenvolvidos requeria energia em grande quantidade para manter o crescimento econômico desejado e a energia em parte significa a emissão de poluentes que podem comprometer a manutenção da vida na Terra (Martins, 2006).

O termo desenvolvimento sustentável é claramente carregado de valores, nos quais existe uma forte relação entre os princípios, a ética, as crenças e os valores que fundamentam uma sociedade ou comunidade e sua concepção de sustentabilidade. A diferença nas definições é decorrente das diferentes abordagens que se tem sobre o conceito. Portanto, o grau de sustentabilidade é relativo, dependendo do ponto de vista considerado, isto é, uma função do campo ideológico ambiental ou dimensão em que cada ator se coloca (Lafer, 1996). Acredita-se que o problema está na própria junção de um substantivo (desenvolvimento) com um adjetivo (sustentável), que representa um juízo de valor próprio de cada indivíduo e, portanto, não quantificável (Bellia, 1996).

A Agenda 21, documento retirado da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, que é considerada o decálogo do Desenvolvimento Sustentável, sugere que os países elaborem, de acordo com a sua realidade, as Agendas 21 Nacionais e que, dentro do próprio país, sejam elaboradas as Agendas 21 Regionais e Locais (Agenda 21, 1997). Esse documento não é apenas um tratado ou convenção internacional, mas um plano de intenções não mandatário, cuja implementação depende da boa vontade política dos governantes e da mobilização social (Barbieri, 1997). O capítulo 28 da Agenda 21

Global se dedica ao fortalecimento das autoridades locais como parceiros importantes do processo de desenvolvimento sustentável e recomenda que cada autoridade local deva iniciar um diálogo com seus cidadãos, organizações comunitárias e empresas privadas locais para elaborar uma Agenda 21 Local. Ao se pensar o desenvolvimento de forma sustentável, é preciso ter em mente a necessidade de um acompanhamento simultâneo, também a ser constituído, que possibilite percepções a curto, médio e longo prazos. As necessidades de desenvolvimento de Indicadores de Sustentabilidade encontram-se nos Capítulos 8 e 40 da Agenda 21 Global. O Capítulo 8 orienta expressamente que os países devem desenvolver sistemas de monitoramento e avaliação do avanço para o desenvolvimento sustentável adotando indicadores que meçam as mudanças nas dimensões econômica, social e ambiental. Já o capítulo 40 considera que no desenvolvimento sustentável, cada pessoa é usuária e provedora de informação, considerado em sentido amplo, o que inclui dados, informações e experiências e conhecimentos adequadamente apresentados.

A necessidade de informação é um dos aspectos fundamentais do processo de implementação de Agendas 21 (Capítulo 28). Para que se possam diagnosticar situações que se pretende modificar e acompanhar o impacto das ações propostas, são necessárias informações que expressem os resultados e forneçam uma referencia para o debate. Pois, as informações expressas na forma de indicadores e índices são números que procuram descrever um determinado ângulo da realidade, ou a relação entre seus diversos aspectos: social, natureza, institucional e econômico, necessária para subsidiar a tomada de decisão e o monitoramento dos impactos das atividades antrópicas. Se forem conhecidas as relações entre os indicadores e o padrão de resposta do sistema, pode-se inferir a respeito da previsão de futuras condições. Convém ainda destacar que um indicador não apenas se alimenta de informações, mas também as produz. Os indicadores de sustentabilidade diferenciam-se dos demais por exigirem uma visão de mundo integrada, necessitando relacionar, para tanto, a economia, o meio ambiente e a sociedade de uma determinada comunidade. Sabe-se que um bom indicador sinaliza os problemas antes que eles venham acontecer, inclusive apontando o que precisa ser feito para resolvê-los. É desse modo que para comunidades em crise os indicadores são considerados instrumentos importantes para definir soluções para um futuro melhor (Maragon et al., 2004). No desenvolvimento de sua pesquisa sobre análise da sustentabilidade, Van Bellen (2006) verificou que existem inúmeras ferramentas ou sistemas que buscam mensurar o grau de sustentabilidade do desenvolvimento. No entanto, são pouco conhecidas suas características técnicas e práticas. Assim sendo, apresentam-se os três

sistemas de indicadores de sustentabilidade mais reconhecidos internacionalmente, selecionados pelos mais variados especialistas da área ambiental, que lidam com o conceito de desenvolvimento sustentável: Pegada ecológica, Painel de Sustentabilidade e o Barômetro de Sustentabilidade.

O método da pegada ecológica consiste em estabelecer a área de um espaço ecológico necessária para a sobrevivência de uma determinada população ou sistema, que permite o fornecimento de energia e recursos naturais e seja capaz de absorver os resíduos ou dejetos do sistema. Emprega apenas uma dimensão, a ecológica, para realizar os cálculos necessários e possui pouca influência nos tomadores de decisão (Van Bellen, 2006). Por outro lado, o barômetro da sustentabilidade possibilita, através de uma escala de performances, a comparação de diferentes indicadores representativos do sistema, permitindo uma visão geral do estado da sociedade e do meio ambiente. Os resultados são apresentados por índices, em uma escala que varia de uma base 0 (ruim ou péssimo) a 100 pontos (bom ou ótimo). Ele utiliza duas dimensões: ecológica e social; possuindo menor impacto sobre o público-alvo (Van Bellen, 2006). Já o painel da sustentabilidade é um índice que representa a sustentabilidade de um sistema englobando a média de vários indicadores com pesos iguais, catalogados em quatro categorias de performance: econômica, social, natureza e institucional. Esse índice possui uma forma de apresentação mais simples, quando comparada com os demais indicadores, através de uma escala de cores que varia do vermelho-escuro (resultado crítico), passando pelo amarelo (médio) até chegar ao verde-escuro (resultado positivo). Dentre os avaliados, esse é o único que considera quatro dimensões para estimar o índice de sustentabilidade, além de ser visualmente atraente (Van Bellen, 2006). Esse método, na avaliação de Van Bellen, possui a maior abertura entre os três pesquisados; esta característica diz respeito à capacidade e facilidade na observação de julgamentos de valor, que são parte integrante de qualquer sistema de avaliação.

O processo de desenvolvimento sustentável local deve ser encarado como uma construção coletiva, fruto do esforço de diversos atores sociais e, no limite, de toda a comunidade, visando à consolidação de uma nova realidade local. Monitorar e avaliar o andamento deste processo é fundamental para garantir sua sustentabilidade (ou os parâmetros definidos para que o mesmo seja sustentável). Essa avaliação deve considerar as próprias dimensões de um desenvolvimento efetivo; que se diferencie, portanto, do crescimento econômico, e leve em consideração a necessidade de ser socialmente justo, economicamente viável e ambientalmente responsável. Como esse processo é caracterizado pela contínua

mudança, é preciso possuir instrumentos de avaliação simples e que possam captar periodicamente os resultados positivos e negativos das ações implementadas. Esses instrumentos devem servir como antenas, captando as necessidades de alterações de rumo, identificando potencialidades e vulnerabilidades.

2.2. Meio ambiente e sustentabilidade

Toda sociedade cria, inventa, institui uma ideia do que seja natureza. Dessa forma, o conceito de natureza não é algo natural, pois ao longo dos anos sendo criado e instituído pelos homens. A natureza representa um dos pilares através do qual os homens desenvolvem suas relações sociais, sua cultura, além das proteções espirituais e materiais. Portanto, é de fundamental importância que se reflita e analise como foi e como é concebida a natureza em nossa sociedade, que serve como matéria prima para o modo de produção e de vida (Gonçalves, 2005).

A sociedade humana, na relação sociedade-natureza (homem-natureza) está assentada principalmente na visão e no reforço da ideia cristã do homem representando o centro do universo. Daí a sociedade humana se autointitulou sujeito da história, guiada pela visão de progresso ligado ao crescente domínio acerca da natureza. O homem por sua vez é descuidado em relação ao meio ambiente, e até podem exibir um interesse no “verde”, nas “amenidades ambientais”, mas, por via de regra, ignoram as leis fundamentais da termodinâmica, e agem como se a degradação entrópica não existisse, na visão e modo de produzir a qualquer custo (Cavalcanti, 1998). Já em termos da ruptura da relação homem/natureza a passagem do atual mundo desintegrado para um que apresente a forma de desenvolvimento como sendo sustentável (levando a acreditar numa melhor qualidade de vida) exige uma migração radical da real situação de insustentabilidade do planeta para outro modelo mais civilizado. Para isso, deve-se avançar na quebra de paradigmas para um novo direcionamento da abordagem econômica para uma sociedade sustentável (Rohde, 1994).

Para que seja atingido o real equilíbrio entre natureza e sociedade serão necessárias mudanças na visão de mundo e nos hábitos, além da valorização do “ser” ao invés do “ter”. Portanto, a evolução de uma sociedade se dá inclusive com a evolução do seu sistema econômico, em consonância com as mudanças no sistema de valores que serve como base para todas as suas manifestações. Tais valores inspiram a vida de uma sociedade que determinarão sua visão de mundo, através dos empreendimentos científicos, das instituições

religiosas, além das ações políticas e econômicas que os caracterizam e à medida que a sociedade contribui para que haja inovação e adaptação social, o sistema de valores em resposta aos desafios ambientais, emergem a novos padrões de evolução cultural (Capra, 1982). Do ponto de vista ambiental, uma sociedade sustentável é aquela que atende as necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras. O Relatório de *Brundtland* revela que existe incompatibilidade entre o desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo da sociedade, emergindo a necessidade de uma nova relação “ser humano/meio ambiente”.

A construção de uma sociedade sustentável fundamenta-se com base na equidade e justiça social, que no contexto da sociedade moderna precisam ser resgatados, pois ela é caracterizada pela centralização de concentração de riquezas e conseqüente segregação de classes e exclusão dos menos favorecidos (Bonder, 2003). Com relação à satisfação das necessidades básicas da população, essa relação está associada a padrões de uso dos recursos naturais e seus processos de produção e consumo, que por sua vez depende de uma estratégia de desenvolvimento sustentável e duradouro, capaz de promover atividades produtivas que permitam o uso racional dos recursos naturais, reduzindo, assim, os custos ecológicos mediante a utilização de fontes alternativas e renováveis de energia. Essas funções poderão ser incrementadas mediante a aplicação dos avanços da ciência e de tecnologias modernas (Leff, 2000).

Diante do exposto é possível concluir que o processo de degradação do meio ambiente não é resultado direto da pressão exercida pelo crescimento demográfico sobre os ecossistemas, mas sim pela forma de como o homem se apropria e faz uso da natureza. Portanto, ao se estabelecer uma compreensão acerca dos modelos de produtividade e consumo que exercem influência direta e agravos aos meios naturais, constitui-se a seguir a relação entre meio ambiente e sustentabilidade. O modelo econômico de produção atual leva ao consumismo e desperdício, o que termina ocasionando aumento excessivo da produção, e conseqüentemente da pressão exercida sobre o meio ambiente e os recursos naturais, levando as mais diversas formas de degradação. O termo sustentabilidade quer dizer o reconhecimento dos limites biofísicos inseridos, de forma incontornável pela biosfera no processo econômico. Essa é a percepção de que na realidade a ecologia sustenta a economia, operando em consonância com os princípios da natureza. Para ser sustentável, o sistema econômico deve possuir uma base sólida de apoio, o que requer que os limites de capacidades e taxas de regeneração e absorção sejam respeitadas, sob pena, do processo econômico se tornar

insustentável (Cavalcanti, 1998). Assim, os limites máximos da natureza e de produtividade devem ser levados em consideração, pois caso não ocorram estarão sendo incompatíveis com os princípios da sustentabilidade.

O debate da sustentabilidade é uma batalha conceitual cheio de subjetividades em suas formações discursivas. O mais importante é descobrir como os conceitos vão sendo incorporados na visão da sociedade e nos discursos dos diferentes atores sociais envolvidos. Para tanto, deve-se verificar como as leis da economia, da cultura e da natureza estão se ordenando para regular a vida social. A sustentabilidade é uma maneira de repensar o processo econômico e de produção, de abrir a escala de tempo a partir da reconfiguração das identidades, quebrando, assim, o cerco do mundo e o fechamento da história que foram impostos pela globalização da economia. A crise ambiental está levando a mobilização de novos atores sociais e interesses comuns para reapropriação da natureza, repensando as ciências e internalizando as externalidades no campo de economia (Leff, 2010). Portanto, o processo de desconstrução da racionalidade econômica deverá passar por um longo período de construção e institucionalização dos princípios que estão fundamentados sob a vida sustentável do planeta.

2.3. Desenvolvimento sustentável: um conceito em construção

O conceito de desenvolvimento sustentável provém de um processo histórico de reavaliação crítica da relação existente entre a sociedade civil e seu meio natural (Van Bellen, 2006). Por se tratar de um processo contínuo e complexo, observa-se hoje que existe uma variedade de abordagens que procura explicar o conceito e essa variedade pode ser demonstrada pelo enorme número de definições presentes na literatura. O uso do termo desenvolvimento sustentável surgiu em 1980 no documento *World Conservation Strategy: living resource conservation for sustainable development* elaborado em cooperação pelas seguintes instituições: *International Union for Conservation of Nature and Natural Resource* (IUCN), Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), *World Wild life Fund* (WWF), *Food and Agriculture Organization* (FAO) e *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO). Tal publicação relata que para ser sustentável o desenvolvimento deve considerar as três dimensões: social, ecológica e econômica (Van Bellen, 2002). Ao longo dos anos, o termo foi evoluindo com diversos focos e conceituações; no entanto, ainda se considera o desenvolvimento sustentável como uma

idéia em formação e não um conceito plenamente elaborado. A definição constante do Relatório de *Brundtland* é a mais conhecida e define o desenvolvimento sustentável. Atualmente, a preocupação é mais ampla e se estende a própria sobrevivência do planeta.

O desenvolvimento é considerado sustentável quando o crescimento econômico traz justiça e oportunidades para todos os seres humanos do planeta, sem privilégio de algumas espécies, sem destruir os recursos naturais e sem ultrapassar a capacidade de carga do sistema (Pronk & UIHaq, 1992). No entanto, por muito tempo o termo desenvolvimento permaneceu como sinônimo de crescimento econômico (Scandar Neto, 2004). No tocante ao desenvolvimento econômico, o crescimento tem caráter quantitativo, conservador, meramente expansivo e se faz em progressão aritmética e o desenvolvimento exprime-se como qualitativo, transformador da realidade, e se faz em progressão geométrica. Diferem ainda no aspecto humano, que favorece uma minoria.

O caráter dinâmico do conceito é ressaltado por Bosseu (1999), que afirma que o conceito de desenvolvimento sustentável deve ser dinâmico (Van Bellen, 2006). A sociedade e o meio ambiente sofrem mudanças contínuas, as tecnologias, culturas, valores e aspirações se modificam constantemente e uma sociedade sustentável deve permitir e sustentar essas modificações. Além disso, reforçando o caráter dinâmico da sustentabilidade, o desenvolvimento sustentável não representa um estado estático de harmonia, mas, antes, um processo de mudança, no qual a exploração dos recursos, a dinâmica dos investimentos, e a orientação das inovações tecnológicas e institucionais são feitas de forma consistente face às necessidades tanto atuais quanto futuras. Dentro dessa perspectiva dinâmica fundamentada em um processo de mudança, o conceito de desenvolvimento sustentável apresenta cinco dimensões principais (Sachs, 1997):

Sustentabilidade social é o estabelecimento de um processo de desenvolvimento que conduz a um padrão estável de crescimento, com uma distribuição mais equitativa da renda e dos ativos, assegurando uma melhoria substancial dos direitos das grandes massas da população e uma redução das atuais diferenças entre os níveis de vida daqueles que têm e daqueles que não têm. A sustentabilidade econômica se torna possível graças ao fluxo constante de inversões públicas e privadas, além da alocação e do manejo eficientes dos recursos naturais. Já a sustentabilidade ecológica implica na expansão da capacidade de transporte da “nave espacial terrestre”, mediante a intensificação dos usos do potencial de recursos existentes nos diversos ecossistemas, estão que torna compatível com um nível mínimo de degradação deste potencial. Portanto, o consumo de combustíveis fósseis e de

outras fontes tem esgotamento rápido, além de prejudiciais ao meio ambiente e, portanto, deveria ser reduzido. Por outro lado, a sustentabilidade geográfica se refere a problemas ambientais ocasionados, muitas vezes, por uma distribuição espacial desequilibrada dos assentamentos humanos e das atividades econômicas. Dois exemplos expressivos desta tendência são a excessiva concentração da população em áreas metropolitanas e a destruição de ecossistemas frágeis, mas de importância crucial, devido a processos não controlados de colonização. Daí a necessidade de se buscar uma configuração rural-urbana mais equilibrada e de se estabelecer uma rede de reservas da biosfera para proteger a diversidade biológica, e, ao mesmo tempo, ajudar a população local a viver melhor. Finalmente, a sustentabilidade cultural provavelmente se constitui na dimensão mais difícil de ser concretizada, à medida em que implica que o processo de modernização deveria ter raízes endógenas, buscando a mudança em sintonia com a continuidade cultural vigente em contextos específicos.

Duas outras dimensões são acrescentadas àquelas propostas por Sachs: a dimensão tecnológica que se refere à promoção do desenvolvimento científico e tecnológica local e a dimensão política que se refere à criação de condições que permitam a participação efetiva no planejamento e controle social das políticas públicas por parte da sociedade civil (Lage & Barbieri, 2001). Muito embora os estudos acima mencionados tenham considerado a existência de até sete dimensões da sustentabilidade, o que tem prevalecido nos estudos envolvendo o desenvolvimento sustentável é o tripé envolvendo as dimensões ambiental, social e econômica do desenvolvimento sustentável, na qual a sociedade busca o equilíbrio entre o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável.

2.4. Sistema de indicadores de sustentabilidade

Os indicadores ambientais começaram a ser utilizados através de esforços de governos e organizações internacionais na elaboração e divulgação dos primeiros relatórios sobre o estado do ambiente, nas décadas de 70 e 80 (Franca, 2001). O governo holandês foi o pioneiro na adoção de indicadores ambientais, em 1989, para avaliar os resultados da implementação do Plano de Política Ambiental Nacional (Hammond et al., 1995). O *World Resources Institute*, entre 1980 e 1990, desenvolveu uma pesquisa sobre indicadores ambientais que resultou na publicação do relatório chamado “*Environmental Indicators: a Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development*”. Nesse relatório estavam sugeridos quatro indicadores agregados

que refletiam o tipo de interação humana com o ambiente, com base nos conceitos clássicos da função que o meio ambiente desempenha em relação à economia, a saber: depleção de recursos, poluição, risco para os ecossistemas, e impacto ambiental sobre o bem estar humano (Hammond et al., 1995). O modelo sugerido pelo WRI sistematiza as informações ambientais de forma estruturada, organizado logicamente as informações para torná-las de fácil compreensão pelo público. A estrutura adota a forma de Pressão-Estado-Resposta que tem como objetivos apresentar as questões ambientais de forma que respondam as seguintes questões:

Indicadores de Estado: O que está acontecendo com o meio ambiente e com a base de recursos naturais?;

Indicadores de Pressão: Por que está acontecendo?;

Indicadores de Resposta: O que está se fazendo a respeito? Devido à simplicidade de sua concepção, esse modelo foi e tem sido muito empregado por alguns pesquisadores, porém, não discrimina a infinidade de interações que ocorrem entre as atividades humanas e o sistema ambiental (Franca, 2001).

Em 1991, o conselho da OECD aprovou uma “Recomendação sobre Indicadores e Informação Ambiental” que recomendava ao seu Comitê de Política Ambiental desenvolver “núcleos de indicadores ambientais com características de confiabilidade, facilidade de entendimento e mensuração, e relevância para a avaliação de políticas” (OECD, 1994). A Comissão em Desenvolvimento Sustentável da ONU, em 1995, organizou o Grupo de Trabalho para elaboração de indicadores do desenvolvimento sustentável para tornar estes indicadores acessíveis aos tomadores de decisão em cada país, no contexto do desenvolvimento sustentável. Atendendo ao chamado do Capítulo 40 da Agenda 21, o Grupo realizou ampla discussão e consulta com especialistas para elaborar as Folhas Metodológicas para cada um dos 134 indicadores propostos (UNCSD, 1996). Estes indicadores foram estruturados segundo a classificação existente na Agenda 21, agrupados em quatro dimensões: social, econômica, ambiental e institucional. Para cada categoria, os indicadores foram divididos de acordo com a tipologia Força Motriz - Estado-Resposta (DSR - *Drive force-State-Response*). Esse modelo é uma ampliação do modelo PSR, isto é, o modelo PSR - que são os indicadores ambientais – foi adaptado para DSR, que são os indicadores de sustentabilidade do desenvolvimento. O conceito de *Driving force* substitui o de *Pressure* para representar a categoria mais ampla de atividades humanas, processos e padrões com

impactos possíveis sobre o desenvolvimento sustentável. Da mesma forma, estado e resposta passam a referir-se à sustentabilidade ao invés de apenas o ambiente (Franca, 2001).

