



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE-UFCG**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E SOCIAIS-CCJS**  
**CURSO DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS**



**ANÁLISE DA PEGADA HÍDRICA TOTAL: UM ESTUDO DE CASO EM UMA  
EMPRESA DA CONSTRUÇÃO CIVIL LOCALIZADA NA CIDADE DE SOUSA-PB**

**RODOLFO ALVES PAMPLONA DE LIMA**

**SOUSA - PB**

**2016**

**RODOLFO ALVES PAMPLONA DE LIMA**

**ANÁLISE DA PEGADA HÍDRICA TOTAL: UM ESTUDO DE CASO EM UMA  
EMPRESA DA CONSTRUÇÃO CIVIL LOCALIZADA NA CIDADE DE SOUSA-PB**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Contábeis do Centro de Ciências Jurídicas e Sociais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Contábeis.

**Orientador:** Professor Dr. Allan Sarmiento Vieira.

**SOUSA-PB  
2016**

## DECLARAÇÃO DE AUTENTICIDADE

Por este termo, eu, abaixo assinado, assumo a responsabilidade de autoria do conteúdo do referido Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado: **“ANÁLISE DA PEGADA HÍDRICA TOTAL: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DA CONSTRUÇÃO CIVIL LOCALIZADA NA CIDADE DE SOUSA-PB”**, estando ciente das sanções legais previstas referentes ao plágio. Portanto, ficam, a instituição, o orientador e os demais membros da banca examinadora isentos de qualquer ação negligente da minha parte, pela veracidade e originalidade desta obra.

Sousa/PB, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2016.

---

**Rodolfo Alves Pamplona de Lima**

## **RODOLFO ALVES PAMPLONA DE LIMA**

### **ANÁLISE DA PEGADA HÍDRICA TOTAL: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DA CONSTRUÇÃO CIVIL LOCALIZADA NA CIDADE DE SOUSA-PB**

Esta monografia foi julgada adequada para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Contábeis, e aprovada na forma final pela Banca Examinadora designada pela Coordenação do Curso de Ciências Contábeis do Centro de Ciências Jurídicas e Sociais da Universidade Federal de Campina Grande- PB, Campus Sousa.

**Monografia aprovada em: 25/05/2016**

#### **BANCA EXAMINADORA**

---

Professor Doutor Allan Sarmiento Vieira (UFCG).

---

Professor (a) Doutor Orlando Gomes da Silva (Examinador 01 UFCG).

---

Professor (a) Mestre Cristiane Queiroz Reis (Examinador 02 UFCG).

*Dedico este trabalho aos meus pais, Flávio e Fátima, à minha esposa, Janaina, e às minhas filhas, Vitória e Geovanna, por sempre me apoiarem em todos os momentos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao nosso grande Arquiteto do Universo, pois sem ele não conseguiria atingir os objetivos da minha vida.

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Primeiramente, ao professor Dr. Allan Sarmiento Vieira, pelo apoio na conclusão deste trabalho e pela paciência em muitos momentos de dificuldade. Verdadeiro amigo e exemplo de sucesso a ser seguido pelos discentes.

À minha família, aos meus pais, Flávio e Fátima, ao meu irmão, Rodrigo, à minha esposa, Janaina, e às minhas filhas, Vitória e Geovanna, pelo apoio, compreensão e carinho.

Aos meus amigos de turma, Dimas Oliveira, Sérgio, Eduardo, Felipe, Anderson, Fernando, Francisco Junior, Sâmia, Erica, Mayara, Paloma e Keylla, por estarem presentes todos esses anos na minha vida, com muita alegria, confiança e amizade.

Aos meus colegas de trabalho, Dr<sup>a</sup>. Sueliy e Dr. Arthur, pelas algumas observações ao meu trabalho.

A toda minha família: avó, tios, tias, primos, primas e padrinho, pela torcida.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho. Meu muito obrigado.

*Quando o poço secar, entenderemos o valor da água.*  
- Benjamin Franklin.