Esta reflexão resultou na publicação da ONU, em 1996, do Livro Azul, como ficou conhecido, cujo título é *Indicators of Sustainable Development: framework and methodologies*. As informações contidas na publicação tinham como objetivo serem testadas pelos governos, que iriam dar a resposta. Esperavam obter as respostas até meados de 2001, quando seria feita uma definição dos indicadores. No mundo, vinte e dois países se propuseram a testar os indicadores, dentre eles o Brasil, Costa Rica, México e Venezuela. Porém, no período de testes, nem todos os indicadores foram empregados, como já se esperava. Cada país adotou apenas os que estimava serem relevantes. Após essa etapa, sugestões foram feitas no sentido de reduzir a quantidade total de indicadores e incluir outros referentes a problemas emergentes como: turismo, transporte, patrimônio cultural, e vulnerabilidade a desastres (UNCSD, 2010). Assim sendo, o grupo de trabalho revisou a estrutura e a lista de indicadores chegando a um conjunto de 57 indicadores, organizados em 15 temas e 38 subtemas, mantendo a classificação por 4 dimensões.

No Brasil, o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), inspirado no movimento internacional liderado pelo CDS (Comissão para o Desenvolvimento Sustentável da ONU) com a publicação do Livro Azul, iniciou as pesquisas na área para adaptá-lo à realidade brasileira. Dos 57 indicadores sugeridos pelo UNCS, o IBGE adotou 50 indicadores e manteve a divisão em 4 dimensões: social, ambiental, econômica e institucional. Dentre os temas tratados têm-se: equidade, saúde, educação, população, habitação, segurança, atmosfera, terra, oceanos, mares e áreas costeiras, biodiversidade, saneamento, estrutura econômica, padrões de produção e consumo, estrutura e capacidade institucional (IBGE, 2012). No ano de 1999, os governos Europeus, através da Agência Ambiental Europeia (EEA) utilizaram o Relatório de Estudo do Ambiente SOER que adaptou o modelo PSR para Força Motriz-Pressão-Estudo-Impacto-Resposta (DPSIR - *Drive force-Pressure-State-Impact-Response*). Nesse modelo, foram agregados dois aspectos que não cabiam bem no modelo PSR. Porém, os relatórios SOER eram basicamente descritivos sobre o estado dos compartimentos ambientais (solo, água, ar, biota, ecossistemas) e o grau de utilização dos recursos não era observado, nem mesmo as estratégias de conservação.

Após a elaboração da Agenda 21, o EEA passou a empregar a terminologia SOER (*State of Environment Reporting*) que então passa a referir-se ao processo de preparação, discussão, divulgação e avaliação das questões ambientais, pois se caracteriza como um

instrumento de decisão integrado e participativo. Também o Banco Mundial intensificou as atividades no campo dos indicadores de sustentabilidade em conformidade com as iniciativas das outras organizações internacionais. O objetivo do Banco Mundial é elaborar indicadores que possibilitem a avaliação da performance ambiental dos projetos de desenvolvimento por parte dos países tomadores de empréstimos (World Bank, 1999).

Os problemas ambientais evoluíram muito - de violentas agressões locais (florestas, ar) passaram a importantes agressões regionais (chuva ácida, ecossistemas) - chegando aos problemas ambientais de ordem global (desertificação, aquecimento, perda de biodiversidade). Essa característica dificulta muito o desenvolvimento e o emprego de indicadores ambientais e/ou sustentáveis, pois elas são as reais ameaças decorrentes das agressões aos ecossistemas? (Besserman, 2003). Atualmente, a sofisticação e o alcance das estatísticas e índices econômicos são grandes; isso se deve ao acompanhamento destes à produção industrial, de serviços, o comércio, o mercado de trabalho, etc. Porém, com relação às estatísticas ambientais e indicadores de desenvolvimento sustentável, esse avanço rápido não se verifica; a produção desses valores indicativos é muito precária no mundo todo (Besserman, 2003). Essa deficiência se deve, segundo o autor supracitado, a dois fatores: a recente consciência ambiental instalada na população mundial e a falta de clareza quanto ao cerne da questão ambiental.

Existe uma variedade de sistemas de indicadores que, atuando em diferentes dimensões, procuram mensurar a sustentabilidade do desenvolvimento. Dentre eles alguns dos principais projetos em indicadores de desenvolvimento sustentável, são: **PSR** (*Pressure/State/Response*) – *Organization for Economic Cooperation and development*; **DSR** (*Driving-force/State/Response*) – *United Nations Commission on Sustainable Development*; **HDI** (*Human Development Index*) – *United Nations Development Programm*; **DS** (*Dashboard of Sustainability*) – *International Institut for Sustainable Development/Canadá*; **BS** (*Barometer of Sustainability*) – *IUCN/Prescott/Allen*; **EFM** (*Ecological Footprint Method*) – *Wackernagel and Rees*; **Wealth of Nations** – *World Bank*; **ESI** (*Environmental Sustainability Index*) – *World Economic Forum*, dentre outros (Van Bellen, 2002).

Em resumo, indicadores são ferramentas úteis para a identificação das questões prioritárias de qualquer local, servindo não só como subsídio para a formulação de políticas públicas, mas como parâmetro de orientação e fortalecimento da ação de fiscalização dessas políticas e também para elaboração de alternativas. Porém, não se deve esquecer que ainda não existe nenhum tipo de medida que possa descrever corretamente todos os aspectos,

estrutura e dinâmica do meio ambiente. A pretensão de sua mensuração leva a problemas metodológicos, esconde o propósito do uso e controle, reduzindo os espaços de discussão social.

Ao analisar diversas propostas de índices e indicadores de sustentabilidade, observam-se outros problemas comuns aos indicadores até então construídos, tais como: ausência ou fragilidade da concepção conceitual, fragilidade dos critérios de escolha das variáveis representativas, falta de critérios claros de integração dos dados, baixa relevância dos dados utilizados. Devido à falta de precisão em relação aos conceitos de sustentabilidade e qualidade ambiental, o processo de escolha dos dados e variáveis a serem utilizados na mensuração dos referidos fenômenos é por muitas vezes obscuro, assim como são as relações de causalidade que dão suporte aos sistemas de indicadores construídos. Muitos dos denominados sistemas de indicadores são, muitas vezes, meras listas de dados e variáveis. Por se tratarem de iniciativas isoladas, em geral restritas a um contexto local, a comparabilidade dos indicadores e índices é geralmente baixa. A construção dos índices envolve ainda a complicação adicional de tornar comparáveis dados de diferentes fontes, produzidos a partir de escalas distintas, com cobertura e distribuição espacial e temporal diversas, levando à busca de formas alternativas e aproximadas para imputar dados faltantes e construir aproximações adequadas e representativas de informações inexistentes.

Nas abordagens tradicionais dos indicadores de desenvolvimento sustentável se concebia exclusivamente a descrição do estado do meio ambiente, dando-se, por exemplo, a medida de concentração de poluentes no ambiente. Indicadores de desempenho, por outro lado, ajudam a medir a distância das condições ambientais em relação às metas políticas estabelecidas ou limites técnicos. Nesse sentido, os indicadores de desempenho são fundamentais, auxiliando na seleção da relevância política em um conjunto de indicadores. Porém, para que os indicadores de desempenho cumpram a sua finalidade, é necessário que as metas e os objetivos políticos estejam claramente formulados e que o monitoramento e as técnicas de avaliação sejam de qualidade reconhecida. O conceito de indicadores refere-se às informações que são parte de um processo específico de gestão e que podem ser comparados com os objetivos dos ditos processos; os indicadores são utilizados, portanto, como informação à qual se atribui um significado e transcendência maior do que seu valor observado ou real (Winograd, 1996). Já os índices são construídos para se obter uma redução no volume de dados acerca de variáveis particulares que têm um significado ou transcendência especial. De maneira geral, os indicadores e índices são elaborados para

cumprirem as funções de simplificação, quantificação, análise e comunicação, o que permite entender fenômenos complexos e torná-los quantificáveis e compreensíveis, de modo que possam ser analisados em um dado contexto e, ainda, comunicar-se com os diferentes níveis da sociedade.

Os indicadores, quando colocados de forma numérica, são valores medidos ou derivados de mensurações quantitativas e/ou qualitativas, passíveis de serem padronizados e assim comparados com essas mesmas informações de outras áreas, regiões ou países. Dessa forma, eles possibilitam a seleção das informações significativas, a simplificação de fenômenos complexos, a quantificação da informação e a comunicação da informação entre coletores e usuários. É importante que não se paralise apenas na construção do quadro-referencial dos indicadores, mas é necessário, sobretudo, que ele seja encarado como uma ferramenta essencial na organização de um sistema de informações, que facilite a geração de novas informações, as comparações em diferentes níveis e a construção de cenários para subsidiar a tomada de decisão para as diferentes instâncias de decisão.

2.5. Diferença entre índice e indicador

Muitas vezes os conceitos de índice e de indicador são utilizados de forma equivocada como sinônimos, causando inclusive certa confusão. Indicador é uma ferramenta utilizada para obtenção de informações sobre uma determinada realidade (Mitchell, 1996). Um indicador também pode ser um dado individual ou um agregado de informações e para ser considerado um bom indicador deve conter os seguintes atributos: de fácil compreensão; coerência na quantificação estatística e lógica; e comunicar o estado do fenômeno observado de forma eficiente (Muller et al., 1997). Um índice revela o estado de um fenômeno ou sistema e pode ser construído para análise de dados através da junção de determinados elementos com relacionamentos estabelecidos (Prabhu et al., 1996).

A diferença entre índice e indicador é que um índice representa um valor final agregado de todo um processo utilizado para chegar a um determinado cálculo, inclusive se faz o uso de indicadores como variáveis que o compõem e normalmente são utilizados na fase de pré-tratamento dos dados originais. Também se pode dizer que um índice é um indicador de alta categoria (Khanna, 2000). Portanto, índices ou indicadores funcionam como sinal de alerta para apresentar a situação do fenômeno avaliado, pois como se tratam de valores estatísticos, apresentam uma situação real naquele exato momento.

2.6. Índices e indicadores de sustentabilidade

Em se tratando de índices e indicadores de sustentabilidade o debate está apenas iniciando, pois até o momento não há nenhuma fórmula ou receita consensual para avaliar o que se apresenta como sustentável ou insustentável. Inicialmente, um índice de sustentabilidade deve referir-se aos elementos relativos da sustentabilidade de um sistema e a forma explícita de seus objetivos, sua base conceitual e o seu público usuário (Romeiro, 2004). A metodologia adotada é um dos aspectos mais críticos de um índice de sustentabilidade, tanto para que seja determinado, quanto para ser lido e interpretado. Independente da seleção, ela deve acontecer de forma clara e transparente para que não haja dúvidas sobre quais os princípios que estão na base do processo. Outro aspecto importante a ser observado num processo de avaliação ambiental de um sistema, é que não existe a possibilidade de apenas um indicador ou conjunto de indicadores determinarem sua sustentabilidade e que se refiram apenas a um aspecto do sistema. Portanto, a sustentabilidade de qualquer sistema é determinada por um conjunto de fatores que envolvem os aspectos econômicos, sociais e ambientais e todos devem ser contemplados no cálculo do índice de sustentabilidade através dos indicadores correspondentes (Bouni, 1996).

O método mais comum de desenvolvimento de índices é constituído pelas seguintes etapas: decisão do fenômeno a ser estudado; seleção dos indicadores, que devem ser pautados na sua relevância, na área de abrangência do tema escolhido e na facilidade de acesso e qualidade dos dados; estudo das relações entre os indicadores; normalização e atribuição dos pesos; e teste de sensibilidade e consistência, que tem o intuito de verificar a abrangência e aplicabilidade do índice (Saisana & Tarantola, 2002). Apesar dos procedimentos apresentados estarem definidos de forma bastante clara, a etapa de seleção dos indicadores consiste num momento crucial, devido ao alto grau de subjetividade da escolha. Um dos métodos mais utilizados pelo meio científico para solução de problemas com alto grau de subjetividade é o método Delphi. Esse método consiste numa metodologia de pesquisa que tem como característica a consulta através de um grupo de especialistas com o objetivo de atingir um consenso relacionado a algum problema ou determinado assunto. Essa consulta é feita através de questionários, que são enviados e reenviados para os especialistas até que haja a convergência das respostas.

De forma geral, uma pesquisa pode ser desenvolvida através do método Delphi quando: o problema não apresenta características a uma solução analítica precisa, mas pode

ser minimizado quando analisado de forma coletiva; a heterogeneidade dos participantes a serem consultados deve ser preservada, como forma de validação do estudo; e quando essa heterogeneidade for acentuada, apresentando divergência ideológica intensa, ocorrendo o anonimato no processo de comunicação (Listone & Turoff, 2002). Para aplicação do método alguns princípios básicos devem ser respeitados, partindo desde a troca de informações entre os painelistas até o anonimato das respostas, para que as opiniões dos painelistas identificados não influenciem os demais pontos de vista. Além disso, a possibilidade de revisão das respostas deve ser preservada com base na resposta do grupo, o que é alcançado através de várias rodadas pela aplicação do questionário, até chegar a sua congruência. Neste sentido vários trabalhos foram publicados fazendo uso da metodologia Delphi, entre eles: The Delphi Method: techniques and applications (Listone & Turoff, 2002), Proposal of an environmental performance index to assess solid waste treatment technologies (Coelho et al., 2011), Proposta de índice de qualidade para água bruta afluenta a estações convencionais de tratamento (Souza & Libânio, 2009), dentre outros.

2.7. Sistema de indicadores de sustentabilidade ambiental

2.7.1. Pegada hídrica

Nos dias atuais, a água doce tem se tornado um recurso global desejado em função do crescente comércio internacional de *commodities* cujo processo produtivo faz uso intenso de água, como grãos, gado, fibras e bioenergia (Hoekstra, 2008). Como resultado, o uso dos recursos hídricos está espacialmente desconectado do local de consumo. A pegada hídrica (PH) de um produto, bem ou serviço, é igual ao volume de água doce utilizado no processo de produção daquele bem no local onde foi utilizado, dentro e/ou fora do território nacional. Os resultados geralmente são expressos em m³/ano ou m³/capita/ano. Em relação aos principais fluxos de água virtual no mundo, estão relacionados à utilização nas culturas de soja (11%), trigo (9%), arroz (6%) e algodão (4%) (Hoekstra & Chapagain, 2008). O conceito de PH contempla a informação baseada no conceito de água virtual e demonstra a quantidade real de água necessária para satisfazer e sustentar a necessidade humana (Hoekstra et al. 2011).

Os conceitos de água virtual e pegada hídrica, com frequência são utilizados como sinônimos, porém apresentam fundamental diferença, pois permite identificar os agentes responsáveis pelo “consumo” de água, sejam eles produtores ou consumidores finais. A água

virtual é definida como um indicador físico da quantidade necessária para produzir os bens e serviços que serão consumidos por um determinado território ou indivíduo. Sendo assim, a água virtual se consolida como um indicador a partir de um ponto de vista da produção, enquanto a PH é um indicador com uma perspectiva do processo de consumo (Velázquez et al., 2011). A ideia de levar em consideração o uso da água ao longo das cadeias de abastecimento ganhou destaque e interesse após a introdução do conceito. A PH é um indicador de uso de água doce que se traduz não só no uso direto de água por parte do produtor ou consumidor, mas também no uso indireto. Portanto, trata-se de um conceito multidimensional, que revela os volumes de consumo de água por fonte e volume de água poluída por tipo de poluição. Todas as componentes de uma pegada hídrica são geograficamente e temporariamente especificadas (Hoekstra et al., 2011). Apresentando-se como um indicador de uso de água, a pegada hídrica difere em três aspectos do conceito “*water withdrawal*”: a pegada hídrica não inclui o uso de água azul quando a mesma é devolvida para o meio onde foi originada; ela não está somente restrita ao uso de água azul, estando inclusas também a água verde e cinza e ela não está restrita ao uso direto da água, contemplando de forma igualitária o uso de água indireto (Hoekstra et al., 2011).

A PH oferece uma melhor e mais ampla perspectiva acerca da utilização de sistemas de água doce por parte dos produtores e consumidores, apresentando-se como uma medida volumétrica do consumo de água e níveis de poluição. O impacto ambiental causado na localidade proporcionado pelo consumo de água e nível de poluição depende da vulnerabilidade do sistema de água da localidade, bem como do número de consumidores e agentes poluidores que utilizam diretamente desse mesmo sistema (Seixas, 2011). Os cálculos da pegada hídrica conduzem a discussões acerca da sustentabilidade e equidade do uso da água, bem como do seu processo de distribuição, proporcionando também uma boa base para avaliação dos impactos ambientais causados na localidade, quer seja em relação aos aspectos ambientais, sociais e econômicos. A PH média global é de 1.230 m³ por pessoa por ano. Os fatores que influenciam diretamente na pegada hídrica são: o volume do consumo, padrão de consumo (considerando o alto e baixo consumo de carne), práticas agrícolas e fatores climáticos (Hoekstra, et al., 2008). Na busca por um planeta mais sustentável e à semelhança do que ocorre com a pegada ecológica e a pegada de carbono, nos últimos anos têm sido apresentadas sugestões para redução da pegada hídrica, incluindo o compromisso de neutralidade em relação ao uso de água (água neutra), reduzindo o seu consumo e nas medidas de compensação provocadas pelo processo de poluição.

Apesar da temática ainda ser considerada nova, vários trabalhos já foram publicados envolvendo a pegada hídrica - The Water Footprint of India, Value of Water Research. (Kampman, et al., 2008), Water Footprint Manual. Setting the Global Standard (Hoekstra, et al., 2011), Nacionalização dos recursos hídricos: um estudo exploratório da pegada hídrica no Brasil (Maracajá, 2013), pegada ecológica - Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis (Hoekstra, 2009), . Environmental implications of urbanization and lifestyle change in China: Ecological and Water Footprints (Hubacek et al., 2009), Avanços e Percalços no Cálculo da Pegada Ecológica Municipal: Um estudo de Caso. RGSA (Furtado et al., 2009) e pegada de carbono – Carbon footprint of nations: a global, trade-linked analysis (Hertwich & Peters, 2009), Integrating Ecological, Carbon and Water footprint into a “Footprint Family” of indicators: Definition and role in tracking human pressure on the planet (Galli et al., 2012).

2.7.2. Tipos de pegada hídrica

2.7.2.1. Pegada hídrica direta e indireta

A pegada hídrica direta diz respeito ao consumo de água e nível de poluição relacionado ao uso de água na residência ou no ato de regar o jardim, por exemplo. Já a pegada hídrica indireta refere-se ao consumo e nível de poluição que estão diretamente associados ao processo de produção de bens e serviços que são utilizados pelos consumidores (Hoekstra et al., 2011). Assim, percebe-se que no geral a pegada hídrica indireta é superior à pegada hídrica direta. No entanto, por ser “invisível”, é geralmente negligenciada. A maior parte da pegada hídrica utilizada por um consumidor está associada aos produtos e serviços que consome e não a quantidade de água para consumo doméstico. Em se tratando de empresas, grande parte tem a sua pegada hídrica na cadeia de abastecimento (pegada hídrica indireta) e não no processo de produção (pegada hídrica direta), visto que medidas aplicadas na cadeia de abastecimento levam a custos mais eficazes.

2.7.2.2. Pegada hídrica interna e externa

A pegada hídrica interna está relacionada à utilização dos recursos hídricos do país para produzir bens e serviços para serem consumidos pela sua própria população, enquanto

que a pegada hídrica externa está relacionada à quantidade de recursos hídricos utilizados em outro país para produção de bens e serviços que são consumidos pela população através do processo de importação (Hoekstra et al., 2011).

2.7.2.3. Pegada hídrica azul

A pegada hídrica azul é um indicador de uso consuntivo de água doce superficial ou subterrânea que está diretamente dependente das variáveis hidrológicas que por sua vez regulam o ciclo hidrológico, tais como: precipitação, evaporação, escoamento superficial, infiltração, dentre outras. O termo “consuntivo” refere-se aos seguintes casos: (i) água evaporada; (ii) água que é incorporada ao produto; (iii) água que não retorna a bacia hidrográfica de origem; e (iv) água que retorna à bacia hidrográfica de origem em outro período. Dentre todas as componentes do ciclo hidrológico, a evaporação é considerada a de maior significância, sendo que em alguns casos é considerada de uso consuntivo. Dessa forma, vale salientar que o uso consuntivo de água não significa que a água desaparece, pois em sua grande parte retoma de forma natural o ciclo hidrológico.