## RESUMO

Esta proposta de pesquisa procura determinar e analisar a pegada hídrica do concreto, com base na água utilizada por uma empresa da construção civil, localizada na cidade de Sousa-PB. Buscou-se determinar a quantidade de concreto em metros cúbicos, nos anos bases de 2013 a 2015, para conhecer a pegada hídrica do produto que, no caso, seria o metro cúbico do concreto. Dessa forma, as empresas podem investir em tecnologias para prever a quantidade necessária de recursos naturais, no caso da água e, ao mesmo tempo, o quanto o seu produto possa agregar valor ao mercado, visto que a preocupação com a questão ambiental é crescente. Esse tema é de grande relevância e deve ser analisado e diagnosticado através de modelos matemáticos adequados às condições locais da construção civil, para que sejam realizadas estimativas precisas com relação à quantidade total do metro cúbico de concreto. Com base nessa realidade, foram feitas análises com o método da Pegada Hídrica a fim de verificar a sua eficiência e eficácia na geração de informações sobre a quantidade de água necessária para a produção, para que possa ser utilizado em um futuro projeto de controle ambiental ou na evidenciação contábil, a fim divulgar as receitas ambientais geradas e não contabilizadas pela empresa estudada. Diante dos resultados, a pegada hídrica total em uma unidade habitacional de 88,45m<sup>2</sup> de área construída foi de 0,2099m<sup>3</sup>/t, contudo, utilizando técnicas inovadoras, como os aditivos, a pegada hídrica total diminuiu consideravelmente ficando com 0,0937m<sup>3</sup>/t. O consumo de água diminuiu em torno de 44,64% com a utilização do aditivo, bem como reduziu o consumo de todos os itens para a fabricação do concreto. É importante lembrar, ainda, que o custo também foi reduzido em torno de 18,42% com a mudança dos traços. Portanto, o estudo de caso sobre a pegada hídrica poderá nortear outras pesquisas da indústria da construção civil, bem como fornecerá informações confiáveis para auxiliar na elaboração dos Relatórios de Sustentabilidade de uma determinada empresa que visa gerar e evidenciar informações ambientais.

**Palavras-chaves:** pegada hídrica, concreto, água, sustentabilidade e informações.

## ABSTRACT

This proposal of research seeks to determine and analyze the water footprint of concrete, based on the water used by a construction company, located in Sousa-PB. It aimed to determine the amount of concrete in cubic meters in the years between 2013 to 2015, to know the water footprint of the product, which, in fact, is the cubic meter of concrete. Thus, companies can invest in technology to provide the required amount of natural resources, concerning the water and, at the same time, how its product can add value to the market, as the concern about the environment is growing. This issue is of great importance and must be analyzed and diagnosed using mathematical models appropriate to local conditions of the building, so that accurate estimates are made in relation to the total amount of cubic meter of concrete. Based on this fact, analyzes were performed using the method of Water Footprint to check its efficiency and effectiveness in generating information on the amount of water required for production, so it can be used in a future environmental control project or in accounting disclosure, in order to share environmental generated revenues not accounted by the company studied. Given the results, the total water footprint in a housing unit of 88,45m<sup>2</sup> constructed area was 0,2099m<sup>3</sup>/t, however, using innovative techniques such as additives, the total water footprint decreases considerably getting 0,0937m<sup>3</sup>/t. The water consumption decreases by about 44.64% using the additive and reduced consumption of all items for the manufacture of concrete. It is important to remember also that the cost was also reduced by around 18.42% with the changing features. Therefore, the study of the case on the water footprint can guide further research of the construction industry and provide reliable information to assist in the preparation of sustainability reports of a particular company that aims to generate and demonstrate environmental information.

**Keywords:** Water Footprint; Concrete; Water; Sustainability; Information.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Pilares do desenvolvimento sustentável .....	Erro! Indicador não definido.
<b>Figura 2:</b> Agentes que têm levado empresas a evidenciarem na Contabilidade informações ambientais .....	25
<b>Figura 3:</b> Instrumentos de divulgações da responsabilidade social corporativa.....	29
<b>Figura 4:</b> Representação esquemática da pegada hídrica .....	32
<b>Figura 5:</b> Esquematização do sistema de produção do produto “p” em “k” passos de processo .....	35
<b>Figura 6:</b> Esquematização do último passo do processo no sistema de produção do produto ‘p.....	36
<b>Figura 7:</b> Mapa das mesorregiões da Paraíba. Mata Paraibana (MP), Agreste Paraibano (AP), Mesorregião da Borborema (MB) e Mesorregião do Sertão (MS) .....	40
<b>Figura 8:</b> Esquematização do último passo do processo no sistema de produção do produto ‘p.....	45
<b>Figura 9:</b> Diagrama do transporte de água.....	46
<b>Figura 10:</b> Processo de fabricação do cimento .....	49
<b>Figura 11:</b> Processo de fabricação da brita.....	50