Pelo fato da água ser um recurso renovável, não quer dizer que seja limitada a sua disponibilidade. Em determinados períodos, a quantidade de água necessária para recarregar as reservas subterrâneas que por sua vez flui através de um rio, é considerada limitada considerando um determinado montante. Assim, a pegada hídrica azul mede a quantidade de água disponível consumida num determinado período do ciclo. Desta forma, esta pegada fornece informações relativas à quantidade de água azul que os seres humanos consomem. Já a parte restante que não é consumida pelos seres humanos é destinada à manutenção dos ecossistemas que dependem de água superficial e subterrânea (Hoekstra et al., 2011). A unidade de medida da pegada hídrica azul é dada pela relação do volume de água por unidade de tempo, e quando dividida pela quantidade de produto resultante do processo pode também ser expressa em termos de volume de água por unidade de produto.

2.7.2.4. Pegada hídrica verde

A pegada hídrica verde é um indicador do consumo humano relacionado diretamente da precipitação. Essa pegada diz respeito à precipitação que chega até a superfície terrestre e por sua vez é armazenada no solo ou por um determinado espaço temporal fica armazenada na

superfície ou na vegetação, ou seja, não sendo infiltrada ou escoada. Portanto, parte dessa fração de precipitação é absorvida pelas plantas ou passa pelo processo de evaporação de modo a tornar-se produtiva. A pegada hídrica verde representa o volume de água da chuva que é consumida durante o processo de produção. Esta informação é relevante principalmente para os produtos advindos da silvicultura e da agricultura, pois também se refere ao processo de evapotranspiração das culturas, além da incorporação da água de chuva pelos produtos.

É importante compreender a distinção entre a pegada hídrica azul e a pegada hídrica verde, pois os impactos ambientais, sociais e hidrológicos, bem como os custos de oportunidade do uso das águas subterrâneas e superficiais destinadas à produção, diferem distintamente dos impactos e custos através da utilização da água captada da chuva (Falkenmark & Rockström, 2004; Hoekstra & Chapagain, 2008). No caso da atividade agrícola o consumo de água verde pode ser estimado ou mensurado fazendo uso de um conjunto de fórmulas empíricas ou modelos apropriados que estimem o processo de evapotranspiração tomando como base os dados de entrada das características da cultura, clima e solo (Seixas, 2011).

2.7.2.5. Pegada hídrica cinza

A pegada hídrica cinza é um indicador que mostra o grau de poluição de água doce. Ela é definida como o volume de água doce necessária para absorver a carga de poluentes baseados nos padrões atuais de qualidade ambiental da água. Atualmente poucos são os estudos acerca da temática, pois depende diretamente de inúmeros parâmetros químicos dessas águas e o processo de monitorização ainda é muito deficitário. A concentração natural de um corpo receptor é a concentração na massa de água que ocorreria se não houvesse interferências humanas no processo de captação. As substâncias de origem humana, que em condições naturais estariam presentes na água e quando as concentrações naturais não são conhecidas com precisão, estima-se que sejam baixas, para tanto se admite que a concentração natural na massa de água receptora é considerada nula ($C_{nat} = 0$). O padrão de qualidade ambiental da água doce pode apresentar variação de acordo com a massa de água em questão, bem como pode variar a concentração natural levando-se em consideração a localização. Sendo assim, uma carga poluente num determinado local pode resultar numa determinada pegada hídrica cinza e num outro local uma pegada hídrica cinza diferente, com menor ou

maior impacto, determinada pela diferença entre a concentração máxima permitida e a concentração natural do local em questão (Hoesktra et al., 2011).

2.7.3. Pegada ecológica

Nos últimos anos, vários têm sido os indicadores desenvolvidos para medir a sustentabilidade, inclusive o método da pegada ecológica, que é um dos mais conhecidos e utilizados em escala global. O método fundamenta-se no conceito de capacidade de carga, reforçando a premissa de sensibilizar a sociedade por meio do apelo que os recursos naturais são finitos. Em 1996, Rees e Wackernagel introduziram o conceito de Pegada Ecológica (PE) como uma medida da área de terra biologicamente produtiva necessária para produzir os recursos renováveis em relação à forma como a população consome e assimila os resíduos que gera. A pegada ecológica global em 2003 foi de 14,1 bilhões de hectares no globo, sendo que mais da metade (52%) em florestas para a compensação das emissões de CO₂ (Hails et al., 2009). A PE expressa às demandas diretas e indiretas da humanidade para a produção de recursos renováveis e assimilação de CO₂ e as compara com a capacidade ecológica do planeta. Esse tipo de pegada pode ser aplicado em escalas que variam de simples produtos, cidades, regiões, países e até todo o planeta (Ewing et al., 2010).

A pegada ecológica é uma medida imposta por uma determinada comunidade sobre os recursos naturais. Ela representa o espaço geográfico natural correspondente para manter em equilíbrio um determinado sistema ou unidade (Wackernagel & Rees, 1996). Desta forma, a pegada ecológica apresenta a extensão de área que a humanidade explora da natureza para determinar uma produtividade expressa em termos de área apropriada, o qual a carga imposta ao ambiente natural está diretamente relacionada ao consumo *per capita* da população. A pegada ecológica global média é de 2,7 que é medida em hectares globais (Hoekstra et al., 2008). Essa ferramenta é considerada de simples e fácil compreensão, pois contabiliza os fluxos de materiais e energia que entram e saem de um sistema econômico e esses fluxos são convertidos em área correspondente de terra e água existente no ambiente natural para que o sistema se mantenha em equilíbrio (Van Bellen, 2006). O método da pegada ecológica foi desenvolvido com a finalidade de dar direção a questões de sustentabilidade, em três diferentes vertentes (Parente & Ferreira, 2007): (i) equidade entre gerações no decorrer do tempo, e por assim permitir a porção de recursos naturais determinada que os seres humanos podem utilizar em relação à capacidade de regeneração do ambiente natural; (ii) equidade

nacional e internacional em tempos atuais, dentro e entre nações, por permitir a capacidade de mensurar e representar de forma quantitativa o nível de consumo de cada um dos atores sociais envolvidos no contexto; e (iii) equidade entre as espécies, pois aponta quanto outras espécies são dominadas pelos seres humanos através do processo de exploração da biosfera.

A pegada ecológica evidencia os impactos das atividades antropogênicas no sistema natural, auxiliando o processo de tomada de decisão de modo que venha a proporcionar benefícios a ambas às partes: sociedade e meio ambiente (Silva et al., 2004). Os valores da pegada ecológica e a biocapacidade são usados para expressar um aspecto fundamental da sustentabilidade: a apropriação humana da capacidade regenerativa da Terra. Esses conceitos analisam a condição humana a partir de ângulos diferentes, sob a suposição de que a capacidade regenerativa da Terra será provavelmente um dos fatores limitantes para a economia humana, se a demanda humana continua a superar o que a biosfera pode renovar. Outros aspectos da PE podem ser encontrados em Kitzes et al. (2009).

O método da pegada ecológica também leva a refletir a duas indagações que estão diretamente relacionadas aos atores sociais foco (Furtado et al., 2008): (i) de que forma a sociedade está se posicionando e se comportando em relação à sustentabilidade do planeta Terra?; (ii) quais políticas estão sendo desenvolvidas e recomendadas em prol da mudança de hábitos comportamentais relacionados ao nível de consumo de bens e serviços, com vistas a melhorar os índices de pegada ecológica? Portanto, o método proporciona uma forma de medir o superávit ou déficit ecológico, possibilitando aos gestores públicos e de instituições privadas, empreguem os resultados obtidos pelo método no processo de elaboração das perspectivas políticas de atuação e de procedimentos estratégicos que contemplem as questões de ordem econômica, social e ambiental. Diante do exposto, o método da PE aponta a quantidade de recursos naturais em determinado espaço geográfico demarcado, oferece e suporta de carga imposta pela sociedade sobre o ambiente natural, bem como, procura estimular a consciência ambiental reforçando a lógica de que a sociedade depende diretamente da conservação do ecossistema para continuar sua existência.

2.7.4. Pegada hídrica relacionada com a pegada ecológica

O conceito de pegada ecológica foi introduzido década de 90, apresentando como característica de uma medida de apropriação das áreas biologicamente produtivas pelo homem. Já o conceito de pegada hídrica, que foi introduzido por Hoekstra após uma década e

é similar ao da pegada ecológica e se apresenta como uma medida de apropriação humana dos recursos de água doce advindas do planeta. Os dois conceitos apresentam em comum o fato de ambos utilizarem os recursos naturais como forma de tradução do consumo humano. Mesmo sabendo que os conceitos possuam raízes diferentes e métodos de medição diferem em determinados aspectos.

O recurso natural água doce, através do processo cíclico da biosfera, diante de sua disponibilidade ou escassez, pode influenciar a capacidade de regeneração do planeta, tornando evidente a relação de união destes dois indicadores. A pegada ecológica mede o uso de área em hectares, já a pegada hídrica mede o uso de água doce em sua totalidade em metros cúbicos por ano (Hoekstra et al., 2011). Fazendo uma comparação entre estes dois indicadores, chega-se a conclusão que os mesmos devem ser vistos como indicadores complementares, visto que fazem uso dos recursos naturais em relação ao consumo humano.

2.7.5. Pegada de carbono

A pegada de carbono é uma medida dos impactos causados pelas atividades humanas sobre o meio ambiente, e em particular das mudanças climáticas. Ela mede a quantidade total de emissões de gases que provocam o efeito estufa (GEE) que são diretamente e indiretamente causadas por algum tipo de atividade (de indivíduos, populações, governos, empresas, organizações, processos, setores da indústria, dentre outros) ou ao longo do ciclo de vida do produto (Hertwich & Peters, 2009). Efetivamente, a pegada de carbono mede a quantidade total de emissões de GEE que são causados diretamente e indiretamente por uma atividade ou são acumulados ao longo dos estágios de vida de um produto. Isso inclui atividades de indivíduos, populações, governos, empresas, organizações, processos, setores da indústria, etc. Em qualquer caso, todas as fontes devem ser levadas em consideração. Apesar do nome, a pegada de carbono não é expressa em termos da área. A quantidade total de gases de efeito estufa é simplesmente medida em unidades de massa (kg, ton, etc.) e nenhuma conversão pode ocorrer para área (ha, m², km², etc). Para conversão em área de terra seriam necessários pressupostos que aumentariam as incertezas e erros na estimativa da PC.

Para a promoção de neutralização das emissões de GEE, deve-se em primeiro lugar realizar o inventário das suas emissões. Dentre as vantagens proporcionadas, o inventário pode fornecer informações valiosas acerca dos riscos e oportunidades de atuar em uma economia com restrição de carbono. De forma estratégica, tais informações podem ser

relevantes para manter a licença de operação da empresa, assegurar sucesso de longo prazo no ambiente competitivo de negócios e estar em conformidade com políticas emergentes nacionais, regionais e internacionais dirigidas para reduzir as emissões corporativas de GEE (Chang, 2006). Portanto, o inventário das emissões totais de gases num processo produtivo de uma empresa constitui-se justamente na “Pegada de Carbono”.

A origem do termo “Pegada de Carbono” é remetida ao conceito de “Pegada Ecológica”, que é um indicador de sustentabilidade ambiental que quantifica os recursos materiais e energéticos que uma determinada população humana necessita para produzir os recursos que consome e para absorver seus resíduos com as tecnologias disponíveis, em um determinado intervalo de tempo. Trata-se de uma análise que compara a demanda humana na natureza com a habilidade desta em prover serviços e regenerar-se. A contabilização dos recursos naturais é similar à da análise de ciclo de vida (ACV), porém convertida em uma unidade comum. Dessa forma, o uso de energia, materiais, a pressão sobre a atmosfera e águas, o impacto sobre as florestas e outros fatores são convertidos em uma medida com determinado padrão, em geral hectares de terra equivalente ou mesmo referindo-se ao planeta Terra (Goldemberg & Lucon, 2008).

As delineações acerca da pegada ecológica constataam que não havendo espaço suficiente para que todos os seres humanos continuem consumindo de forma indiscriminada, as três possibilidades de ação para a humanidade são: 1) manutenção da desigualdade social e exclusão; 2) competição acirrada pelos recursos naturais; ou 3) igualdade sustentável, por baixo, com as devidas compensações por “débitos” e “créditos”. Obviamente, a terceira opção seria mais plausível, seguindo a convicção de ser a alternativa mais sustentável e que melhor atende o coletivo e garante um ambiente próximo do que seria considerado saudável. Neste sentido, se providências urgentes não forem tomadas, os cenários não são nada satisfatórios, podendo a pegada ecológica da humanidade chegar ao equivalente a 2,5 bilhões de hectares (Goldemberg & Lucon, 2008).

Para obter o cálculo da pegada de carbono, tem-se a soma da pegada primária e secundária. A pegada primária é uma medida das emissões diretas de CO₂, que são provenientes da queima de combustíveis fósseis, incluindo também o consumo de energia elétrica para uso doméstico e dos transportes. Esta é a fração que o ser humano é capaz de controlar, podendo assim reduzi-la. Já a pegada secundária mede as emissões indiretas de CO₂ presente em todo ciclo de vida dos produtos que é consumido, representando as emissões

ligadas desde o processo de produção até sua eventual eliminação. A pegada de carbono global média é de 4,0 que é medida em toneladas de CO₂/ano (Hoekstra, et al., 2008).

A unidade é massa de CO₂, com a inclusão de outros GEE, a unidade passa a ser massa de CO₂ equivalente. Esta conversão é obtida através do produto da massa real de um gás pelo fato potencial de aquecimento global do mesmo, fazendo com que os efeitos do aquecimento global dos diferentes GEE sejam comparáveis. Existem seis GEE identificados pelo Protocolo de Quioto, nomeadamente o CO₂, NH₄, N₂O, HFC, PFC e SF₆ (Galli et al., 2004). Sendo assim, a pegada de carbono é calculada através da análise do Ciclo de Vida (ACV) de produtos e seus processos produtivos, permitindo o estudo da reparação dos danos ambientais provocadas pelas emissões de GEE. A ACV é um dos métodos de investigar, estimar e avaliar as cargas ambientais causadas por materiais, produtos, processos, ou serviços ao longo de seu tempo de vida. Vale salientar que as cargas ambientais incluem os materiais e recursos energéticos requeridos para criar algum produto, assim como os resíduos e emissões geradas durante os processos produtivos.

2.7.6. Pegada hídrica relacionada com a pegada de carbono

A pegada hídrica tem como foco principal a apropriação do recurso natural em relação ao volume de água doce que é necessária para o consumo humano, principalmente por apresentar com maior clareza as relações obscuras entre o uso de água e as atividades provenientes do consumo. Já a pegada de carbono, por sua vez, tem incidência na quantidade total de GEE que são liberados no processo de consumo de recursos, associando assim estas emissões às atividades humanas. De acordo com as características desses dois indicadores, eles apresentam uma ampla cobertura espacial e escala de aplicabilidade, e sua aplicabilidade vai de um simples produto, comunidade, cidade, nação ou até mesmo o planeta como um todo (Galli et al., 2004). Os mesmos contabilizam todas as etapas do processo do ciclo de vida do produto, até a etapa final. Para tanto, ambos os indicadores são capazes de apresentarem consequências advindas das atividades humanas sobre o meio ambiente, sendo complementares na avaliação de índices que retratam as pressões humanas exercidas sobre o planeta.

Esta seção teve como finalidade apresentar os principais aportes teóricos relacionados ao tema proposto no trabalho de tese. Neste sentido, foram abordados tópicos relevantes que servirão de aporte para analisar os resultados sobre o tema proposto. Abordou-se: meio

ambiente e sustentabilidade, explorando as considerações acerca do meio ambiente e sustentabilidade, desenvolvimento sustentável: um conceito em construção, sistema de indicadores de sustentabilidade, diferença entre índice e indicador, índices e indicadores de sustentabilidade, sistema de indicadores de sustentabilidade ambiental, explorando a pegada hídrica, tipos de pegada hídrica, pegada ecológica, relação entre pegada hídrica e pegada ecológica, pegada de carbono, e por fim, relação entre pegada hídrica e pegada de carbono. Vale salientar que todos esses tópicos abordados são de extrema relevância e subsidiam uma real integração entre a abordagem do problema e os objetivos propostos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Esta seção apresenta os aspectos metodológicos para o desenvolvimento do estudo, onde foram traçados os procedimentos utilizados para atender à problemática central e os objetivos propostos pela pesquisa na seção 1. Aqui estão destacados e descritos os elementos metodológicos, a saber: caracterização do estudo; método da pesquisa; população e sujeitos da pesquisa; os dados da pesquisa; instrumentos de coleta de dados; definição das variáveis de investigação; ordenamento, tratamento e análise dos dados.

3.1. Caracterização do estudo

Quanto ao escopo, este estudo pode ser classificado como pesquisa de campo, uma vez que teve observações coletadas diretamente no local da ocorrência dos fenômenos. Pode ser considerado, também, como um estudo de caso por ser efetuada uma análise mais apurada e precisa da realidade de um fenômeno, que no caso é um estudo acerca do processo de desenvolvimento e validação de um modelo integrado de sustentabilidade ambiental como forma de auxiliar medidas sustentáveis em comunidades heterogêneas. A decisão pelo estudo de caso múltiplo deu por se caracterizar pelo estudo instrumental em vários casos para melhor entender o conjunto da coletividade. Também se mostrou mais apropriado por apresentar características de três fundamentos lógicos: para ser um caso decisivo, um caso representativo ou um caso revelador (Yin, 2005). Quanto aos objetivos ou formas de estudo do objeto, caracteriza-se por uma pesquisa do tipo exploratória e descritiva. Exploratória em função de existir pouca literatura sistematizada acerca do tema, especialmente voltadas para a pegada hídrica, pegada ecológica e pegada de carbono que, além de proporcionar uma visão mais ampla e familiarizada dos fatos e dos fenômenos, obtém informações mais precisas de esclarecimentos, conhecimentos mais aprofundados sobre o problema investigado com vistas a torná-los visíveis e podendo explorar estudos mais recentes acerca da temática (Diehl, 2004). Este estudo configura-se, ainda, como descritiva considerando que ele apresenta as características dos fenômenos, objeto de estudo, pois foi solicitado a um grupo de participantes seus posicionamentos e percepções sobre aspectos específicos acerca do tema abordado. A partir daí, foram efetivados registros, analisando-os, classificando-os e interpretando os fatos sem a interferência do entrevistado (Diehl, 2004). Configura-se também como um estudo documental, pois as fontes da análise documental frequentemente são de

origem secundária, haja vista que constituem conhecimento, dados ou informação já reunidos ou organizados. São fontes secundárias a mídia impressa (jornais, revistas, boletins, almanaques, catálogos) e a eletrônica (gravações magnéticas de som e vídeo, gravações digitais de áudio e imagem) e relatórios técnicos Wimmer e Dominick (1987).

3.2. Método de pesquisa

Mediante a pesquisa bibliográfica realizada, definiu-se que as variáveis são qualitativas e quantitativas, considerando que a pesquisa foi projetada tanto para gerar resultados confiáveis que permitam auxiliar a análise dos resultados, como para descrever e interpretar o processo de desenvolvimento e validação de um modelo integrado de sustentabilidade ambiental. Metodologia quantitativa caracteriza-se pelo uso da quantificação, tanto na coleta de dados quanto no tratamento das informações, por meio de técnicas estatísticas, desde as mais simples, como percentuais, média, desvio-padrão, às mais complexas, como coeficiente de correlação, análise de regressão, dentre outras, com o objetivo de garantir resultados e evitar distorções de análise e de interpretação, possibilitando uma margem de segurança maior quanto às inferências (Diehl, 2004). Portanto, nesta pesquisa utilizou-se, para a quantificação dos dados, a análise estatística. Já a pesquisa qualitativa compreende a descrição da complexidade de determinado problema e a interação de certas variáveis, como também, busca compreender e classificar os processos dinâmicos vividos por grupos sociais, contribuindo no processo de mudança de um determinado grupo e possibilitar, em maior nível de profundidade, o entendimento das particularidades do comportamento dos indivíduos (Malhotra, 2006).

Algumas das principais características comuns aos estudos qualitativos: (i) os dados são coletados preferencialmente nos contextos em que os fenômenos são construídos; (ii) a análise dos dados é desenvolvida, de preferência, no decorrer do processo de levantamento deles; (iii) os estudos apresentam-se de forma descritiva, com enfoque na compreensão e na interpretação à luz dos significados dos próprios sujeitos e de outras referências afins da literatura; (iv) a teoria é construída por meio da análise dos dados empíricos, para posteriormente ser aperfeiçoada com a leitura de outros autores, mas os estudos qualitativos podem partir de categorias preexistentes; (v) a interação entre pesquisador e pesquisado é fundamental, razão pela qual se exige do pesquisador aperfeiçoamento em técnicas comunicacionais; (vi) a integração dos dados qualitativos com dados quantitativos não é

negada, e sim a complementaridade não é negada, e sim a complementaridade desses dois modelos é estimulada (Patrício et al., 2000). Portanto, todas essas características acerca da metodologia qualitativa foram utilizadas neste trabalho entre os atores sociais envolvidos na pesquisa.