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Consumo de água por unidade produzida (litros/unidade produzida) .....	<b>38</b>
---	-----------

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Volume de água reciclada e reutilizada .....	<b>39</b>
<b>Tabela 2:</b> Valores médios da pegada hídrica (m <sup>3</sup> /ano) .....	<b>41</b>
<b>Tabela 3:</b> PH de alguns produtos de origem animal e da cultura.....	<b>42</b>
<b>Tabela 4:</b> Ordenação dos consumidores moderados e altos de carnes (Classe A e B) e os vegetarianos, agrupados em diferentes rendas (RF) .....	<b>43</b>
<b>Tabela 5:</b> Pegada hídrica média (m <sup>3</sup> /ano) .....	<b>43</b>
<b>Tabela 6:</b> Mercadorias estocadas.....	<b>46</b>
<b>Tabela 7:</b> Tipos de traços .....	<b>47</b>
<b>Tabela 8:</b> Quantidade de água utilizada nos períodos de 2013 a 2015 .....	<b>47</b>
<b>Tabela 9:</b> Previsão da quantidade de água utilizada no período de 2016 .....	<b>48</b>
<b>Tabela 10:</b> Pegada hídrica total do processo de concreto .....	<b>48</b>
<b>Tabela 11:</b> Resultado da pegada hídrica do concreto entre 2013 a 2015 .....	<b>51</b>
<b>Tabela 12:</b> Previsão da pegada hídrica do concreto em 2016 .....	<b>51</b>
<b>Tabela 13:</b> Tipo de traço com aditivo.....	<b>52</b>
<b>Tabela 14:</b> Pegada hídrica total do processo de concreto utilizando o aditivo .....	<b>53</b>
<b>Tabela 15:</b> Resultado da pegada hídrica do concreto entre 2013 a 2015 .....	<b>53</b>
<b>Tabela 16:</b> Previsão da pegada hídrica do concreto em 2016.....	<b>54</b>
<b>Tabela 17:</b> Comparativo da quantidade de água utilizada nos períodos de 2013 a 2015 ....	<b>54</b>

**Tabela 18:** Gasto utilizado no concreto .....55

**Tabela 19:** Custo do concreto com aditivo.....55

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

<b>ANA</b>	Agência Nacional das Águas;
<b>CPC</b>	Comitê de Pronunciamentos Contábeis;
<b>DFP</b>	Demonstrações Financeiras Padronizadas;
<b>DVA</b>	Demonstração do Valor Adicionado;
<b>DAEE</b>	Departamento de Águas e Energia Elétrica;
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization;
<b>IAS</b>	International Accounting Standards;
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
<b>PH</b>	Pegada Hídrica;
<b>SGA</b>	Sistema de Gerenciamento Ambiental;
<b>SICA</b>	Sistema de Informação Contábil Ambiental;

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO E PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>15</b>
1.1 OBJETIVOS.....	17
<b>1.1.1 Objetivo geral .....</b>	<b>17</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>17</b>
1.2 JUSTIFICATIVA.....	17
1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	19
<b>1.3.1 Quanto aos procedimentos .....</b>	<b>19</b>
<b>1.3.2 Quanto à abordagem .....</b>	<b>20</b>
<b>1.3.3 Quanto à coleta de dados.....</b>	<b>20</b>
<b>1.3.4 Método de análise de dados.....</b>	<b>21</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>23</b>
2.1 MOMENTO DA ÁGUA DOCE NO BRASIL .....	23
2.2 GESTÃO AMBIENTAL .....	23
2.3 CONTABILIDADE AMBIENTAL .....	25
<b>2.3.1 Ativo e Passivo ambiental .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.2 Despesa, Receita e Custo ambiental .....</b>	<b>28</b>
<b>2.3.3 Balanço social e ambiental.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.4 Intangível .....</b>	<b>30</b>
2.4 PEGADA HÍDRICA.....	30
<b>2.4.1 Sustentabilidade da Pegada hídrica .....</b>	<b>32</b>
<b>2.4.2 Pegada hídrica verde .....</b>	<b>33</b>
<b>2.4.3 Pegada hídrica cinza.....</b>	<b>33</b>
<b>2.4.4 Pegada hídrica azul.....</b>	<b>34</b>
<b>2.4.5 Alguns cálculos utilizados na Pegada Hídrica.....</b>	<b>35</b>
2.5 CÁLCULO DA PEGADA HÍDRICA EM ALGUMAS EMPRESAS NO BRASIL .....	37
<b>2.5.1 Natura.....</b>	<b>37</b>
<b>2.5.2 Pegada hídrica na produção de aço .....</b>	<b>39</b>
<b>2.5.3 Regionalização da PH do Estado da Paraíba .....</b>	<b>40</b>
<b>3 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>45</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA .....	45
3.3 CÁLCULO DA PEDAGA HÍDRICA DO CONCRETO COM TRAÇO CORRIGIDO .....	51
3.4 CÁLCULO DOS CUSTOS DE CADA TRAÇO.....	54
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>56</b>
<b>5 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO E PROBLEMÁTICA

Uma das necessidades essenciais dos seres vivos, de modo especial do ser humano, está vinculada ao uso da água para o consumo e para as atividades econômicas, de modo que a existência de água potável traz ao homem segurança alimentar e energética. Entretanto, com o desequilíbrio ambiental existente, entre a demanda e a oferta de água doce, o mundo deverá enfrentar um déficit global de água cada vez mais grave, fazendo com que a humanidade sofra cada vez mais com as consequências desse desenvolvimento insustentável.

Estimativas apontam que no ano de 2050 ocorrerá um aumento no consumo da água em 55%, principalmente nas atividades industriais, o que indica uma elevação de aproximadamente 400% na produção de produtos. O setor agrícola precisará utilizar 60% a mais da quantidade de água que atualmente é utilizada, para que possa garantir o abastecimento suficiente de alimentos para população, sem contar que os lençóis freáticos estão com 20% abaixo do normal (UNESCO, 2015).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2012), 97,5% da água do mundo é salgada, sendo que 2,5% restante do volume contém uma parte com índices significativos de sais, como por exemplo, as águas salobras encontradas nos pântanos, lagos, deltas e, até mesmo, no solo. No entanto, 2/3 dessa se encontra nas geleiras, sendo um custo absurdo para transportar para as populações, ficando menos de 0,83% na superfície terrestre e subterrânea. O Brasil dispõe de 12% da água doce do mundo, porém, em certos lugares, há escassez de recursos hídricos, visto que o território brasileiro é muito extenso, havendo dessa forma, uma maior concentração de água em determinado lugar, enquanto que em outros o número de mananciais é bem abaixo da necessidade da população.

Com a globalização e a nova era dos investidores, algumas providências estão sendo tomadas, como, por exemplo, as indústrias competitivas que estão entrando no chamado *marketing* verde estão se beneficiando pelas oportunidades da gestão ambiental, uma vez que se encontram obtendo novos clientes favoráveis ao meio ambiente, reduzindo os desperdícios na produção, melhorando, assim, a imagem pública, entre outros fatores. As empresas, por deterem recursos financeiros próprios, podem transferir parte dos recursos à preservação do meio ambiente, visto que trabalham de forma a atingir metas e resultados, diferentemente dos governos (BRAGA, 2007).

Para tanto, o tema da sustentabilidade ambiental ganhou força e foi criado no ano de 1987, pela ex-ministra da Noruega, *Gro Harlem Brundtland*, que propôs a garantia dos recursos

naturais para as gerações futuras, de forma que a geração presente faça bom uso dos recursos, garantindo a sua conservação. Para que haja um desenvolvimento sustentável, todos os agentes sociais devem agir para que a população possa ser envolvida na preservação do meio ambiente, de forma que os recursos naturais não sejam extraídos para alavancar tão somente ganhos na economia, mas que a política ambiental deve completar o processo de desenvolvimento e não somente uma responsabilidade setorial fragmentada (COSTA, 2012).

Dessa forma, a ciência da contabilidade ambiental estuda o patrimônio ambiental, com o objetivo de fornecer aos usuários externos informações ambientais confiáveis, que na maioria das vezes são variáveis intangíveis, por se tratar de um tema que promove debates entre economistas, políticos e classes sociais. Podem-se destacar os órgãos públicos, ao quais se preocupam com o cumprimento das leis ambientais, como também os *Stakeholders* que procuram investir em empresas que preservam o meio ambiente. Segundo Junior (2000), a comunidade de negócios está desenvolvendo sistemas de avaliações de risco de crédito (*rating*), com o objetivo de avaliar os riscos ambientais ou avaliações de auditores independentes especializados, bem como informações detalhadas das demonstrações contábeis ambientais.