3.3. População e sujeitos da pesquisa

A população e os sujeitos da pesquisa contemplam os atores sociais envolvidos em oito comunidades heterogêneas da Paraíba: (i) Indígena (Município Baía da Traição); (ii) Quilombola (Ypiranga Município/Conde); (iii) Naturista (Tambaba Município/Conde); (iv) Pescadores (Praia da Penha Município/João Pessoa); (v) Assentamento rural (Santa Helena Município/Sapé); (vi) Cidade de Grande Porte (Município Campina Grande); (vii) Cidade de Médio Porte (Município Guarabira); e (viii) Cidade de Pequeno Porte (Município Araruna). Vale salientar que na pesquisa de campo foi considerada a população alvo (atores sociais) todo e qualquer indivíduo acima de 18 anos, com discernimento suficiente para responder as perguntas dos questionários de pegada hídrica, pegada ecológica e pegada de carbono.

O tipo de amostragem utilizada foi probabilística, do tipo aleatória simples, em que a escolha dos participantes da amostra é feita ao acaso, através de sorteio dos participantes quando cada membro da população tem a mesma probabilidade de ser escolhido (Diehl, 2004). Assim, foram entrevistados 20 (vinte) atores sociais para as 5 (cinco) primeiras comunidade (Indígena, Quilombola, Naturista, Pescadores, Assentamento Rural) e entrevistados 100 (cem) atores sociais para as 3 (três) últimas comunidades (Campina Grande, Guarabira e Araruna), levando-se em consideração o número atual de habitantes.

3.4. Instrumento de coleta de dados

A coleta de informações primárias para os cálculos das pegadas hídrica, ecológica e de carbono foi realizada por meio de entrevistas, baseadas em roteiro estruturado fundamentado pelo questionário disponibilizado nos Anexos I-III deste trabalho. Tais roteiros serviram de base para os questionamentos acerca das variáveis de investigação mas, no decorrer das entrevistas, procurou-se deixar o entrevistado livre para realização de comentários adicionais. Vale ressaltar que os questionamentos e as terminologias presentes no instrumento de pesquisa foram adaptadas ou explicitadas de acordo com a representação dos

sujeitos (atores sociais), buscando sempre, uma linguagem clara como forma de lograr uma melhor compreensão por parte dos entrevistados.

As entrevistas ocorreram mediante contato direto e pessoal com os sujeitos da pesquisa, onde o pesquisador se responsabilizou pelo planejamento, intermediação da entrevista e pela coleta de dados. Para obtenção final do instrumento de pesquisa, foram aplicados dois pilotos, nas cidades de Patos e Campina Grande, os quais foram adaptados e reorganizados de acordo com as necessidades percebidas, tanto no que se refere às terminologias expostas, quanto às informações redundantes questionadas, o que acarretou numa real diminuição do tempo final de entrevista.

O instrumento de pesquisa (questionário) final foi dividido em três partes: aonde a Dimensão 1 (Anexo I), que refere-se à pegada hídrica com suas variáveis, a Dimensão 2 (Anexo II), que se refere a pegada ecológica com suas variáveis e a Dimensão 3 (Anexo III), que se refere a pegada de carbono com suas variáveis. No total, foram realizados 36 questionamentos, de acordo com as 3 (três) dimensões objeto de estudo: pegada hídrica, pegada ecológica e pegada de carbono que foram aplicados no período de outubro de 2012 a fevereiro de 2013. Para medir a opinião dos pesquisados, com base nos questionários expostos nos Anexos I-III foi utilizada o site da web *Water Footprint Network* onde constam as calculadoras das pegadas hídrica, ecológica e de carbono (waterfootprint.org).

3.5. Definição das variáveis de investigação

Esta pesquisa tomou como base (três) dimensões, compreendendo a pegada hídrica envolvendo (três) variáveis, pegada ecológica envolvendo (dezessete) variáveis e pegada de carbono envolvendo (dezesseis) variáveis conforme apresentadas na Tabela 1 (waterfootprint.org):

3.6. Ordenamento, tratamento e análise dos dados

Após a fase de aplicação do instrumento de pesquisa, foi realizada a fase de operacionalização da pesquisa, onde os dados foram organizados, sistematizados, selecionados e separados em categorias que sintetizem as principais idéias e concepções conforme o objetivo traçado na pesquisa, facilitando, assim, a análise e interpretação dos resultados. Para o tratamento dos dados quantitativos, foram utilizados métodos estatísticos

simples. Portanto, as diferentes técnicas de coleta de dados, o material coletado, bem como as diversas formas de análise dos dados realizadas no estudo de caso estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 1. Dimensões e variáveis envolvidas nos cálculos das pegadas hídrica, ecológica e de carbono

Dimensões	Variáveis da pesquisa
Pegada hídrica	<ul style="list-style-type: none"> - Gênero; - Consumo de carne; - Renda bruta por ano
Pegada ecológica	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo de carne; - Consumo de peixe; - Consumo de leite, derivados do leite e ovos; - Quantidade de alimentos consumidos que são produzidos no Brasil; - Valor mensal destinado a compra de roupas e calçados; - Valor anual destinado a compra de eletrodomésticos, ferramentas de trabalho, incluindo de jardinagem; - Valor anual destinado a compra de computadores ou equipamentos eletrônicos; - Valor mensal destinado a compra de jornais, revistas e livros; - Quantidade de papel e vidro consumido e é separado para reciclagem; - Quantidade de pessoas que residem em sua casa; - Quantidade de área da residência; - Uso de lâmpadas econômicas na residência; - Percentagem de energia elétrica que usa e provém de recursos renováveis; - Consumo médio de energia elétrica na sua residência por mês; - Distância média percorrida como motorista ou passageiro por semana; - Distância média percorrida em transporte público por semana; - Total de horas de voo por ano.
Pegada de carbono	<ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de pessoas que residem em sua casa; - Consumo médio de energia elétrica; - Consumo médio de gás de cozinha; - Total de horas de voo por ano; - Quantidade de veículo próprio; - Uso de transporte público; - Consumo de carne; - Consumo de produtos orgânicos; - Consumo de alimentos de época; - Consumo de alimentos importados; - Consumo de roupas; - Consumo de embalagens; - Consumo de móveis e aparelhos elétricos; - Produtos consumidos destinados a reciclagem; - Destinação do tempo livre; - Uso de serviços financeiros o outro tipo

Tabela 2. Técnicas de coleta e análise dos dados e os tipos de materiais coletados na pesquisa

Técnica de coleta de dados	Material coletado	Análise dos dados
Questionário estruturado	Respostas de 37 questões divididas em 3 dimensões compreendendo: Pegada Hídrica, Pegada Ecológica e Pegada de Carbono.	Percentagens simples das respostas e média.
Observação direta	Diários de campo em visitas as comunidades heterogêneas da Paraíba: Indígena, Quilombola, Naturista, Pescadores, Assentamento Rural, Cidade de Grande Porte – Campina Grande, Cidade de Médio Porte – Guarabira e Cidade de Pequeno Porte – Araruna.	Processo comparativo e combinatório de informações convergentes e divergentes.

3.7. A pesquisa Delph como metodologia para congruência

Através da pesquisa Delph, na primeira rodada, foram enviados convites para 120 especialistas das mais diversas áreas do conhecimento das mais renomadas instituições do país para participarem da pesquisa. Para tanto, 90 painelistas aceitaram o convite e confirmaram participação. Em seguida, foi realizada uma segunda rodada contendo o questionário estruturado contendo 36 perguntas envolvendo a Dimensão 1 – Pegada Hídrica com três perguntas, Dimensão 2 – Pegada Ecológica com 17 perguntas e Dimensão 3 – Pegada de carbono com 16 perguntas para que eles elessem os indicadores que consideravam mais importantes para cada dimensão.

Após o recebimento dos resultados da segunda rodada, foram reenviados para os mesmos painelistas em uma terceira rodada para uma nova reavaliação levando-se em consideração a opinião dos demais painelistas, principalmente preservando o anonimato que é essencial no processo. Após a reavaliação das respostas dos painelistas, chegou-se a congruência das respostas na quarta rodada. Na Dimensão 1, dos três indicadores sugeridos, todos foram validados, na Dimensão 2, dos 17 indicadores sugeridos 4 foram validados e na Dimensão – 3, dos 16 indicadores sugeridos 05 foram validados. Outra pesquisa Delphi foi realizada para saber qual das pegadas denominadas de hídrica, ecológica e de carbono os painelistas consideravam mais importante na caracterização do meio ambiente atribuindo pesos entre 0 e 1, bem como as faixas do IPAI em intervalos de 0,20 compreendendo: ideal, aceitável, moderadamente aceitável, alerta, crítico e insustentável. Também na quinta rodada, chegou-se a congruência das respostas que serviram para determinação dos pesos que serviram de coeficientes relativos a cada uma da dimensão do índice proposto no estudo a seguir.

3.8. Modelo de sustentabilidade ambiental integrado

Com base nos dados coletados nas oito comunidades heterogêneas da Paraíba foi possível avaliar a pegada hídrica (PH), pegada ecológica (PE) e a pegada de carbono (PC) de cada uma delas. Dessa forma, propõe-se neste trabalho aplicar o modelo IPAI (Índice de Pegadas Ambientais Integradas) que integra todos os impactos que uma pessoa, comunidade, cidade, estado e até um país pode provocar no meio ambiente. Esse modelo utiliza a família das pegadas ambientais, integrando o consumo de água doce (PH), a extensão de área territorial que uma pessoa ou toda uma sociedade utiliza para se sustentar (PE) e a emissão dos gases de efeito estufa (PC) num único índice, pela equação:

$$IPAI_i = \left(\frac{PH_i}{PH_m} \times 0,36 + \frac{PE_i}{PE_m} \times 0,35 + \frac{PC_i}{PC_m} \times 0,29 \right) \quad (1)$$

em que $IPAI_i$ é o índice de sustentabilidade ambiental integrado da comunidade i ; PH_i , PE_i e PC_i representam, respectivamente, as médias das pegada hídrica, pegada ecológica e a pegada de carbono da comunidade i ; PH_m , PE_m e PC_m (com barras) representam, respectivamente, as médias mundial da pegada hídrica, pegada ecológica e pegada de carbono. Os coeficientes 0,36; 0,35 e 0,29 foram determinados através da metodologia Delph, como descrita na seção anterior.







Dessa forma, tem-se:

$IPAI < 1$ = a comunidade i é ambientalmente sustentável

$IPAI \geq 1$ = a comunidade i é ambientalmente insustentável

As faixas do IPAI classificadas como sustentável ($IPAI < 1$) e insustentável ($IPAI \geq 1$) foi dividida em cinco níveis de sustentabilidade, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Classificação do IPAI (Índice de Pegadas Ambientais Integradas)

Classificação	Valor do IPAI	Escala de Sustentabilidade
Insustentável	$IPAI \geq 1,0$	
Crítico	$0,80 \leq IPAI < 1,00$	
Alerta	$0,60 \leq IPAI < 0,80$	
Moderadamente aceitável	$0,40 \leq IPAI < 0,60$	
Aceitável	$0,20 \leq IPAI < 0,40$	
Ideal	$0,00 \leq IPAI < 0,20$	

O IPAI é então definido como um conjunto de indicadores capaz de expressar a pressão humana sobre o meio ambiente, com o monitoramento da biosfera, atmosfera e hidrosfera, utilizando-se a pegada de carbono, pegada ecológica e pegada hídrica. Esse novo índice de sustentabilidade tem uma gama de aplicações, pois pode ser empregado em escalas que vão desde um único produto, um processo, um setor, indivíduos, comunidades, cidades, nações e todo o mundo.

3.9. Validação do modelo IPAI

Na validação do modelo IPAI foram utilizadas as informações suficientes para obtenção das pegadas hídrica, ecológica e de carbono de oito comunidades localizadas no Estado da Paraíba com características ambientais completamente distintas no que se refere aos padrões de consumo, nível de renda familiar, níveis social e cultural. As principais características dessas comunidades são descritas a seguir.

3.9.1. Indígena

A Comunidade Indígena Yapó pertence ao Município de Baía da Traição que está localizado na microrregião do litoral norte e mesorregião da zona da mata paraibana, distante 92 km da capital João Pessoa e tem população de 195 habitantes. Ele apresenta área territorial de 102,369 km², densidade demográfica de 78,27 hab/km² e está localizado no bioma mata atlântica (IBGE, 2010). As atividades econômicas predominantes da comunidade são a agricultura e a pesca, apesar do município apresentar também como atividades econômicas importantes o turismo e o comércio.

3.9.2. Quilombola

A comunidade Quilombola do Ypiranga fica localizada no município do Conde, PB, que encontra-se na microrregião da capital João Pessoa, na mesorregião da zona da mata paraibana, distante 19 km da capital e com população de 21.400 habitantes. A unidade territorial do Conde é de 172,950 km², densidade demográfica de 123,74 hab/km² e fica localizado no bioma mata atlântica (IBGE, 2010). A atividade econômica predominante da

comunidade é agricultura de subsistência, apesar do município apresentar como principais atividades econômicas a agricultura e o turismo.

3.9.3. Naturista

A comunidade naturista escolhida foi Tambaba, localizada também no município do Conde, PB. A praia fica localizada no litoral sul, a 8 quilômetros de distância da sede do município do Conde. Possui 600 metros de extensão, águas mornas e esverdeadas e falésias com mais de 20 metros de altura. É a primeira praia do Nordeste onde o “Naturismo” é oficial. A praia é dividida em quatro áreas distintas: a área (a) onde a nudez é opcional, a área (b) onde a nudez é obrigatória, admitindo “*Top Less*” para as mulheres e as áreas (c) e (d) onde a nudez é obrigatória. Toda área da praia fica inserida em área de Proteção Ambiental (APA). A atividade econômica predominante da comunidade é o turismo, apesar do município apresentar como principais atividades econômicas a agricultura e o turismo.

3.9.4. Pescadores

A praia da Penha, em João Pessoa, PB, foi a comunidade de pescadores escolhida nesta pesquisa. O município de João Pessoa fica localizado na mesorregião da mata paraibana, é capital do Estado da Paraíba, tem população de 723.515 habitantes. Apresenta área da unidade territorial de 211,475 km², densidade demográfica de 3.421,30 hab/km² e localizada no bioma mata atlântica (IBGE, 2010). A atividade econômica predominante da comunidade no município é a pesca através de pequenas embarcações, apesar do município de João Pessoa apresentar como as principais atividades econômicas o comércio, a indústria e o turismo.

3.9.5. Assentamento rural

A comunidade assentamento rural escolhido neste estudo foi Santa Helena, localizado no município de Sapé na mesorregião da zona da mata paraibana, distante 55 km da capital do estado da Paraíba e com população de 50.143 habitantes. Esse município apresenta área da unidade territorial de 315,532 km², densidade demográfica de 158,92 hab/km² e fica localizado no bioma caatinga\mata atlântica (IBGE, 2010). A atividade econômica predominante da comunidade no município é agricultura de auto consumo, apesar do

município apresentar como principal atividade econômica a agricultura, principalmente, as culturas de abacaxi e cana-de-açúcar.

3.9.6. Cidade de grande porte

A cidade de grande porte escolhida neste estudo foi o município de Campina Grande, localizado na mesorregião do agreste paraibano, distante 125 km da capital do estado da Paraíba e com população de 385.213 habitantes. Ele apresenta área da unidade territorial de 594,182 km², densidade demográfica de 648,31 hab/km² e é localizada no bioma caatinga (IBGE, 2010). As atividades econômicas predominantes no município são o comércio, indústria, educação e polo de tecnologia na produção de *softwares*.

3.9.7. Cidade de médio porte

O município escolhido de médio porte foi Guarabira, localizado na mesorregião do agreste paraibano, distante 98 km da capital do estado da Paraíba e com população de 55.326 habitantes. Ele tem área territorial de 165,744 km², densidade demográfica de 333,81 hab/km² e localizada no bioma caatinga (IBGE, 2010). As atividades econômicas predominantes no município são agricultura e comércio.

3.9.8. Cidade de pequeno porte

A cidade de pequeno escolhida neste estudo foi o Município de Araruna, localizado na microrregião do Curimataú oriental, mesorregião do agreste paraibano, distante 126 km da capital do estado da Paraíba e com população de 18.879 habitantes. Apresenta área da unidade territorial de 245,723 km², densidade demográfica de 76,8 hab/km² e localizada no bioma caatinga (IBGE, 2010). As atividades econômicas predominantes da comunidade no município são a agricultura de autoconsumo e o comércio.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta a análise dos dados e resultados coletados a partir de inferências baseadas nos dados primários, secundários e percepção do pesquisador acerca da relação dos resultados obtidos. Para uma melhor compreensão, esta seção está subdividida em quatro etapas que correspondem à pegada hídrica (1ª etapa), pegada ecológica (2ª etapa), pegada de carbono (3ª etapa), e Médias IPAI (4ª etapa).

4.1. Pegada hídrica das comunidades heterogêneas

4.1.1. Gênero

A Tabela 4 apresenta os percentuais relacionados ao gênero masculino e feminino das comunidades heterogêneas analisadas no estudo. No Brasil 49,43% da sua população é do gênero masculino e 50,57% feminino. Já na Paraíba 48,62% é do gênero masculino e 51,38% feminino (IBGE, 2010). Os maiores percentuais em relação ao gênero masculino foram encontrados nas comunidades de Pescadores, Indígena e Cidade de Médio Porte. Por outro lado, a maior concentração do gênero feminino foram encontrados nas comunidades Naturistas, Cidade de Pequeno Porte, Quilombola e Assentamento Rural. Portanto, a comunidade que apresentou maior percentual do gênero masculino foi a de Pescadores, na praia da Penha em João Pessoa, haja vista que essa atividade é considerada tipicamente masculina.

Tabela 4. Percentual dos gêneros masculino e feminino das comunidades heterogêneas

Comunidades	Masculino	Feminino
Pescadores	100%	0%
Quilombola	45%	55%
Assentamento Rural	45%	55%
Naturista	40%	60%
Indígena	50%	50%
Cidade de Grande Porte	48%	52%
Cidade de Médio Porte	50%	50%
Cidade de Pequeno Porte	42%	58%
Média	52,5%	47,5%

A comunidade que apresentou maior percentual do gênero feminino foi a Naturista, em que o homem só pode ter acesso à área acompanhado de uma ou mais mulheres. Já no caso da mulher, ela pode ter acesso a área sozinha ou acompanhada de outra(s) mulher(es). Outro ponto a destacar é que o menor percentual apresentado em relação aos gêneros masculino e feminino foi o da comunidade Cidade de Pequeno Porte, onde muitos jovens deste gênero ainda buscam trabalho e melhores condições de vida em outras cidades de maior porte e regiões do país. As demais comunidades analisadas no estudo apresentam percentuais considerados próximos da média da Paraíba e do Brasil. Por fim, no que se refere ao percentual médio das comunidades estudadas, 52,5% são do gênero masculino e 47,5% do gênero feminino.

4.1.2. Hábito alimentar

Os percentuais dos hábitos alimentares dos habitantes/moradores das comunidades heterogêneas analisadas no estudo são apresentados na Tabela 5. As alternativas apresentadas na pesquisa como opção de resposta foram as seguintes: vegetariano; médio consumidor de carne e alto consumidor de carne.

Tabela 5. Hábito alimentar das comunidades heterogêneas. Vegetariano (VEG); médio consumidor de carne (MCC); e alto consumidor de carne (ACC)

Comunidades	VEG	MCC	ACC
Pescadores	0%	100%	0%
Quilombola	0%	100%	0%
Assentamento Rural	0%	100%	0%
Naturista	20%	80%	0%
Indígena	0%	100%	0%
Cidade de Grande Porte	3%	97%	0%
Cidade de Médio Porte	2%	98%	0%
Cidade de Pequeno Porte	2%	98%	0%
Média	3,38%	96,62%	0%

Os maiores percentuais de vegetarianos foram encontrados nas comunidades: Naturista, Cidade de Grande Porte, Cidade de Médio Porte e Cidade de Pequeno Porte. Portanto, como era de se esperar, a comunidade Naturista apresentou o maior percentual de vegetarianos, onde os moradores/visitantes dessa comunidade possuem hábitos alimentares diferenciados com relação às outras comunidades. As maiores médias de consumidores de carne foram os das comunidades de Pescadores, Quilombola, Assentamento Rural e Indígena. Ressalta-se que esse percentual compreende o consumo de carnes vermelhas e brancas, e que

os hábitos alimentares, bem como aspectos culturais de cada comunidade analisada também foram levados em consideração no decorrer das entrevistas.

Os hábitos alimentares interferem diretamente na pegada hídrica (PH) do indivíduo (Aleixo et al., 2012). A PH dos consumidores do gênero masculino, sempre apresenta valor mais alto que as do gênero feminino, e que os homens pela própria fisiologia comem mais que as mulheres. Por outro lado, no que se refere ao percentual médio das comunidades estudadas, 3,38% são vegetarianos e 96,62% são médios consumidores de carne, enquanto nenhuma resposta foi dada pelos entrevistados das comunidades analisadas como alto consumidor de carne.