Diante dessa perspectiva da falta de água doce, vários esforços foram feitos para resolver ou amenizar o problema, como, por exemplo, o conceito de água virtual, criado pelo professor John Anthony Allan em 1993, que trata da mensuração de água incorporada em um determinado produto ou cadeia produtiva. No ano de 2002, motivados também pelo descontentamento da forma pela qual os recursos hídricos eram tratados no mundo, houve a publicação de *A.Y.Hoekstra*, da Universidade de *Twente* na Holanda, e de *AK Chapagain*, da ONG *WWF World Wildlife Foundation* do Reino Unido, as quais introduziram o conceito de pegada hídrica, que é um indicador multidimensional, pois considera o volume total de água doce que é utilizada (ou poluída) para se produzir bens e serviços consumidos (COSTA, 2014). Nesse contexto, a pegada hídrica surge com indicador de sustentabilidade ambiental (MARACAJÁ *et al.* 2012).

Nessa perspectiva, as empresas podem identificar e mensurar a quantidade de água doce em seus produtos, para que possa agregar valor de mercado, a fim de aumentar as suas receitas. Portanto, nesta pesquisa, obtiveram-se informações da pegada hídrica total do concreto utilizado numa empresa da construção civil, que servirá de base para a tomada de decisão na Contabilidade, visto que pode ser mais um método apropriado para as empresas.

Com base nesse cenário, a presente pesquisa busca responder a seguinte problemática: **Qual seria a pegada hídrica total, se a construtora analisada produzisse uma determinada quantidade em metro cúbico de concreto, nos anos bases de 2013 a 2015?**

## **1.1 Objetivos**

### *1.1.1 Objetivo geral*

Determinar a pegada hídrica total, com base na água utilizada por uma empresa da construção civil, localizada na cidade de Sousa-PB, para produzir uma determinada quantidade de concreto em metro cúbicos, nos anos bases de 2013 a 2015.

### *1.1.2 Objetivos específicos*

- Determinar a pegada hídrica total, com base nas componentes azul, verde e cinza, para a empresa analisada;
- Averiguar alternativas para diminuir a pegada hídrica na produção do concreto da empresa estudada;
- Mensurar os benefícios gerados com a diminuição da pegada hídrica na empresa de concreto analisada;
- Mensurar o custo da água no concreto.

## **1.2 Justificativa**

Decisões insustentáveis e falhas na governança têm afetado a qualidade e quantidade dos recursos hídricos no tempo e espaço, comprometendo a geração de benefícios sociais e econômicos. A demanda de água doce também está sendo fortemente influenciada pelo crescimento da população, urbanização e pela segurança alimentar e energética. (UNESCO, 2015).

Segundo Costa (2012), devido ao aumento da produção, as empresas vêm utilizando nos seus processos os recursos naturais sem nenhum controle e nenhuma preocupação com a recuperação ou proteção do meio ambiente, pois a única preocupação era minimizar os custos de produção e maximizar a exploração dos recursos naturais gratuitamente. Nesse contexto, ganha corpo a gestão ambiental nas empresas como ferramenta competitiva, voltada para minimizar os efeitos negativos causados no meio ambiente.

Para tanto, Hoekstra *et al.* (2011) introduziu o conceito de Pegada Hídrica, a fim de visualizar o uso oculto da água em cadeias produtivas, servindo de base para um melhor gerenciamento dos recursos hídricos do planeta. Esse modelo, com poucas aplicações de pesquisa no Brasil e no mundo, informa que o método só é relevante em regiões com problemas de escassez de água, sendo desnecessário reduzir a pegada em regiões abundantes de água doce, embora que todas as reduções de pegadas hídricas sejam importantes.

Diante desse método, o cálculo da Pegada Hídrica servirá como indicador de sustentabilidade, a fim de gerar informação para as demonstrações contábeis ambientais. As empresas poderão agregar valor aos seus produtos para aumentar suas receitas, bem como contribuir para preservação ambiental.

No seminário "*Solving The Water Crisis: common action toward a sustainable water footprint*" (Resolvendo a Crise da Água: ações comuns para uma pegada hídrica sustentável) em 2010, a empresa Natura apresentou a estratégia de gestão de água com um olhar sobre todo o ciclo de vida do negócio, utilizando o cálculo da pegada hídrica. Nesse estudo, apontou as fases de descarte dos produtos pelos consumidores (45,9%) e de fornecimento de matérias primas (36,9%) como as mais relevantes em termos de impacto na cadeia e a etapa do uso do produto com um percentual de 13,8% no total. Também analisou as operações feitas somente no Brasil, em que identificou um consumo de 0,42 litro por unidade produzida em 2010. Diante desse valor, procurou formular estratégias de crescimento da empresa com a redução da pegada hídrica, sendo que nos anos seguintes (2011-2012), constatou-se um consumo de 0,40 litro por unidade produzida (NATURA GRI, 2012).

Alencastro (2011) também realizou um estudo da pegada hídrica no processo de produção do aço, haja vista a grande demanda de água, principalmente nos sistemas de refrigeração. Segundo o Instituto de Aço no Brasil, circularam nas unidades de processo siderúrgico 6,5 bilhões m<sup>3</sup> de água, considerando a água doce, salobra ou salgada. O objetivo do trabalho foi obter a quantidade de água na fabricação de uma tonelada de barra laminada, bitola de 10mm,

em uma siderúrgica semi-integrada, onde se constatou que seriam necessários 1538,65 m<sup>3</sup>/h de água para produzir o material, ou seja, 1,5 m<sup>3</sup>/kg, em uma usina a forno elétrico a arco. Com esse valor, as siderúrgicas poderão formular estratégias ambientais para garantir a sustentabilidade em suas principais dimensões, ambiental, econômica e social.

Diante dos estudos realizados, verifica-se que o estudo sobre pegada hídrica, precisamente nos setores da construção civil, pode ser muito útil, haja vista o grande consumo de água nesse setor. Desse modo, ajudará a avaliar os impactos causados pelas atividades operacionais, para que possa contribuir no alcance de objetivos de desenvolvimento sustentável.

Destarte, o tema proposto é novo na contabilidade e de interesse da sociedade e do meio empresarial, visto que se trata da redução da água bruta ou tratada no concreto nas indústrias da construção civil. A empresa escolhida trabalha na construção civil e está localizada na cidade de Sousa/PB. Assim, acredita-se que os resultados que forem obtidos possam vir a contribuir na divulgação de dados relevantes para a contabilidade ambiental, com relação aos possíveis métodos e práticas utilizadas para a mensuração e a evidência da pegada hídrica do concreto, por se tratar de um produto universal.

### **1.3 Procedimentos metodológicos**

Nesta parte, serão apresentados os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento desta pesquisa, que tem como meta atingir os objetivos propostos delineados e, conseqüentemente, obter os resultados deste trabalho.

#### *1.3.1 Quanto aos procedimentos*

Com relação aos procedimentos utilizados para coleta dos dados, foram utilizados como base os métodos de pesquisa exploratória e documental, bem como o estudo de caso, sendo que foi escolhida uma empresa do ramo da construção civil. A pesquisa exploratória, consoante Beuren (2008), tem como objetivo conhecer uma determinada temática a ser estudada, buscando conhecer com maior profundidade o assunto e torná-lo mais claro, maximizando a formulação de uma hipótese precisa e operacional. Marconi e Lakatos (2013) defendem que

a pesquisa documental tem como característica principal a busca de fontes de coletas de dados restritas a documentos, escritos ou não, constituindo o que se denomina de fontes primárias.

Classifica-se, ainda, como descritiva, já que esse método se preocupa em observar os fatos, registrá-los, analisá-los, classificá-los e interpretá-los, sem interferência do pesquisador. Segundo Yin (2010), a utilização do estudo de caso é necessária quando se deseja entender um determinado fenômeno da realidade em profundidade. Para tanto, esse procedimento metodológico engloba, ainda, importantes condições contextuais, como também incluem outras características técnicas, como a coleta de dados e as estratégias de análise de dados. A partir disso, esta pesquisa buscou analisar a pegada hídrica total de uma empresa da construção civil, para produzir uma determinada quantidade de concreto em metros cúbicos, nos anos bases de 2013 a 2015.

### *1.3.2 Quanto à abordagem*

Esta pesquisa é quantitativa, já que foram utilizadas técnicas matemáticas, tanto na coleta quanto no tratamento dos dados, preocupando-se com o comportamento geral dos acontecimentos. Assim, pode ser classificada, ainda, como uma abordagem qualitativa, porque existe a frequência de estudos descritivos, os quais procuram classificar as relações entre as variáveis e suas relações de causalidade dos fenômenos (BEUREN, 2008).