4.1.3. Renda média familiar

A Tabela 6 apresenta os percentuais da renda média familiar das comunidades heterogêneas analisadas no estudo. Os intervalos analisados compreenderam os seguintes tipos de rendas: menor que 1 salário mínimo ($1 < SM$), entre 1 e três salários mínimos ($1 \leq SM < 3$) e maior a 3 salários mínimos.

Tabela 6. Renda média familiar das comunidades heterogêneas compreendidas nas faixas: menor que um salário mínimo ($< 1SM$), entre um e três salários mínimos ($1 \leq SM < 3$) e maior que três salários mínimos ($SM \geq 3$)

Comunidades	$< 1SM$	$1 \leq SM < 3$	$SM \geq 3$
Pescadores	0%	90%	10%
Quilombola	100%	0%	0%
Assentamento Rural	70%	30%	0%
Naturista	0%	20%	80%
Indígena	60%	40%	0%
Cidade de Grande Porte	45%	29%	26%
Cidade de Médio Porte	50%	35%	15%
Cidade de Pequeno Porte	60%	28%	12%
Média	48,12%	34,00%	17,88%

*SM – Salário mínimo

Indicadores sociais municipais relatam que as desigualdades de renda ainda existem no Brasil e que são bastante acentuadas, mesmo havendo nos últimos anos programas governamentais de reajustes frequentes no salário mínimo e políticas sociais que proporcionaram aumento da renda familiar das classes menos favorecidas (MDS, 2013). Os resultados aqui apresentados constataam que os quilombolas e indígenas são os que apresentam a menor renda familiar e, por outro lado, de acordo com os dados obtidos na pesquisa, tem-se

que a maior renda familiar na faixa de maior ou igual a 3 salários mínimos corresponde a comunidade Naturista, em face do maior nível educacional, renda familiar e, conseqüentemente, maior poder de consumo; enquanto que, pelas mesmas razões, as comunidades Quilombola, Assentamento Rural e Indígena apresentam os menores percentuais de renda familiar. Por outro lado, a maior renda familiar na faixa de maior ou igual a 1 salário mínimo e menor que 3 salários mínimos é da comunidade de Pescadores, apesar de que seus habitantes não possuem nível educacional elevado eles estão localizados geograficamente numa cidade de grande porte (João Pessoa), onde a renda *per capita* é maior do que nas outras cidades do estado, além de pertencerem a uma comunidade organizada em associação de classe e suas atividades são favorecidas pelo consumo do produto, levando, com isso, a uma renda familiar mais elevada, enquanto que o menor percentual é da comunidade Quilombola por conta das razões contrárias da comunidade anterior. As menores rendas familiares que estão na faixa menor que 1 salário mínimo se enquadram as comunidades de Quilombola, Assentamento Rural, Indígena e Cidade de Pequeno Porte. Essas comunidades sofrem pela falta de emprego e renda e, portanto, são fortemente atendidas pelos programas sociais do governo.

No ano de 2010 o valor do salário mínimo era de R\$ 550,00 e aproximadamente 25% da população brasileira possuía renda *per capita* de R\$ 188,00 por mês e 50% possuíam renda de R\$ 375,00 por mês. Por outro lado, a população que vive no meio rural possuía renda *per capita* muito baixa, sendo que 29% das pessoas viviam com até 1/4 do salário mínimo *per capita* e cerca de 66% com até 1/2 salário mínimo *per capita* (IBGE, 2012). Dessa forma, as comunidades Quilombola, Assentamento Rural, Indígena e Cidade de Pequeno Porte retratam bem a essa realidade da pobreza no país. A renda familiar anual no Brasil interfere diretamente na PH, em face à quantidade de água virtual acumulada nos bens e serviços que está diretamente ligada aos hábitos de consumo da população (Maracajá, 2013). Portanto, a PH das comunidades estudadas aumenta substancialmente com a renda familiar e o IDH como será visto na subseção seguinte. A análise final da tabela revela que 48,12% da população consultada possui renda média familiar até 1 salário mínimo, 34% possui renda média familiar maior ou igual a 1 salário mínimo e menor que 3 salários mínimos e 17,88% possuem renda média familiar maior ou igual a 3 salários mínimos. Portanto, quase a metade da população do Estado da Paraíba vive próxima da linha da pobreza absoluta, ou seja, com renda familiar abaixo de um salário mínimo.

4.1.4. Componentes da pegada hídrica

A Tabela 7 apresenta a distribuição dos percentuais relacionados dos componentes da pegada hídrica das comunidades heterogêneas analisadas no estudo. Os componentes da PH das comunidades foram determinados para algumas categorias como bulbo, açúcar e adoçantes, leguminosas, gorduras animais, estimulantes, etc), na indústria e uso doméstico.

Tabela 7. Componentes da Pegada Hídrica das comunidades heterogêneas

Comunidades	Alimentos	Indústria	Doméstico	Média
Pescadores	89,62%	5,25%	5,13%	33,33%
Quilombola	90,45%	4,35%	5,20%	33,33%
Assentamento Rural	91,37%	3,40%	5,23%	33,33%
Naturista	87,15%	6,65%	6,20%	33,33%
Indígena	91,00%	4,22%	4,78%	33,33%
Cidade de Grande Porte	88,88%	5,86%	5,26%	33,33%
Cidade de Médio Porte	89,70%	5,14%	5,16%	33,33%
Cidade de Pequeno Porte	89,63%	5,27%	5,10%	33,33%
Média	89,72%	5,02%	5,26%	33,33%

A PH média brasileira, relacionada à produção agrícola e industrial, bem como de abastecimento doméstico de água doce, foi de 9.087 Gm³/ano no período de 1996-2005 (Hoekstra & Mekonnen, 2012). Em relação ao componente da PH consumo de alimentos o maior percentual das comunidades estudadas ocorreu no Assentamento Rural, pois essa comunidade se encontra localizada na zona rural do município de Sapé, PB, cuja população vive basicamente da produção agrícola e vende o excedente para o mercado local. Por outro lado, a comunidade Quilombola por estar localizada na zona rural do município do Conde, PB, e vivem da produção agrícola, quase tudo que produz é para consumo próprio. Já a PH do consumo de produtos industrializados foi maior na comunidade de Naturistas, pois a maioria reside na cidade de João Pessoa e possui maior poder aquisitivo e hábitos de consumo igual aos de cidades de grande porte com consumo de produtos industrializados. Por outro lado, os habitantes da comunidade Assentamento Rural consomem basicamente produtos de base agrícola e compra apenas o necessário de produtos industrializados que até então não conseguem produzi-los.

O maior percentual da PH dentre as comunidades analisadas foi a Naturista, em face do alto poder aquisitivo associado com o alto consumo de produtos com importação de água virtual. As pessoas que praticam o naturismo nessa comunidade como lazer e não como estilo de vida e, por isso, consomem mais água para uso doméstico e industrial. Entretanto, a

comunidade Indígena, localizada na Baía da Traição, PB, apresentou menor percentual de PH, pois fatores relacionados à questões culturais dos seus habitantes que valorizam bastante os recursos naturais e vivem na sua maioria integrados à natureza, utilizando a água de forma racional e/ou limitada.

Portanto, o tamanho da PH global é diretamente influenciado pelo consumo de alimentos e produtos agrícolas (Hoekstra & Mekonnen, 2012). O percentual médio da PH das comunidades estudadas indica que 89,72% refere-se a alimentos que são advindos do setor agrícola, 5,02% da indústria e 5,26% de uso doméstico. Esses valores são bem próximos da PH global. O setor agrícola é o que representa maior consumo de água, que corresponde por 92% do consumo de água total do planeta, bem acima do setor industrial com apenas 4,4%, seguido do consumo doméstico com 3,6% (Hoekstra & Mekonnen, 2012).

4.1.5. Detalhamento da pegada hídrica dos alimentos

A Tabela 8 apresenta os percentuais relacionados à pegada hídrica dos alimentos das comunidades heterogêneas analisadas no estudo. Os itens alimentícios utilizados para o estudo foram: cereais, carne, vegetais, frutas, derivados do leite e outros (óleo vegetal, raízes, tubérculos, bulbo, açúcar e adoçantes, leguminosas, gorduras animais, estimulantes, etc).

Tabela 8. Detalhamento da pegada hídrica de alimentos das comunidades heterogêneas

Comunidades	Cereais	Carne	Vegetais	Frutas	Derivados do Leite	Outros
Pescadores	18,6%	42,1%	0,75%	5,8%	8,9%	23,7%
Quilombola	33,7%	27,0%	1,06%	3,4%	7,5%	27,1%
Assentamento Rural	34,1%	36,7%	0,99%	3,9%	7,5%	16,5%
Naturista	12,8%	47,8%	0,85%	6,3%	9,2%	22,9%
Indígena	29,2%	34,1%	0,93%	3,8%	7,5%	24,3%
Cidade de Grande Porte	18,1%	43,1%	0,69%	6,0%	8,3%	23,6%
Cidade de Médio Porte	19,8%	41,4%	0,69%	5,6%	8,1%	24,2%
Cidade de Pequeno Porte	26,1%	37,2%	0,84%	4,5%	7,5%	23,7%
Média	24,0%	38,7%	0,85%	4,94%	8,12%	23,29%

A PH dos cereais tem grande participação no consumo de água, pois pertence ao setor agrícola e, portanto, para se obter aumento na produtividade dos produtos agrícolas se utiliza a estratégia de irrigação. A PH do consumo de cereais nas comunidades estudadas apresentou os maiores percentuais nas comunidades de Assentamento Rural e Quilombola. É importante ressaltar que populações/comunidades com menor renda *per capita* apresenta um alto consumo

de cereais\grãos em substituição aos alimentos com alto valor protéico, como carnes que têm alto volume de água virtual incorporado ao produto. Por outro lado, os menores percentuais foram das comunidades Naturista, Pescadores e Cidade de Grande Porte, que possuem maior renda *per capita* e possuem hábitos alimentares com maior consumo de produtos industrializados. Os maiores percentuais da PH de carne das comunidades estudadas foram Naturista, Cidade de Grande Porte, e Pescadores, enquanto os menores percentuais foram nas comunidades Quilombola, Indígena e Assentamento Rural. Já os maiores percentuais da PH do consumo de vegetais foram nas comunidades Quilombola, Assentamento Rural e Indígena, em face do fato que a maior parte da dieta alimentar dessas comunidades é a base de vegetais, enquanto que as comunidades Cidade de Grande Porte e Cidade de Médio Porte apresentam menores percentuais de consumo de vegetais devido ao alto consumo de produtos industrializados.

Uma questão importante em relação ao consumo de vegetais é que o Brasil ainda possui um baixo consumo em relação aos outros países. No caso das frutas, os maiores percentuais da PH foram nas comunidades Naturistas e Cidade de Grande Porte, enquanto que os menores percentuais foram das comunidades Quilombola e Indígena. Neste caso, nos dias atuais o fator renda *per capita* é determinante para maior consumo desses alimentos, haja vista que grande parte das frutas vem do Estado de Pernambuco, logo, com maior custo de transporte que encarece o preço final. Já em relação à PH do consumo de derivados do leite, os maiores percentuais encontrados foram nas comunidades Naturistas e Pescadores, enquanto que os menores foram nas comunidades Indígena e Cidade de Pequeno Porte, indicando que a renda *per capita* é fundamental para determinar o valor da PH do consumo desse tipo de produto.

Os outros itens alimentícios classificados pela “*Water Footprint Network*”, segundo Hoekstra (2005), são o óleo vegetal, amido, raízes, tubérculos e bulbo, açúcar e adoçantes, leguminosas, gorduras animais, nozes, estimulantes (café, chá, cacau). Para tanto, os maiores percentuais de consumo desses produtos nas comunidades foram em Quilombola e Indígena, enquanto os menores foram no Assentamento Rural e Naturistas. No que diz respeito ao percentual médio da PH dos alimentos das comunidades estudadas, 24,09% refere-se a cereais, 38,71% a carne, 0,85% a vegetais, 4,94% a frutas, 8,12% a derivados do leite e 23,49% aos outros itens. Ressalta-se que o consumo de alimentos remete à quantidade de água empregada para produção e, portanto, dependendo do tipo de dieta alimentar adotada pela comunidade pode diminuir ou aumentar a PH, tornando-se mais sustentável ou não,

principalmente, reduzindo o consumo de carne vermelha que é apontado como o grande vilão do consumo de água. Para a produção de 1 kg de carne bovina são necessários 15.500 litros de água (Aleixo, et al, 2012).

4.2. Pegada ecológica das comunidades heterogêneas

4.2.1 Consumo de peixe

Os percentuais do consumo de peixe das comunidades heterogêneas analisadas no estudo são apresentados na Tabela 9. Entre os anos de 2009 e 2010 o ritmo de crescimento da demanda por peixes e frutos do mar foi de 7,9%. Nos anos de 2010 e 2011 o crescimento da demanda aumentou em média 23,7%. O consumo médio por habitante ano no país em 2011 alcançou 11,17 quilos/habitantes, nada menos do que 14,5% a mais do que em relação ao ano anterior (MPA, 2013). Assim, pode-se afirmar que atualmente os brasileiros já devem consumir pescado na média mínima recomendada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que é de 12 quilos por habitante/ano. Esse fenômeno de aumento acentuado de consumo de pescado, que se repete em outras partes do mundo, pode ser explicado no Brasil por alguns fatores, como a melhoria da condição de vida da população brasileira e que readquiriu o poder de compra, além de estar procurando alimentos mais saudáveis para consumo, sendo o pescado uma excelente opção (MPA, 2013).

Tabela 9. Consumo de peixes das comunidades heterogêneas. N/R: Nunca/Raramente; O/C: Ocasionalmente/Constantemente; F/S: Frequentemente/Sempre

Comunidades	N/R	O/C	F/S
Pescadores	0%	100%	0%
Quilombola	40%	60%	0%
Assentamento Rural	95%	5%	0%
Naturista	20%	75%	5%
Indígena	0%	100%	0%
Cidade de Grande Porte	82%	18%	0%
Cidade de Médio Porte	60%	36%	4%
Cidade de Pequeno Porte	60%	40%	0%
Média	44,64%	54,25%	1,13%

Os questionários da pesquisa de campo apresentados nessa comunidade revelaram que os maiores percentuais em relação ao consumo de peixe (O/C e F/S) foram as de Pescadores, Indígena e Naturista, enquanto que as comunidades Assentamento Rural e Cidade de Grande

Porte apresentaram os menores percentuais de consumo desse produto. No caso da comunidade de pescadores, por questões de hábito alimentar e por serem comerciantes do produto fazem com que o consumo de peixe seja alto. Já a comunidade Indígena que também apresentou o mesmo percentual, questões culturais, de hábito alimentar e acessibilidade ao produto fazem com que o consumo seja alto.

As comunidades que apresentaram menores percentuais de consumo de peixe foram as de Assentamento Rural e Cidade de Grande Porte. O hábito alimentar da comunidade Assentamento Rural por esse produto é dificultado pelo acesso e faz com que se apresente o menor consumo. Já a Comunidade Cidade de Grande Porte, devido a fatores como hábito alimentar e o preço do produto, que na maioria das vezes custa mais caro que a carne, interfere também no baixo consumo. As comunidades que apresentaram os maiores percentuais em relação a opção, nunca ou raramente (N/R) consumirem o produto foram Assentamento Rural e Cidade de Grande Porte. A comunidade Assentamento rural foi a que apresentou o mais baixo percentual de consumo de peixe e isso se dá por questões de hábito alimentar, renda *per capita* e acesso ao produto.

No caso da comunidade Cidade de Grande Porte o consumo se dá em função dos hábitos alimentares e preço, pois muitas vezes o produto na localidade custa mais caro que a carne bovina. Por fim, vale ressaltar que as comunidades analisadas no estudo apresentam 44,64% que nunca ou raramente (N/R) consomem o produto, o que representa um percentual significativo que ainda não possuem hábitos alimentares mais saudáveis e 55,38%, que ocasionalmente ou constantemente e frequentemente e sempre (O/C e F/S) consomem peixe na dieta.

4.2.2. Consumo de energia elétrica

A Tabela 10 apresenta os valores relacionados ao consumo médio de energia por moradia, bem como o número médio de habitantes das comunidades heterogêneas analisadas no estudo. As comunidades que apresentaram maior consumo de energia elétrica foram Naturistas e Pescadores, enquanto a Quilombola e Assentamento Rural apresentaram o menor consumo. Portanto, as comunidades que apresentaram maior consumo de energia elétrica são comunidades com maior renda *per capita* e hábitos de consumo de zonas urbanas, principalmente com acesso a produtos eletroeletrônicos como: televisor; aparelho de som; aparelho de DVD; geladeira; *freezer*; chuveiro elétrico, lavadora de roupa, forno de micro-

ondas, ferro de passar, aparelho celular; computador; *tablet*; secador de cabelo; dentre outros. Já as comunidades que apresentam menores percentuais são comunidades com menor renda *per capita*, pois ainda não tiveram acesso a grande parte destes produtos eletroeletrônicos disponíveis no mercado e que influenciam diretamente no aumento do consumo de energia elétrica.

Tabela 10. Consumo médio de energia elétrica (CMEE) e número de habitantes (NH) por moradia das comunidades heterogêneas

Comunidades	CMEE (Kw/mês)	NH
Pescadores	68,50	3,35
Quilombola	29,50	4,25
Assentamento Rural	30,00	3,45
Naturista	85,00	3,05
Indígena	35,00	3,35
Cidade de Grande Porte	66,50	2,82
Cidade de Médio Porte	64,20	3,66
Cidade de Pequeno Porte	58,36	3,28
Média	54,63	3,40

*NH – Número de habitantes por moradia

Contudo, efetivamente as comunidades menos favorecidas também têm apresentado consumo razoável de energia elétrica, como as comunidades de Quilombola e Indígena. A expansão do consumo médio por domicílios, em função do aumento de renda e de programas sociais de transferência de recursos do Governo Federal (em especial o bolsa família) quanto na evolução do número de domicílios atendidos, em função do Programa Luz para todos, também do Governo Federal (MME, 2013). Quanto ao número de habitantes por moradia ressalta-se que as comunidades analisadas no estudo apresentam média de 3,4 habitantes por moradia, o que vem a confirmar uma tendência em relação ao número médio de filhos por família e a quantidade de habitantes por moradia no Brasil que está decrescendo ano a ano (IBGE, 2010).

4.2.3. Área da residência

Os percentuais das áreas médias das residências das comunidades heterogêneas analisadas no estudo constam na Tabela 11. As características demográficas brasileiras demonstram um país heterogêneo, tanto nos seus aspectos econômicos, quanto nos sociais e regionais. Nas últimas décadas, o Brasil vem apresentando grandes transformações no aspecto

habitacional. Três fatores se destacam como causas dessas mudanças: A concentração populacional nos grandes centros urbanos, a redução do número de integrantes das famílias e o envelhecimento da população são fenômenos que têm ampliado a necessidade de moradias. Além disso, o “passivo social” causado pela ausência de políticas habitacionais nas décadas passadas pressiona a demanda por habitação nos estratos mais pobres da população (IBGE, 2010).

Tabela 11. Área da residência (AR) média das comunidades heterogêneas

Comunidades	< 50	50 ≤ AR < 100	AR ≥ 100
Pescadores	0%	100%	0%
Quilombola	45%	55%	0%
Assentamento Rural	90%	10%	0%
Naturista	0%	85%	15%
Indígena	70%	30%	0%
Cidade de Grande Porte	28%	64%	8%
Cidade de Médio Porte	12%	78%	10%
Cidade de Pequeno Porte	32%	66%	2%
Média	34,63%	61,00%	4,37%

Outra continuidade está ligada ao tipo de residência. Muito embora nas grandes cidades os edifícios marquem a paisagem urbana, o Brasil ainda é um País majoritariamente de casas: os apartamentos são apenas 10,7% do total de domicílios. Além disso, o Brasil continua sendo o País da casa própria: o aluguel responde por apenas 20,9% do total de residências. Os programas sociais do Governo Federal estão proporcionando o sonho da casa própria, principalmente para famílias com renda entre 3 e 10 salários mínimos. A área média das moradias no Brasil também vem diminuindo, haja vista que o número de habitantes por moradia vem diminuindo (Caixa, 2013). Neste contexto, as comunidades analisadas neste estudo apresentaram pouca discrepância de área construída.

As comunidades que apresentaram maior percentual de área média menor que 50 m² foram: Assentamento Rural e Indígena, enquanto que as comunidades que apresentaram menores percentuais foram: Pescadores e Indígena. Já as comunidades que apresentaram maior percentual em relação à área média entre 50 e 100 m² foram: Pescadores e Naturista, enquanto que as comunidades que apresentaram menores percentuais foram: Indígena e Assentamento Rural.

As comunidades que apresentaram maior percentual em relação à área média maior que 100 m² foram: Naturista e Cidade de Médio Porte e Cidade de Grande Porte, enquanto

que as comunidades que apresentaram menores percentuais foram: Pescadores e Quilombola, Assentamento rural e Indígena. Portanto, em relação à área média (moradia) de cada comunidade vale ressaltar que vários fatores são determinantes, tais como: renda *per capita*, aspectos culturais, localidade, dentre outros.