### *1.3.3 Quanto à coleta de dados*

A busca dos dados iniciou-se pelo inventário documental da instituição estudada, para levantar a quantidade de água, cimento, brita e areia que a empresa utiliza nos seus processos construtivos. Diante dos documentos analisados, foram coletados os dados necessários para calcular a pegada hídrica total e organizados em uma planilha para os anos de 2013 a 2015.

### 1.3.4 Método de análise de dados

Para atingir os objetivos desta pesquisa, foi preciso ter um conhecimento da contabilidade ambiental, na busca de informações sociais, econômicas e ambientais confiáveis, bem como, conhecer o método da Pegada Hídrica Total de um produto, a fim de determinar a quantidade de água utilizada no concreto. A pegada hídrica total de um produto é o volume de água utilizado diretamente ou indiretamente (armazenamento, transporte, processamento e disposição) em seu processo produtivo, ou seja, é a quantidade de água adicionada utilizada (água virtual) em produto no seu processo de transformação final. No caso dos produtos industriais, a pegada hídrica pode ser expressa em m<sup>3</sup>/\$, pelo volume de água/kcal (no caso de dietas alimentares), volume de água/joule (no caso da eletricidade ou combustíveis), m<sup>3</sup>/t (metros cúbicos por tonelada), ou pelo volume de água por unidade (HOESTRA *et al.*, 2011).

Nesta pesquisa foi utilizado o método sequencial cumulativo para calcular a Pegada Hídrica Total do concreto, pois considera o sistema mais genérico, visto haver somente um produto, de forma que a pegada hídrica do produto final é a soma das pegadas hídricas dos insumos, adicionando a pegada hídrica do processo, proporcionalmente aos produtos finais.

A pegada hídrica do produto resultante “p” é calculada da seguinte forma:

$$PH_{\text{prod}}[p] = (PH_{\text{proc}}[p] + \sum_{i=1}^y \frac{PH_{\text{prod}}[i]}{f_p[p,i]}) \cdot f_y[p] \quad [\text{volume}/\text{massa}] \quad (01)$$

Onde:

PHproduto [p] = PH do produto final “p” (m<sup>3</sup>/t);

PHprod [i] = PH do insumo “i” (m<sup>3</sup>/t);

PHproc [p] = PH do processo que transforma matérias-primas “y” no produto final “z” (m<sup>3</sup>/t);

f<sub>p</sub>[p,i] = Fração do produto (t/t);

f<sub>y</sub>[p] = Fração de valor (R\$/R\$).

A fração do produto de um produto final “p” que é processado a partir de um insumo “i” (f<sub>p</sub>[p,i], massa/massa) é definida conforme a fórmula abaixo.

$$f_p[p,i] = \frac{\text{peso } [p]}{\text{peso } [i]} \quad (02)$$

Onde:

peso[p] = Peso do produto final produzido (t);

peso[i] = Peso de matéria-prima utilizada (t).

A fração de valor de um produto final “p” ( $f_v[p]$ , unidade monetária/unidade monetária) é definida através da razão entre o valor de mercado desse produto e o valor de mercado agregado de todos os produtos finais ( $p=1$  a  $z$ ) obtidos dos insumos:

$$f_v[p] = \frac{\text{preço}[p] \cdot \text{peso}[p]}{\sum_{p=1}^z (\text{preço}[p] \cdot \text{peso}[p])} \quad (03)$$

Onde:

preço[p] = Preço do produto final produzido (R\$/t);

peso[p] = Peso dos produtos de saída do processo (t);

Sendo que  $\text{preço}[p]$  se refere ao preço do produto  $p$  (unidade monetária/massa). O denominador é o somatório dos “z” produtos finais ( $p=1$  a  $z$ ) que resultaram dos insumos.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Momento da água doce no Brasil**

Em milhões de anos houve a difusão da humanidade em praticamente todos os quadrantes da Terra e surgimento de comunidades humanas em todos os lugares do mundo, como tarefas de grupos, especialização dos serviços dos indivíduos e desenvolvimento tecnológico, exigindo, cada vez mais, grande quantidade do uso de água. Há lugares, como a Amazônia, que há uma imensidão de água doce com poucas ambientes, por outro lado, há lugares como no Sertão do Nordeste em que há poucos rios, inclusive chegam a secar, com uma grande concentração de habitantes. O fato pode ser agravar na região Sudeste, onde há seríssimos problemas com água, existindo muitas enfermidades, cujo veículo principal é água, chamadas de doenças de veiculação hídrica. No Brasil há épocas de estiagem, com consequências devastadoras e outras com excesso de água, ocasionando enchentes em bairros periféricos, desastres em encostas de morros, entre outros. Assim sendo, do ponto de vista da civilização, concluímos que a água, devido sua mobilidade e à sua distribuição não são uniforme, considerando este recurso limitado, cujos usos devem ser planejados por nossos gestores e sociedades em geral (UNESCO, 2015).