4.2.4. Distância percorrida de carro (motorista ou passageiro)

A Tabela 12 apresenta a distância média percorrida de carro pelos habitantes das comunidades heterogêneas analisadas no estudo. As comunidades analisadas no estudo que apresentaram maior percentual de distância média percorrida de carro até 40 km por mês foram: Assentamento Rural e Indígena, enquanto as comunidades que apresentaram menores percentuais foram: Pescadores e Naturista. Já as comunidades Assentamento Rural e Indígena apresentaram o menor percentual, em face do poder aquisitivo e de seus próprios hábitos de consumo.

Em relação às comunidades que apresentaram maior percentual de distância percorrida entre 40 e 100 km por mês foram as comunidades de Pescadores e Naturista, enquanto as comunidades que apresentaram menor percentual foram os de Assentamento Rural e Indígena. Já os habitantes da comunidade Naturista, que na sua grande maioria também reside na cidade de João Pessoa ou em outros grandes centros urbanos, enfrenta distâncias consideráveis no deslocamento para o trabalho e outras atividades, além de freqüentarem pelo menos uma vez por mês a área naturista da praia de Tambaba.

Tabela 12. Distância percorrida de carro (DMC) pelas comunidades heterogêneas

Comunidades	DPC < 40	40 ≤ DPC < 100	DPC ≥ 100
Pescadores	45%	45%	10%
Quilombola	95%	5%	0%
Assentamento rural	100%	0%	0%
Naturista	10%	30%	60%
Indígena	100%	0%	0%
Cidade de Grande Porte	58%	10%	32%
Cidade de Médio Porte	94%	2%	4%
Cidade de Pequeno Porte	60%	28%	12%
Média	70,25%	15,00%	14,75%

As comunidades que apresentaram maior percentual de distância percorrida acima de 100 km por mês foram: Naturista e Cidade de Grande Porte, enquanto que as comunidades

que apresentaram menores percentuais foram: Quilombola e Assentamento Rural. Em relação à comunidade Naturista, na sua grande maioria residem na cidade de João Pessoa e no dia a dia enfrentam distâncias maiores para irem de casa ao trabalho e outras atividades, além de freqüentarem pelo menos duas vezes por mês à área naturista da praia de Tambaba, que fica localizada no município do Conde, cerca de 30 km da cidade de João Pessoa. Já em relação à comunidade Cidade de Grande Porte, também enfrentam maiores distâncias, principalmente para se locomoverem de casa para o trabalho todos os dias e outras atividades. Por fim, 70,25% das comunidades estudadas percorrem de carro pequenas distâncias por mês, 15% percorrem médias distâncias e 14,75% percorrem grandes distâncias.

4.3. Detalhamento da pegada de carbono (PC)

A Tabela 13 apresenta os valores do consumo médio de gás de cozinha, serviços aéreos, possuidores de veículos próprios, utilização de serviços de transporte público e possuidores de conta bancária e uso de serviços financeiros das comunidades heterogêneas analisadas no estudo.

4.3.1. Consumo médio de gás de cozinha

O Brasil é uma nação movida a gás de cozinha (GLP) e nenhuma outra fonte energética se equipara ao produto em importância, uso, abrangência territorial e, sobretudo, na confiabilidade desse gás. O povo brasileiro tem grande preferência por esta fonte de energia e considera o produto como o mais seguro, limpo, eficiente e barato entre todos os combustíveis. O GLP é uma escolha sancionada por mais de 182,4 milhões de consumidores, que é distribuído em todos os 5,5 mil municípios brasileiros. Ele está presente em cerca de 53 milhões de lares, algo como 95% dos domicílios nacionais (SINDIGÁS, 2013).

As comunidades que apresentaram maior consumo de gás de cozinha foram as Naturista e de Pescadores, enquanto as que apresentaram menores percentuais foram Quilombola e Assentamento rural, em face do uso alternativo de carvão e lenha. Portanto, as comunidades que apresentaram maior consumo de gás de cozinha são comunidades com maior renda *per capita* e hábitos de consumo de zonas urbanas. Já as comunidades que apresentaram menores percentuais, são comunidades com menor renda *per capita* e, que em alguns casos, apresentam hábitos de consumo de zonas rurais, fazendo uso de fogão à lenha.

Tabela 13. Consumo médio de serviços básicos dos moradores das comunidades heterogêneas

Comunidades	Gás de Cozinha (m ³ /mês)	Serviços Aéreos (%)		Veículos Próprios (%)		Transporte Público (%)		Conta Bancária (%)	
		SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Pescadores	10,65	0%	100%	65%	35%	35%	65%	40%	60%
Quilombola	6,10	0%	100%	0%	100%	40%	60%	0%	100%
Assentamento rural	6,25	0%	100%	12%	88%	55%	45%	0%	100%
Naturista	12,40	35%	65%	100%	0%	5%	95%	100%	0%
Indígena	6,65	0%	100%	15%	85%	60%	40%	0%	100%
Cidade de Grande Porte	10,58	16%	84%	25%	75%	85%	15%	35%	65%
Cidade de Médio Porte	8,92	5%	95%	16%	84%	75%	25%	20%	80%
Cidade de Pequeno Porte	7,96	0%	100%	15%	85%	70%	30%	15%	85%
Média	8,69	7%	93%	31%	69%	53,13%	46,87%	26,25%	73,75%

4.3.2. Consumo de serviços aéreos

Concentrando 54% da população, o equivalente à 104 milhões de pessoas que movimentaram cerca de R\$ 1 trilhão em 2012 em salários, benefícios e crédito, a nova classe média brasileira é constituída por famílias que contam com uma renda mensal entre três e dez salários mínimos. Essa ascensão é resultante do crescimento econômico, da redução do grau de desigualdade e do desenvolvimento do país, principalmente, nos últimos 10 anos. Essa combinação de condições permitiu que muitas pessoas tivessem também um incremento educacional e desenvolvessem novos hábitos de vida e consumo, que se traduzem claramente em um maior grau de exigência em conforto e lazer (MDS, 2013).

Com o aumento significativo do poder de compra gerado pelo aumento no número de postos de trabalho no mercado formal e informal, melhor qualificação profissional e maiores salários aliados à grande oferta de crédito, o desejo de compra da nova classe média passou a despertar o interesse de diversos setores da economia, como por exemplo, do setor de serviços aéreos. A nova classe média brasileira recebeu um acréscimo de quase 35 milhões de pessoas vindas das classes D e E, tornando-a muito mais heterogênea e mais representativa dos diversos segmentos da população brasileira (MDS, 2013). Nesse grupo, há uma grande quantidade de jovens e um número substancial de mulheres que contribuem significativa e decisivamente para o aumento da renda das famílias e incluem novos hábitos e itens de consumo desse universo. Nesse contexto, as comunidades que apresentaram maiores percentuais de serviços de transporte aéreo foram as Naturista e Cidade de Grande Porte, enquanto que as que apresentaram os menores percentuais foram as de Pescadores, Quilombola, Assentamento Rural, Indígena e Cidade de Pequeno Porte. Portanto, as comunidades que mais utilizam os serviços aéreos possuem maior renda *per capita*.

Atualmente, com a redução dos preços das tarifas aéreas, as pessoas estão tendo mais acesso a esse tipo de serviço e aproveitam para realizar viagens a negócios e lazer. Por outro lado, a comunidade de Pescadores torna-se um caso a parte em relação a esse aspecto, haja vista que embora apresente renda *per capita* compatível para o uso desses serviços, não os utilizam por questões de hábito de consumo. Isso se torna mais evidente quando se analisa a lista dos principais sonhos de consumo da nova classe média para 2013: 52% deseja comprar um *tablet*, 61% pretende adquirir um *notebook* e 52% planeja comprar um *desktop*. Mesmo com mais recursos, a nova classe média ainda mantém seus velhos hábitos de vida e de consumo, mas gradativamente vai incorporando outros, como alternativas de lazer (cinema, shows, restaurante), manutenção de poupança e viajar preferencialmente de avião (Business

Review Brasil, 2013). Assim, 7% das comunidades estudadas já fizeram uso dos serviços aéreos, embora 93% não fizeram uso desse serviço, mostrando que apesar de muitos avanços econômicos do país, ainda há comunidades que não tiveram acesso a serviços de transporte aéreo.

4.3.3. Proprietário de veículo

As comunidades com maior percentual de proprietários de veículos foram as Naturistas e Pescadores, enquanto que as que apresentaram menores percentuais foram Assentamento Rural e Quilombola. Portanto, as comunidades que possuem veículo próprio possuem maior renda *per capita* e nos dias atuais com a redução das taxas de IPI (imposto sobre produtos industrializados), facilidade de crédito e formas de pagamento, os consumidores estão tendo mais acesso a este tipo de produto. Vale ressaltar que os veículos de transporte compreendem carros e motocicletas e no caso de motocicletas, nos últimos anos, percebe-se que na zona rural vem ocorrendo à substituição de transportes tradicionais como carro de boi, jumento e bicicletas pelo veículo. Portanto, esses novos hábitos de consumo na zona rural estão aumentando a poluição do ar e a concentração de gases tóxicos na atmosfera, tal como nas cidades, além do aumento dos índices de acidentes de trânsito com vítimas e acidentados mutilados. Os resultados do estudo ainda revelam que 31% das comunidades estudadas possuem veículos próprios, mostrando que apesar do aumento da renda *per capita* ainda há comunidades que não tem acesso a determinados tipos de transportes.

4.3.4. Uso de transporte público

As comunidades que mais usam os serviços de transporte público foram as Cidade de Grande Porte e Cidade de Médio Porte, enquanto as comunidades com menores percentuais foram as Naturistas e Pescadores. Em relação à comunidade Cidade de Grande Porte, 85% dos seus habitantes utilizam transporte público, o que revela também que mesmo existindo um percentual de 25% de proprietários de veículo, um pequeno percentual desses proprietários também faz uso de transporte público e, por outro lado, 15% não faz uso desse serviço e não possui veículo próprio. Já em relação à comunidade Cidade de Médio Porte, 75% utiliza transporte público e 25% não utiliza transporte público e não possui veículo próprio. Em relação às comunidades com os menores percentuais, 100% dos Naturistas possuem veículo próprio, sendo que 5% também faz uso de transporte público e já no caso da comunidade de Pescadores, 65% possuem veículo próprio, 35% também faz uso de transporte

público e 35% não faz uso de transporte público e não possui veículo próprio. Em relação às comunidades analisadas no estudo, em média, 53,13% faz uso de transporte público e 46,87% não faz uso desse serviço.

4.3.5. Possuidor de conta bancária e utiliza serviços financeiros

As comunidades que apresentaram maiores percentuais em relação ao uso de contas bancárias e fazerem uso de serviços financeiros foram as comunidades Naturistas e Pescadores, enquanto que as comunidades que apresentaram menores percentuais foram as Quilombola, Assentamento Rural e Indígena. As outras comunidades que apresentaram os menores percentuais desse tipo de serviços ainda não têm acesso aos serviços bancários e, portanto, há a necessidade de investimentos em educação, infraestrutura e aumento de renda dessas populações para que passem a ter acesso. O processo de “bancarização” pelas instituições financeiras do país só existe de maneira plena se houver acesso e utilização dos serviços financeiros pela população de baixa renda para atender os objetivos sociais. Portanto, não basta ter agências em todos os bairros se não houver investimento em educação, para garantir que a população saiba fazer uso dos produtos oferecidos pelos bancos de maneira consciente e responsável. Assim, apenas 26,25% dos habitantes das comunidades estudadas possuem conta bancária e faz uso de serviços bancários, esse percentual se concentra em sua maior parte na Cidade de Grande Porte.

4.4. O Índice de Pegadas Ambientais Integradas - IPAI

4.4.1. Médias IPAI das comunidades heterogêneas

Na Tabela 14 constam os valores médios da PH, PE, PC e do IPAI das comunidades heterogêneas analisadas no estudo. As comunidades que apresentaram maior valor da PH foram as comunidades Naturista e Pescadores, enquanto que as comunidades Indígena e Quilombola apresentaram os menores índices. Portanto, em relação à média dos índices da PH das comunidades estudadas que é de 1.258 m³ por pessoa por ano é abaixo da média mundial que é de 1.385 m³ por pessoa por ano (Hoekstra & Mekonnen, 2012). Ressalta-se, contudo, que as comunidades Naturista, Pescadores e Cidade de Grande Porte apresentaram valores médios de PHs superiores à média mundial, em face da maior renda *per capita* e hábitos de consumo de seus habitantes. Já as comunidades Quilombola e Indígena, que possuem menor renda *per capita* e hábitos de consumo reduzidos, além de apresentar valores de PHs reduzidos, apresentam grandes problemas de ordem social e econômica. Por outro lado, as

comunidades que apresentaram maior índice da PE foram Cidade de Grande Porte e Cidade de Médio Porte, enquanto que as comunidades Indígena, Quilombola e Naturista apresentaram os menores valores médios de PE. A PE média das comunidades analisadas foi de 1,73 hectares globais e, portanto, abaixo da média mundial é de 2,7 hectares globais. Assim, todas as comunidades analisadas apresentaram valores médios da PE abaixo da média mundial.

Tabela 14. Médias dos Índices de Pegadas Ambientais Integradas (IPAI) das comunidades heterogêneas analisadas no estudo em função da Pegada Hídrica (PH), Pegada Ecológica (PE) e Pegada de Carbono (PC)

Comunidades	PH (m ³ /pessoa/ano)	PE (hectares globais)	PC (tonelas de CO ₂ /ano)	IPAI
Pescadores	1.593	1,73	1,68	0,76
Quilombola	672	1,66	1,11	0,47
Assentamento rural	881	1,77	1,13	0,54
Naturista	2.144	1,66	1,82	0,90
Indígena	856	1,63	0,82	0,49
Cidade de Grande Porte	1.548	1,85	1,60	0,76
Cidade de Médio Porte	1.303	1,79	1,47	0,68
Cidade de Pequeno Porte	1.065	1,72	1,40	0,60
Média	1.258	1,73	1,38	0,65

As comunidades que apresentam os maiores valores médios da PC foram Naturista e Pescadores, enquanto que as comunidades Indígena e Quilombola apresentaram os menores valores desse indicador de sustentabilidade. Portanto, o valor médio da PC das comunidades analisadas é de 1,83 toneladas de CO₂ por ano, bastante inferior da média mundial que é de 4,0 toneladas de CO₂ por ano. Tal como no caso da PE, todas as comunidades apresentaram valores médios de PC abaixo da média mundial e, dessa forma, essas comunidades ainda apresentam hábitos de consumo, estilo de vida e práticas ambientais consideradas sustentáveis sob o ponto de vista das pegadas hídrica, ecológica e de carbono.

As médias do IPAI apresentadas pelas comunidades estudadas, levando-se em consideração a escala com os níveis de sustentabilidade proposto apresentados na seção Material e Métodos variam entre 0,0 e 1,0. Dessa forma, as comunidades Quilombola, Indígena e Cidade de Pequeno Porte apresentam valores de IPAI dentro da faixa do intervalo “Moderadamente Aceitável”, já Cidade de Médio Porte, Pescadores e Cidade de Grande Porte na faixa de “Alerta” e a comunidade Naturista foi classificada no IPAI na faixa “Crítico”, com valor de 0,90. Esse valor do ISAI apresentado pela comunidade de Naturista indica que os

frequentadores dessa praia de nudismo adotam essa prática apenas como lazer e não como estilo de vida, valorizando o meio ambiente e os recursos naturais. O Grupo Pegada Hídrica Brasil apresentou valores médios, respectivamente, de 3,2 m³/pessoa/ano; 2,2 hectares globais e 4,8 toneladas de CO₂/ano. Esses altos valores resultam no alto valor do IPAI médio de 1,47, que é considerado insustentável. A razão disso está associada aos hábitos de consumo e padrão social de seus membros que têm renda anual consideravelmente elevada em relação aos habitantes das comunidades anteriormente analisadas. Esses resultados confirmam mais uma vez que a forte interferência do poder aquisitivo da população nos indicadores e índices de sustentabilidade apresentados neste estudo.

4.4.2. Média IPAI dos países por continente

4.4.2.1. África

A Tabela 15 apresenta os valores médios da PH, PE, PC e IPAI dos países da África. Os países que apresentaram os maiores valores médios da PH foram Níger (3.519) m³ por pessoa por ano e Tunísia (2.217) m³ por pessoa por ano; enquanto que Gâmbia (887) m³ por pessoa por ano e Zâmbia (921) m³ por pessoa por ano apresentaram os menores valores. Portanto, a média da PH dos países africanos analisados neste estudo é considerada alta (1.500 m³ por pessoa por ano), haja vista que a média mundial é de 1.385 m³ por pessoa por ano.

A maior PH foi encontrada no Níger. Esse país tem dois terços de sua área ocupados pelo deserto do Saara, poucas terras cultiváveis, secas periódicas que destroem as colheitas e provocam graves crises de fome, clima árido tropical (maior parte) e mediterrâneo (litoral). A disponibilidade de água é de 2.257 m³ *per capita*, para uma população de 16,6 milhões de habitantes (2012) e PIB de US\$ 6 bilhões (2011) (Almanaque Abril, 2013). Esse alto valor da PH se justifica por ser um país importador de água virtual contida nos alimentos importados. Os produtos advindos da agricultura têm alto conteúdo de água virtual em face da atividade agrícola que é a atividade com maior consumo de água, e neste raciocínio grande quantidade de água virtual eleva a PH do país, apresentando também problemas de ordem social e econômica. Por outro lado, a Tunísia é um país favorecido pelas belas praias e ruínas de civilizações antigas, a nação prospera como destino turístico entre os europeus, clima árido tropical (maior parte) e mediterrâneo (litoral) e disponibilidade de água de 442 m³ *per capita*, população de 10,7 milhões de habitantes (2012) e PIB de 45,9 bilhões (2011) (Almanaque Abril, 2013). Esse país tem o segundo maior índice da PH, que justifica-se por ser um grande

importador e consumidor de alimentos, principalmente advindos da agricultura que é a atividade com maior consumo de água, e nesse sentido, grande quantidade de água virtual, eleva a PH do país

Tabela 15. Valores médios da Pegada Hídrica (PH), Pegada Ecológica (PE), Pegada de Carbono (PC) e IPAI dos países da África

Países	PH m ³ /pessoa/ano	PE hectares globais	PC toneladas de CO ₂ /ano	IPAI
África do Sul	1.255	2,32	1,31	0,72
Angola	958	1,00	0,16	0,39
Camarões	1.245	1,04	0,12	0,47
Egito	1.341	1,66	0,62	0,61
Etiópia	1.167	1,10	0,06	0,45
Gambia	887	3,45	0,29	0,70
Gana	1.027	1,75	0,25	0,51
Líbia	2.038	3,05	1,92	1,06
Madagascar	1.576	1,79	0,07	0,65
Malawi	936	0,73	0,05	0,34
Maurícios	2.161	4,26	1,49	1,22
Marrocos	1.725	1,22	0,33	0,63
Namíbia	1.682	2,15	0,58	0,76
Níger	3.519	2,35	0,04	1,22
Nigéria	1.242	1,44	0,17	0,52
Quênia	1.101	1,11	0,15	0,44
Tunísia	2.217	1,90	0,68	0,97
Zâmbia	921	0,91	0,13	0,37
Média	1.500	1,85	0,47	0,67

Gâmbia, que é um país com menor valor médio da PH, tem praias e parques de animais que impulsionam o turismo. A agricultura baseia-se no cultivo de algodão e amendoim, os principais produtos de exportação. Possui clima equatorial e a disponibilidade de água é de 5.019 m³ *per capita*, população de 1,8 milhão (2012) e PIB de US\$ 1,1 bilhão (2011) (Almanaque Abril, 2013). Em relação ao menor índice da PH, justifica-se por apresentam hábitos de consumo, estilo de vida e práticas ambientais consideradas sustentáveis. Também na África, Zâmbia é um país que abriga as famosas cataratas de Vitória (Victoria Falls), no rio Zambezi, na divisa com Zimbábue. Os parques nacionais possuem grande variedade de animais, sobretudo nas proximidades dos rios Luangwa e Kafue. A principal atividade de exportação do país é a de extração de cobre. A agricultura ocupa cerca de 70% da força de trabalho. Possui clima tropical e disponibilidade de água de 8.726 m³ *per capita*, população de 13,9 milhões de habitantes (2012) e PIB de US\$ 19,2 bilhões (2011) (Almanaque Abril, 2013). Esse país também tem PH média baixa, que se justifica pelos

hábitos de consumo, estilo de vida e práticas ambientais, consideradas sustentáveis, pelos seus habitantes.

Os resultados ainda indicam que 61,11% dos países africanos analisados no estudo tem PH média abaixo da média mundial. O grande problema é que os 38,89% restantes elevam, em muito, a média da PH dos países, chegando a ultrapassar a média mundial, o que mostra que esses países, apesar de pobres, apresentam hábitos de consumo e estilo de vida considerados insustentáveis e a renda *per capita* não é o único fator decisivo para elevar a PH de um indivíduo, comunidade ou país. Os países que apresentaram as maiores médias de PE foram Maurícios (4,26) hectares globais e Gâmbia (3,45) hectares globais, enquanto Malawi (0,73) hectares globais e Zâmbia (0,91) hectares globais apresentaram os menores valores médios.

A média da PE da África é de 1,85 hectares globais; portanto abaixo da média mundial que é de 2,7 hectares globais. Entretanto, a PH média da África é maior do que a média mundial. Maurícios é um país que a economia depende tradicionalmente da cana-de-açúcar, mas desde os anos de 1980 vem crescendo a atividade turística, a instalação de indústrias têxteis com um centro financeiro internacional. Possui uma área de 2.040 km², 35 mil hectares de florestas representando 17% (2010) (Almanaque Abril, 2013). Neste sentido, o alto valor da média da PE se justifica em razão da alta taxa de ocupação turística que implica diretamente no aumento da capacidade de carga do país. Gâmbia é um país que possui praias e parques de animais que também impulsionam a atividade turística. Possui área de 11.295 km² e 400 mil hectares de florestas representando 48% (2010) (Almanaque Abril, 2013). Esse país tem a segunda maior PE da África, que se justifica também pela alta demanda turística em relação à área territorial. Já o Malawi é um pequeno país com território montanhoso e coberto por savanas e florestas tropicais, que atrai turistas por causa de seus parques de animais selvagens e aldeias tribais. Possui área de 118.484 km² e 3,2 milhões de hectares de florestas representando 34% (2010) (Almanaque Abril, 2013). A baixa média da PE se justifica por apresentar uma demanda turística equilibrada em relação à área territorial.

Zâmbia abriga as famosas cataratas de Vitória (Victoria Falls), no rio Zambezi, na divisa com Zimbábue. Os parques nacionais possuem grande variedade de animais, sobretudo nas proximidades dos rios Luangwa e Kafue. Possui área de 752.612 km² e 49,5 milhões de hectares de florestas representando 67% (2010) (Almanaque Abril, 2013). Esse país tem a segunda maior média da PE, que se justifica também por apresentar uma demanda turística equilibrada em relação à área territorial. Os resultados ainda indicam que 83,33% dos países

africanos têm PE abaixo da média mundial, indicando, portanto, que esse continente ainda apresenta hábitos de consumo, estilo de vida e práticas ambientais consideradas sustentáveis.

Os países africanos que apresentam maiores médias da PC foram Líbia (1,92) toneladas de CO₂ por ano e Maurícios (1,41) toneladas de CO₂ por ano, enquanto os países Malawi (0,05) toneladas de CO₂ por ano e Etiópia (0,06) toneladas de CO₂ por ano que apresentaram os menores índices. Portanto, a PC da África que é de 0,47 toneladas de CO₂ por ano apresenta certo equilíbrio, haja vista que a média mundial é de 4,0 toneladas de CO₂ por ano (Hoekstra e Mekonnen, 2012). Além disso, todos os países analisados apresentam PC média abaixo da média mundial.

No tocante as médias IPAI apresentadas pelos países africanos estudados, levando-se em consideração a escala com os níveis de sustentabilidade propostos neste estudo, variam de 0,0 – 1,00, em intervalos de 0,20. Os resultados foram os seguintes: Malawi (0,34), Zâmbia (0,37), e Angola (0,39) na faixa de intervalo “Aceitável”; Quênia (0,44), Etiópia (0,45), Camarões (0,47), Gana (0,51), e Nigéria (0,52) na faixa de intervalo “Moderadamente Aceitável”; Egito (0,61), Marrocos (0,63), Madagascar (0,65), Gâmbia (0,70), África do Sul (0,72), e Namíbia (0,76) na faixa de intervalo “Alerta”; Tunísia (0,91) na faixa de intervalo “Crítico”; e Líbia (1,06) e Maurícios e Níger (1,22) na faixa de intervalo “Insustentável”.

O IPAI médio da África é 0,67 e, portanto, esse continente se enquadra na faixa “Moderadamente Aceitável”. Apenas Maurícios, Níger e Líbia apresentaram valores do IPAI classificados como insustentável. A razão disso pode estar associada à exploração demasiada da atividade turística ultrapassando os limites da capacidade de carga, no caso de Maurícios e a baixa capacidade de produção agrícola, no caso de Níger e Líbia que se localizam em grandes desertos e têm a necessidade de importação de água virtual contida nos produtos consumidos pela população.

4.4.2.2. América do Norte

A Tabela 16 apresenta os valores da PH, PE, PC e médias IPAI dos países da América do Norte. Os países da América do Norte que apresentaram maiores valores da PH foram os Estados Unidos e Canadá, enquanto que México apresentou o menor valor. Portanto, em relação à média dos índices da PH dos países americanos do norte estudados, que é de 2.384 m³ por pessoa por ano, foi considerada alta, haja vista que a média mundial é de 1.385 m³ por pessoa por ano.

O alto valor médio da PH dos Estados Unidos, justifica-se por se tratar de um país que é grande produtor e consumidor de alimentos, alto nível de renda e hábitos de consumo pouco saudáveis principalmente pelo alto consumo de carne. Esse país também tem as maiores médias de PH, PE e PC que levam ao maior IPAI dos países da América do Norte (1,86) que é insustentável. O Canadá tem a segunda maior média de PH, PE e PC e, conseqüentemente, do IPAI que é também insustentável. Já as PE e PC do México são praticamente um terço dos Estados Unidos e o IPAI é abaixo de 50%, o que torna o país com IPAI no limite de sustentável/insustentável. No geral, o continente da América do Norte tem valores médios de PH, PE e PC todos acima da média mundial e, portanto, o IPAI indica uma condição de insustentabilidade.

Tabela 16. Valores médios da Pegada Hídrica (PH), Pegada Ecológica (PE), Pegada de Carbono (PC) e IPAI dos países da América do Norte

Países	PH m ³ /pessoa/ano	PE hectares globais	PC toneladas de CO ₂ /ano	IPAI
Canadá	2.333	7,01	4,03	1,89
Estados Unidos	2.842	8,00	5,57	2,18
México	1.978	3,00	1,37	1,00
Média	2.384	6,00	3,57	1,69

4.4.2.3. América Central

A Tabela 17 apresenta os valores médios da PH, PE, PC e do IPAI dos países da América Central. Os países da América Central que apresentaram maiores de PH foram Jamaica e Cuba, enquanto que: Nicarágua e Guatemala (983) apresentaram os menores valores em face do estilo de vida e hábitos de consumo de seus habitantes. A situação econômica dos países da América Central, particularmente de Cuba, faz com que ocorra importação grande quantidade de água virtual e, portanto, elevando, a PH de suas populações. Entretanto, todos os países desse continente apresentam valores médios de PE e PC abaixo da média mundial. Além disso, de acordo com IPAI eles são totalmente sustentáveis, inclusive mais de 50% dos países se enquadram dentro da faixa aceitável ($0,20 \leq \text{IPAI} \leq 0,40$), sendo um deles, Haiti com IPAI próximo da condição de sustentabilidade classificada como ideal.

Tabela 17. Valores médios da Pegada Hídrica (PH), Pegada Ecológica (PE), Pegada de Carbono (PC) e IPAI dos países da América Central

Países	PH m ³ /pessoa/ano	PE hectares globais	PC toneladas de CO ₂ /ano	IPAI
Costa Rica	1.490	2,69	0,10	0,74
Cuba	1.687	1,85	0,76	0,73
El Salvador	1.032	2,03	0,11	0,54
Guatemala	983	1,77	0,49	0,52
Haiti	1.030	0,68	0,10	0,36
Honduras	1.177	1,91	0,23	0,57
Jamaica	1.696	1,93	0,87	0,75
Nicarágua	912	1,56	0,51	0,47
Panamá	1.364	2,87	0,62	0,77
República Dominicana	1.401	1,47	0,01	0,56
Média	1.277	1,88	0,38	0,68

4.4.2.4. América do Sul

Os valores médios de PH, PE, PC e IPAI dos países da América do Sul estão na Tabela 18. A Bolívia e Uruguai foram os países da América do Sul que apresentaram maiores vilões de PH, enquanto que o Peru e o Chile tiveram os menores valores. Portanto, a média da PH do continente é acima da média mundial, contudo os valores médios de PE e PC são abaixo da média mundial, fazendo com que o IPAI médio seja sustentável. Apenas os países da Bolívia e Uruguai tiveram IPAI classificado como insustentável, em face dos altos valores da PH, no caso da Bolívia, e da PE, no caso do Uruguai.

Tabela 18. Valores médios da Pegada Hídrica (PH), Pegada Ecológica (PE), Pegada de Carbono (PC) e IPAI dos países da América do Sul

Países	PH m ³ /pessoa/ano	PE hectares globais	PC toneladas de CO ₂ /ano	IPAI
Argentina	1.607	2,60	0,77	0,81
Bolívia	3.468	2,57	0,37	1,26
Brasil	2.027	2,91	0,43	0,94
Chile	1.115	3,24	1,02	0,78
Colômbia	1.375	1,87	0,45	0,63
Equador	2.007	1,89	0,66	0,81
Paraguai	1.954	3,19	0,38	0,95
Peru	1.088	1,54	0,26	0,50
Uruguai	2.133	5,13	0,50	1,26
Venezuela	1.710	2,89	1,42	0,92
Média	1.848	2,78	0,63	0,89

4.4.2.5. Ásia

A Tabela 19 apresenta os valores médios da PH, PE, PC e IPAI dos países representativos do continente asiático. Os países da Ásia que apresentaram maiores valores médios simultaneamente da PH (Mongólia – 3.775, Emirados Árabes – 3.136 e Israel – 2.303), PE (Emirados árabes – 10,68, Kuwait – 6,32 e Mongólia – 5,53) e PC (Emirados Árabes – 8,10, Arábia Saudita – 3,50 e Japão – 3,13) foram Emirados Árabes, Mongólia e Kuwait, que resultam num IPAI insustentável. Como os Emirados Árabes Unidos possui pouca terra agricultável e sua economia é a base da exploração de petróleo e gás natural e turismo, principalmente, por apresentar Dubai como centro financeiro que eleva o consumo de água virtual importada e com isso a PH do país. Já Mongólia tem pouquíssima terra arável, sendo a maior parte de sua área coberta por estepes, com montanhas ao norte e ao oeste e com o deserto de Golgi, ao sul, a maioria dos produtos consumidos pelos seus habitantes são importados.

Tabela 19. Valores médios da Pegada Hídrica (PH), Pegada Ecológica (PE), Pegada de Carbono (PC) e IPAI dos países da Ásia

Países	PH m ³ /pessoa/ano	PE hectares globais	PC toneladas de CO ₂ /ano	IPAI
Arábia Saudita	1.849	5,13	3,50	1,40
Camboja	1.078	1,03	0,14	0,42
China	1.071	2,21	1,21	0,65
Emirados Árabes	3.136	10,68	8,10	2,79
Índia	1.089	0,91	0,33	0,42
Indonésia	1.124	1,21	0,33	0,46
Iran	1.866	2,68	1,71	0,96
Iraque	1.301	1,35	0,89	0,58
Israel	2.303	4,82	3,08	1,45
Japão	1.379	4,73	3,13	1,20
Coreia do Norte	888	1,32	0,72	0,45
Coreia do Sul	1.629	4,87	3,17	1,28
Kuwait	2.072	6,32	4,53	1,69
Malásia	2.103	4,86	3,12	1,40
Mongólia	3.775	5,53	1,24	1,79
Nepal	1.201	3,56	2,85	0,98
Paquistão	1.331	0,77	0,26	0,46
Turquia	1.642	2,70	1,24	0,87
Média	1.713	3,59	2,20	1,03

O Kuwait que tem a maior parte do seu território coberta por um deserto pedregoso, tem a base de sua economia na exploração de petróleo e que possui cerca de um décimo das

reservas do mundo o que eleva o consumo de água virtual importada e com isso a PH do país. Por outro lado, a Coreia do Norte e China apresentaram os menores valores das três variáveis do IPAI, fazendo com que essas variáveis apresentassem as menores médias na Ásia. De forma geral, a Ásia é um continente sustentável, porém apenas a PC se encontra abaixo da média mundial. Os resultados ainda indicam que 55,55% dos países asiáticos estudados têm PE abaixo da média mundial, e 44,45% deles tem PE acima da média mundial. Portanto, esses resultados indicam que os hábitos de consumo, estilo de vida e práticas ambientais de quase a metade dos países asiáticos são considerados insustentáveis.

4.4.2.6. Europa

Os valores médios da PH, PE, PC e IPAI dos países da Europa são apresentados na Tabela 20.

Tabela 20. Valores médios da Pegada Hídrica (PH), Pegada Ecológica (PE), Pegada de Carbono (PC) e IPAI dos países da Europa

Países	PH m ³ /pessoa/ano	PE hectares globais	PC toneladas de CO ₂ /ano	IPAI
Alemanha	1.426	5,08	2,70	1,21
Áustria	1.598	5,30	3,13	1,33
Bélgica	1.888	8,00	3,87	1,81
Dinamarca	1.635	8,26	3,47	1,75
Espanha	2.461	5,42	2,73	1,54
Finlândia	1.414	6,16	4,31	1,48
França	1.786	5,01	2,51	1,30
Grã Bretanha	1.258	4,89	2,87	1,17
Grécia	2.338	5,39	2,92	1,52
Holanda	1.466	6,19	2,99	1,40
Hungria	2.384	2,99	1,66	1,13
Itália	2.303	4,99	2,66	1,44
Noruega	1.423	5,56	1,42	1,19
Polónia	1.405	4,35	2,26	1,09
Portugal	2.505	4,47	2,07	1,39
Rússia	1.852	4,41	2,72	1,25
Suécia	1.428	5,88	2,73	1,33
Suíça	1.528	5,02	3,20	1,28
Média	1.783	5,41	2,79	1,37

O continente europeu é totalmente insustentável de acordo com o IPAI, com média 1,37. Contudo, todos os países do continente, exceto a Finlândia, têm PC média abaixo da média mundial em face desse país não ter nenhum problema com transportes nas suas grandes

idades e com isso há uma liberação maior de CO₂ do que nos demais países europeus que usam mais transportes públicos e bicicletas. Por outro lado, as médias da PH e PE dos países europeus são acima da média mundial. Efetivamente os países da Europa que apresentam maiores médias de PH são Portugal e Espanha, enquanto que a Grã Bretanha e Polônia apresentaram os menores valores em face dos seus hábitos de consumo.

4.4.2.7. Oceania

A Tabela 21 apresenta os valores médios da PH, PE, PC e IPAI dos países da Oceania. A Austrália tem PH e PC maiores do que a Nova Zelândia, porém o IPAI da Nova Zelândia é maior do que o da Austrália em face do alto valor da PE, que é três vezes maior do que a média mundial. Os dois países têm PC abaixo da média mundial, contudo os altos valores médios de PE e PC levam esses países para a classificação de insustentável.

Tabela 21. Valores médios da Pegada Hídrica (PH), Pegada Ecológica (PE), Pegada de Carbono (PC) e IPAI dos países da Oceania

Países	PH m ³ /pessoa/ano	PE hectares globais	PC toneladas de CO ₂ /ano	IPAI
Austrália	2.315	6,20	3,11	1,63
Nova Zelândia	1.589	8,84	2,29	2,00
Média	1.952	7,52	2,70	1,82

4.4.3. Média global dos Índices de Pegadas Ambientais Integradas (IPAI)

A Tabela 22 sumariza os valores médios da PH, PE, PC e IPAI de todos os continentes do planeta. Constata-se, portanto, que o continente com os menores valores de PH, PE e PC é a América Central, seguido pela África, tornando-os os mais sustentáveis do planeta. Inversamente, a América do Norte é o continente com maior nível de insustentabilidade, principalmente em face ao alto padrão de consumo dos americanos. Considerando o valor médio do IPAI de 1,16, o planeta é insustentável com os padrões atuais de consumo, destruição de florestas e de poluição.

Tabela 22. Valores médios de PH, PE, PC e IPAI de todos os continentes do planeta

Países	PH m ³ /pessoa/ano	PE hectares globais	PC toneladas de CO ₂ /ano	IPAI
África	1.500	1,85	0,47	0,67
América do Norte	2.384	6,00	3,57	1,69
América Central	1.277	1,88	0,38	0,68
América do Sul	1.848	2,78	0,63	0,89
Ásia	1.713	3,59	2,20	0,99
Europa	1.783	5,41	2,79	1,37
Oceania	1.952	7,52	2,70	1,82
Média	1.800	4,13	1.82	1,16

5. CONCLUSÕES

Neste trabalho de tese foram realizadas pesquisas em comunidades heterogêneas do Estado da Paraíba (Quilombolas, Pescadores, Naturista, Indígena, Assentamento Rural, Cidade de Grande Porte, Cidade de Médio Porte e Cidade de Pequeno Porte), grupo de pessoas (Grupo Pegada Hídrica Brasil), Países (África, América do Norte, América Central, América do Sul, Ásia, Europa e Oceania), com vistas a validar modelo IPAI (Índice de Pegadas Ambientais Integradas). Esse modelo consiste na integração dos conceitos de Pegada Hídrica, Ecológica e de Carbono, como ferramenta para se avaliar o uso dos recursos naturais no processo de produção e consumo de bens e serviços. Os resultados do trabalho permitiram concluir que o IPAI consiste num índice preciso que pode auxiliar os poderes públicos e privados na tomada de decisão de políticas ambiental, econômica e social. A comunidade heterogênea que apresentou maior índice IPAI foi a Naturista, com valor de 0,90 que se enquadra na faixa classificada como “Crítico”, enquanto que a comunidade Indígena apresentou o menor valor de 0,47, que se enquadra na faixa de “Moderadamente Aceitável”, que é considerado sustentável. Ainda na validação do modelo IPAI o Grupo Pegada Hídrica Brasil que apresentou IPAI médio de 1,47 que se encontra na faixa “Insustentável”. O continente que apresentou maior índice IPAI foi Oceania (1,82) dentro da faixa de intervalo classificada como “Insustentável”, enquanto que a África apresentou valor médio do IPAI (0,67) na faixa “Alerta”, muito embora seja o menor índice encontrado no estudo. A média IPAI global dos continentes estudados apresenta índice de 1,16 que se encontra na faixa de intervalo “Insustentável”, mostrando que a capacidade do planeta já excedeu o seu limite de sustentabilidade.

6. REFERÊNCIAS

- Agenda 21. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2a ed. Brasília: Senado Federal, Sub Secretaria de Edições Técnicas, 1997.
- Aleixo, D. O., Silva, V. P. R., Maracajá, K. F. B., Dantas Neto, J., Araújo, L. E.. Uma medida de sustentabilidade ambiental: pegada hídrica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, p. 100-105, 2012.
- Almanaque Abril. Disponível em: <http://www.almanaqueabril.com.br/mundo/paisesdea-z>. Acesso em: 25 de novembro de 2013.
- Barbieri, J. C. Desenvolvimento e meio ambiente: as estratégias de mudanças da Agenda 21. Petrópolis: Vozes, 1997.
- Bellia, V. Introdução à economia do meio ambiente. Brasília: IBAMA, 1996.
- Besserman, S. Indicadores. In: Trigueiro, A. (org.). Meio ambiente no século 21: especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.
- Bossey, Hartmut. Indicators for sustainable development: theory, methods, applications. International Institute for sustainable development. 161. Portage Avenue East, 6th Floor. Winnipeg. Manitoba. Canadá. 1999.
- Bonder, Cíntia. Desenvolvimento sustentável como uma forma de mitigar o impacto negativo da globalização nas comunidades locais. *Textos & Contextos*. Porto Alegre, Volume 2, Número 1, 2003.
- Bouni, C. Indicateurs de développement durable: l'enjeu d'organiser une information hétérogène pour préparer une décision multicritère. In: COLLOQUE INTERNATIONAL, ABBAY DE FONTEVRAUD – INDICATEURS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE, Paris, 1996. Livro de Trabalhos. Paris: Application des Sciences de l'Action (AScA), 1996. 14p.
- Business Review Brasil. Disponível em: <http://www.businessreviewbrasil.com.br/reports/company-reports>. Acesso em 20 de novembro de 2013.
- Capra, F. O ponto da mutação. A ciência, a sociedade e a cultura emergente. São Paulo: Cultrix, 1982.
- Cavalcanti, C. Desenvolvimento e natureza: estudos para a sociedade sustentável. 2. Ed. São Paulo: Cortez, 1998.

- Chan, W. N. Quantificação e redução de emissões de gases de efeito estufa em uma refinaria de petróleo. 138f. Dissertação (Mestrado) Engenharia Mecânica - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2006.
- Caixa. Caixa Econômica Federal. Disponível em: http://www.caixa.gov.br/novo_habitacao. Acesso em: 17 de novembro de 2013.
- Coelho, H. M. G; Lange, L. C.; Goulart Coelho, L. M. Proposal of an environmental performance index to assess solid waste treatment Technologies. Waste Management Journal. 32 (2011) 1473-1481.
- Diehl, Astor Antônio. Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 2004.
- Ewing, B.; Moore, D.; Goldfinger, S.; Oursler, A.; Reed, A.; Wackernager, M. Ecological Footprint Atlas 2010. Global Footprint Network, Oakland. <http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological%20Footprint%20Atlas%202010.pdf> (accessed 12.10.11).
- Falkenmark, M.; Rockström, J. Balancing Water for Humans and Nature: The New Approach in Ecohydrology, Earthscan. Londres, UK. Junho. FAO (2004). Major and Agricultural Commodities and Producers.
- Feldman, F. Entendendo o meio ambiente. Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo. São Paulo: SMA, 1997.
- Franca, L. P. Indicadores ambientais urbanos: revisão da literatura. Parceria 21, 2001.
- Furtado, J. S.; F. Hourneaux Júnior; Hrdlicka, H. Avanços e Percalços no Cálculo da Pegada Ecológica Municipal: Um estudo de Caso. RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental, v.2, n.1, p. 73-88, 2008.
- Galli, A.; Wiedmann, T.; Ercin, E.; Knoblauch, D.; Ewing, B.; Giljum, S. Integrating Ecological, Carbon and Water footprint into a “Footprint Family” of indicators: Definition and role in tracking human pressure on the planet. Ecological Indicators, v. 16, p.100-112, 2004.
- Giljum, S.; Burger, E.; Hinterberger, F.; Lutter, S.; Bruckner, M. A Comprehensive set of resource use indicators from the micro to the macro level. Resources, Conservation and Recycling, v. 55, p. 300-308, 2011.
- Gonçalves, C. W. P. Os dez (caminhos) do meio ambiente. 12 ed. São Paulo: Contexto, 2005.
- Goldemberg, J.; Lucon, O. Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento. 3- ed. São Paulo-SP: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

- Hails, Cris et al. *Ecological Economics*. Methodological Advancements in the Footprint Analysis. Volume 68, Issue, 15 may 2009. Pages 1991-2007.
- Hammond, A.; Adriaanse, A.; Rodenburg, E. *Environmental Indicators: a Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development*. Washington: WRI, 1995.
- Hertwich, E.G.; Peters, G.P. Carbon footprint of nations: a global, trade-linked analysis. *Environmental Science and Technology*, v. 43, p. 6414–6420, 2009.
- Hoekstra, A.Y.; Chapagain, A.K.; Aldaya, M.M.; Mekonnen, M.M. *Water Footprint Manual: State of the Art 2009*. Water Footprint Network, Enschede, The Netherlands. 2009.
- Hoekstra A.Y; Huang P.Q. Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. *Value of Water Research Report Series*. Delft, the Netherlands: UNESCO-IHE Institute for Water Education; 2002.
- Hoekstra, A.Y.; Chapagain, A.K. The water footprints of Morocco and the Netherlands: global water use as a result of domestic consumption of agricultural commodities. *Ecological Economics*, v. 64, n. 1, p.143–151, 2007b.
- Hoekstra, A. Y.; Chapagain, A. K. *Globalization of Water: Sharing the planet's fresh Water resources*. Oxford: Backwell Publishing, 2008.
- Hoekstra, A.Y.; Chapagain, A. K. *Globalization of Water: Sharing the Planet's Freshwater Resources*. Blackwell Publishing, Oxford, UK, 2008.
- Hoekstra, A.Y. Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis. *Ecological Economics*, v. 68, p. 1963-1974, 2009.
- Hoekstra, A.; Chapagain, A.; Aldaya, M.; Mekonne, M. *Water Footprint Manual. Setting the Global Standard*. Water Footprint Network, 2011.
- Hubacek, K.; Guan, D.; Barrett, J.; Wiedmann, T. Environmental implications of urbanization and lifestyle change in China: Ecological and Water Footprints. *Journal of Cleaner Production*, v.17, p.1241–1248, 2009.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades@*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadessat/index.php>. Acesso em: 26 de Abril de 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades@*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadessat/index.php>. Acesso em: 04 de março de 2012.
- Kampman, D.A.; Hoekstra, A.Y.; Krol, M.S. *The Water Footprint of India*, *Value of Water Research Report Series No.32*, UNESCO-IHE, Delft, 2008.

- Khanna, N. Measuring environmental quality: an index of pollution. *Ecological Economics*, v. 35, n. 2, p. 191-192, nov. 2000.
- Kitzes, J.; Galli, A.; Bagliani, M.; Barrett, J.; Dige, G.; Ede, S.; Erb, K.-H.; Giljum, S.; Haberl, H.; Hails, C.; Jungwirth, S.; Lenzen, M.; Lewis, K.; Loh, J.; Marchettini, N.; Messinger, H.; Milne, K.; Moles, R.; Monfreda, C.; Moran, D.; Nakano, K.; Pyhälä, A.; Rees, W.; Simmons, C.; Wackernagel, M.; Wada, Y.; Walsh, C.; Wiedmann, T. A research agenda for improving national Ecological Footprint accounts. *Ecological Economics*, v. 68, n. 7, p. 1991–2007, 2009.
- Lage, A.C.; Barbieri, J. C. Avaliação de projetos para o desenvolvimento sustentável: uma análise do projeto de energia eólica do Estado do Ceará com base nas dimensões da sustentabilidade. In: Anais ENANPAD 2001, Campinas, 16 a 19 de setembro de 2001.
- Lafer, C. Abertura do seminário: O projeto CIEDS. In: Definindo uma agenda de pesquisa sobre desenvolvimento sustentável: Rio de Janeiro, 28-29 de novembro de 1994. Brasília: Fundação Alexandre Gusmão, 1996.
- Leff, E. Epistemologia ambiental. Cortez Editora. São Paulo: 2000.
- _____. Discursos sustentáveis. Cortez Editora. São Paulo: 2010.
- Linstone, H. A.; Turoff, M. The Delphi Method: techniques and applications. EBOOK, 2002. Disponível em: <<http://is.njit.edu/pubs/delphibook>> Acesso em: 15 set. 2013.
- Malhotra, Naresh. Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- Martins, A.R.P. Desenvolvimento Sustentável: uma análise das limitações do índice de desenvolvimento humano para refletir a sustentabilidade ambiental. Rio de Janeiro, 2006, 127p. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Produção. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.
- Maracajá, K. F. B.. Nacionalização dos recursos hídricos: um estudo exploratório da pegada hídrica no Brasil. Campina Grande, 2013, 75p. Tese (Doutorado) - Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2013.
- Maragon, M.; Presznuk, R.; Sordi, R.; Peralta Agudelo, L. P.; Indicadores de sustentabilidade como instrumento para avaliação de comunidades em crise: aplicação à comunidade de Serra Negra, APA de Guaraqueçaba. In: Peralta Agudero, L. P. (Org.). 2004.

- Mekonnen, M. M. and Hoekstra, A.Y. (2012). National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption, Value of Water Research Report Series No. 50, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
- MDS. Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Disponível em: <http://www.mds.gov.br/publicacoes/prestacaodecontaspresidente/2005/volume1/capitulos/v.22.pdf>. Acesso em 16 de novembro de 2013.
- MME. Ministério de Minas e Energia. Disponível em: http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html. Acesso em: 13 de novembro de 2013.
- MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/index.php/imprensa/noticias/2226-consumo-de-pescado-no-brasil-aumenta-227-em-dois-anos>. Acesso em: 14 de novembro de 2013.
- Mueller, C.; Torres, M.; Morais, M. Referencial básico para a construção de um Sistema de indicadores urbanos. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 1997.
- OECD. Environmental Indicators. Indicateurs d'environnement. OECD Core Set, Corps central de l'OECD. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development, 1994.
- Parente, A.; Elaine, F. Indicadores de Sustentabilidade Ambiental: Um estudo do Ecological Footprint Method do Município de Joinville – SC. XXXI Encontro da ANPAD. Rio de Janeiro, 2007.
- Patrício, Zuleica Maria et al. Aplicação dos métodos quantitativos na produção do conhecimento: uma realidade particular e desafios coletivos para compreensão do ser humano. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Administração, 2000, Florianópolis. Anais – Florianópolis: Anpad, 2000.
- Prabhu, R., Colfer, C. J. P., Dudley, R. G. Guidelines for developing, testing and selecting criteria and indicators for sustainable forest management. Toolbox Series, n.1. Indonesia: CIFOR, 1996.
- Pronk, J.U. M, UIHaq. A. Sustainable development: from concept to action, The Hague Report, 1992.
- Rees, W.E. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. Environment and Urbanization, v.4, n. 2, p. 121–130, 1992.
- Rees, W. E. Revisiting carrying capacity: area-based indicators of sustainability. Population and Environment, v. 17, n. 3, p. 195-215, 1996.

- Rohde, G. M. Mudanças de Paradigmas e Desenvolvimento Sustentado. In: Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável. Clóvis Cavalcanti (Org) INPSO/FUNDAJ, Instituto de Pesquisas Sociais, Fundação Joaquim Nabuco, Ministério de Educação, Governo Federal, Recife, Brasil. Outubro, 1994. p.262.
- Sachs, I. Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Studio Nobel/FUNDAP, 1997.
- Saisana, M.; Tarantola, S. State-of-the-art report on current methodologies and practices for composite indicator development. Joint Research Centre. Italy: European Commission, 2002.
- Scandar Neto, W. J. Indicadores de desenvolvimento sustentável no Brasil. 4º Seminário Fluminense de Indicadores. Cadernos de textos. Rio de Janeiro: Fundação CIDE, p. 116, 2004.
- Seixas, V. S. de C. Análise da pegada hídrica de um conjunto de produtos agrícolas. 2011. 110p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Silva, R.; Cidin, R. Pegada Ecológica: Instrumento de avaliação dos impactos antrópicos no meio natural. Brasil, 2004.
- Sindigás. Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Gás Liquefeito de Petróleo. Disponível em: <http://www.sindigas.org.br/noticias/default.aspx>. Acesso em: 15 de novembro de 2013.
- Souza, M. E. T A; Libânio, M.. Proposta de índice de qualidade para água bruta afluenta a estações convencionais de tratamento. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental. V. 16, n.3. jul/set 2009. p.307-316.
- UNCSD. Indicators of Sustainable Development: framework and methodologies. New York: United Nations, 1996.
- UNCSD. Indicators of Sustainable Development: framework and methodologies. Background paper n. 3. Commission on Sustainable Development. 9th Session. New York: United Nations, 2001. Disponível em: <<http://www.un.org/esa/sustdev/isd.htm>> Acesso em: 15 jan. 2010.
- Van Bellen, H. M. Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa – 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

- Van Bellen, H. M. Michael. Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa. Florianópolis, 2002. 206 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.
- Velazquez, E.; Madrid, C.; Beltrand, M. J. Rethinking the Concepts of Virtual Water and Water Footprint in Relation to the Production-Consumption Binomial and The Water-Energy Nexus. *Water Resource Management*, v. 25, n. 2, p. 743-761, 2011.
- Wackernagel, M.; Rees, W. Our ecological footprint: reducing human impact on the earth. 6. ed. Canadá: New Society Publishers, 1996.
- Wimmer, Roger; Dominick, Joseph R. Mass media research: an introduction. Belmont, CA: Wadsworth, 1987.
- Winograd, M. Desarrollo y uso de indicadores ambientales para la planificación y la toma de decisiones en la Corporación Autónoma Regional del Risaralda: marco conceptual e aplicación. Cali: CIAT/UNEP, 1996.
- World Bank. Environmental performance indicators: a second edition note. Washington: World Bank, 1999. Disponível em: <[http:// www.esd.worldbank.org/eei](http://www.esd.worldbank.org/eei)> Acesso em: 15 jan. 2011.
- WWC. E-conference synthesis: Virtual water trade conscious choices, WWC Publication No.2, World Water Council, 2004.
- Yin, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ANEXOS

Anexo I – Dimensão 1 - PEGADA HÍDRICA (Com base na *Quick Calculator*)

1 - Gênero: () Masculino; () Feminino.

2 - Consumo de Carne: () Vegetariano; () Médio Consumo Kg/semana; () Alto Consumo kg/semana.

3 - Renda Bruta por ano: _____ (R\$)

Anexo II – Dimensão 2 - PEGADA ECOLÓGICA (Com base na *Global Footprint Networks*)

1 – Você come carne?

() Nunca; () Com pouca frequência (três porções por semana); () Ocasionalmente (Quatro ou mais porções por semana)

() Frequentemente (Duas ou mais porções por semana); () Sempre (Uma porção por refeição).

2 – Você come peixe?

() Nunca; () Raramente (Uma porção por semana); () Ocasionalmente (Quatro ou mais porções por semana)

() Frequentemente (Duas ou mais porções por semana); () Sempre (Uma porção por refeição).

3 – Consome leite, derivados do leite e ovos com frequência?

() Nunca; () Raramente (Uma porção por semana); () Ocasionalmente (Quatro ou mais porções por semana)

() Frequentemente (Duas ou mais porções por semana); () Sempre (Uma porção por refeição).

4 – Qual é a quantidade de alimentos que você consome que são produzidos no Brasil?

() Mais ou menos um quarto; () Mais ou menos metade; () Mais ou menos três quartos;

() A maior parte dos alimentos que consumo são brasileiros; () Todos os alimentos que consumo são brasileiros

() Não sei.

5 – Qual o valor mensal de roupas e sapatos que você compra por mês?

() Não muito, talvez uma camiseta e uns pares de meias (mais ou menos R\$ 100,00/mês);

() Uma nova calça e camisa (mais ou menos R\$ 200,00 por mês);

() Uma nova calça, um par de tênis, 2 camisas, Roupas de baixo e meias (mais ou menos R\$ 300,00/mês);

() Eu estou em dia e sigo as tendências da moda (mais ou Menos R\$ 500,00/mês).

6 – Quantos eletrodomésticos, ferramentas de trabalho, incluindo de jardinagem, você compra por ano?

() Eu não compro eletrodoméstico para minha casa todos os Anos (R\$ 300,00/ano);

() Eu só substituo eletrodomésticos quando quebram, se necessário (R\$ 800,00/ano);

() Ocasionalmente trocarei eletrodomésticos antigos por mais modernos (R\$ 1.200,00/ano);

() Troco eletrodomésticos regularmente por modelos de último Tipo (R\$ 2.000,00/ano);

7 – Quantos computadores ou equipamentos eletrônicos você Compra para sua casa por ano?

() Raramente compro aparelhos eletrônicos, mais tenho um telefone celular, por exemplo (R\$ 150,00/ano);

() Normalmente substituo aparelhos eletrônicos, computador, TV, somente quando quebram (R\$ 300,00/ano);

() Eu atualizo os meus aparelhos eletrônicos com bastante Frequência (R\$ 600,00/ano);

() Possuo vários dos novos equipamentos eletrônicos no mercado (R\$ 1.000,00/ano).

8 – Qual é a frequência de compra de jornais, revistas e livros?

() Raramente (R\$ 10,00 por mês); () Algumas vezes por mês (R\$ 15,00/mês);

() Tenho a assinatura de uma revista ou jornal (R\$ 20,00/mês);

() Tenho a assinatura de uma revista ou jornal e Ocasionalmente compro um livro ou revista (R\$ 25,00/mês);

() Recebo diariamente um jornal e freqüentemente compro livros e revistas (R\$ 30,00 ou mais /mês).

9– Qual a quantidade de papel e vidro que você consome em casa e é separado para reciclagem ?

() Nenhum; () Algum; () A maioria; () Todos.

10 – Quantas pessoas moram na sua casa?

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5; () 6; () 7 ou mais.

11 – Qual é a área da sua casa?

() Minúscula (33m²); () Pequena (33 a 42m²); () Média (42 a56 m²); () Média-Grande (56 a 75m²)

() Grande (75 a94 m²); () Muito Grande (100m² ou mais).

12 – Usa em sua casa lâmpadas econômicas (fluorescentes, compactas)?

() Não sei; () Não, nenhuma lâmpada em casa é econômica; () Um quarto das lâmpadas em casa são econômicas

() Metade das lâmpadas em casa são econômicas; () Todas as lâmpadas em casa são econômicas.

13 – Qual é a percentagem de energia elétrica que você usa provém de recursos renováveis?

() Não sei; () Menos de 5%; () De 5% a 20%; () De 20% a 50%; () De 50% a 75%;

() De 75% a 100%.

14 – Quanto de energia elétrica você utiliza em casa por mês?

() Não sei; () Menos de 20 quilowatts (menos que R\$ 6,00/mês);

() Mais ou menos 40 quilowatts (R\$ 12,00/mês); () Mais ou menos 70 quilowatts (R\$ 21,00/mês);

() Mais ou menos 100 quilowatts (R\$ 21,00/mês); () Mais de 200 quilowatts (R\$ 200,00 ou mais /mês).

15 – Qual a distância média percorrida por você de carro por Semana (como motorista ou passageiro)?

- Nunca ando de carro; 1 a 40 km; 40 a 100 km; 100 a 150 km; 150 a 240 km;
 Mais de 240 km.

16 – Qual a distância percorrida por você em transporte Público por semana (ônibus, metrô, trem)?

- 0 km; 1 a 10 km; 10 a 40 km; 40 a 100 km; Mais de 100 km.

17 – Qual o total de horas que você voa (avião)?

- Nunca vôo; Viajo 2 horas; Viajo 5 horas; Viajo 12 horas; Viajo 24 horas
 Mais de 24 horas.

Anexo III – Dimensão 3 - PEGADA DE CARBONO (Com base na *Carbon Footprint Company*)

Número de pessoas que residem em sua casa: ()

Energia elétrica da rede

1 – Qual o seu consumo de Energia Elétrica? () kwh/mês

2 – Qual o seu consumo de gás de cozinha? () kg/mês

3 – Qual o consumo de Gás de encanamento: () m³/mês

Transporte aéreo

4 - Qual o total de horas que você voa (avião) por ano?

- Nunca vôo; Viajo 2 horas; Viajo 5 horas; Viajo 12 horas; Viajo 24 horas
 Mais de 24 horas.

Transporte terrestre

5 – Possui Veículo: () Sim () Não

Se Sim. Quantos quilômetros percorre: () km/mês

Movido a: Gasolina () Diesel ()

6 – Possui Motocicleta: () Sim () Não

Se sim. Qual o tipo:

- até 125 cilindradas entre 125 e 500 cilindradas mais de 500 cilindradas

7 – Utiliza transporte público: () sim () não

Se sim. Quantos quilômetros percorre: () km\mês

Tipo: () Ônibus () Ônibus de excursão () Trem Nacional () Trem Internacional
() Ônibus elétrico () Táxi

Preferência alimentar

() Sou vegetariano () Como basicamente pescado () Como basicamente carnes brancas () Como uma combinação de carnes brancas e vermelhas () Como carnes vermelhas todos os dias

Produtos orgânicos

() Compro exclusivamente produtos orgânicos ou os cultivo
() Alguns dos alimentos que consumo são orgânicos ou os cultivo
() Nem compro nem cultivo produtos orgânicos

Alimentos de época

() Compro ou cultivo exclusivamente alimentos de época
() Procuro comprar ou cultivas alguns alimentos de época
() Nem compro nem cultivo alimentos de época

Alimentos e produtos importados

() Cultivo todos os alimentos que consumo e não compro nenhum produto
() Só compro alimentos e produtos de origem local
() Compro principalmente produtos de origem local
() Prefiro comprar produtos produzidos próximo de casa
() Não presto a atenção no lugar de procedência dos produtos

Moda

() Compro roupas com frequências para estar sempre na moda
() Compro roupas novas quando necessito
() Compro roupas exclusivamente de segunda mão

Embalagens

() Não compro nada embalado
() Só compro coisas com a menor quantidade de embalagem possível

- Procuro comprar coisas com a menor quantidade de embalagem possível
- Só compro coisas bem embaladas

Móveis e aparelhos elétricos

- Eu gosto de ter o último em tecnologia e moderno para a casa
- Normalmente compro coisas novas, mas uso mais de 5 anos
- Compro o essencial e o utilizo até que quebre
- Só compro móveis e aparelhos de segunda mão

Reciclagem

- Reciclo todo composto que uso
- Reciclo quase todos meus resíduos
- Reciclo parte dos meus resíduos
- Não reciclo nada

Tempo livre

- Pratico unicamente atividades que não deixam pegada de carbono, como caminhar e andar de bicicleta
- De vez em quando vou ao cinema, a bares ou a restaurantes
- Frequentemente vou ao cinema, a bares ou a restaurantes
- Eu gosto de atividades que deixam grandes pegadas de carbono, como saltar de páraquedas

Carro

- Não possuo carro
- Possuo carro. Quantos ()

Serviços Financeiros e de outro tipo

- Não possuo conta bancária () Uso uma gama de opções de serviços financeiros