### **2.2 Gestão ambiental**

A problemática ambiental evidencia-se pela baixa qualidade do ar – em decorrência do lançamento de gases tóxicos para a atmosfera, oriundos da queima de combustíveis fósseis e do desmatamento, o que tem desregulado o efeito estufa e provocado variações na temperatura média do planeta – e da água, visto que muitos resíduos das indústrias são despejados, sem qualquer tratamento adequado, diretamente em rios e mananciais. Nesse cenário alarmante, há uma exploração desagregativa dos recursos naturais para suprir a demanda produtiva das empresas, as quais focam a sua preocupação na obtenção do lucro, o que agrava os aspectos ambientais do planeta e, concomitantemente, minimiza a qualidade de vida da população.

Nesta perspectiva, a avaliação e mensuração do risco ambiental permite conclusões precárias, na medida em que constitui um processo complexo para os empresários e usuários da

informação. Uma adequada avaliação dos riscos ambientais vem sendo demandada por diversos interessados, em função dos custos financeiros, imagem pública, comunidade de negócios, com a finalidade de melhor instrumentalizar a precificação de suas ações. As sociedades empresariais tem se preocupado em planejar o desenvolvimento sustentável e na proteção ambiental, de maneira que seja organizada, a fim de demonstrar seu esforço da defesa do bem comum (JUNIOR, 2000).

Nesse sentido, o desenvolvimento sustentável é alicerçado por três pilares:



**Figura 1:** Pilares do desenvolvimento sustentável.  
**Fonte:** Ferreira, Siqueira e Gomes (2012, p. 196, adaptado).

Assim, o gerenciamento ambiental visa reduzir ou anular os impactos ambientais negativos decorrentes das atividades industriais, de forma que reduza os custos ambientais e propicie um meio ambiente de qualidade para a sociedade, através de políticas internas de atividades planejadas.

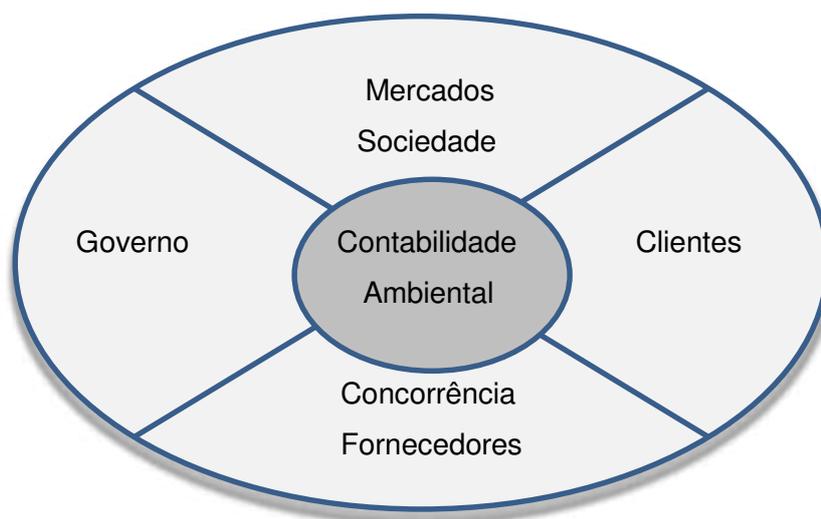
Segundo Braga (2012), a gestão ambiental deve ser incorporada no planejamento estratégico e operacional da entidade, compatibilizando os objetivos ambientais aos objetivos da organização. Desse modo, a entidade deve buscar a melhoria contínua, com a finalidade de construir elementos fundamentais para alavancagem competitiva, visto que poderá melhorar sua imagem corporativa, bem como obter uma maior lucratividade de suas ações.

Com vista a garantir a sustentabilidade ambiental, algumas empresas estão procurando implementar o Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA), que é o método de se obter a interação da empresa com o meio ambiente, a fim de verificar a responsabilidade da entidade em atender as exigências das leis ambientais. Diante disso, as normas ISO 14001 e 14004 (*International Organization for Standardization*) são as maneiras mais adequadas para se

instalar um programa de gestão ambiental, a fim de garantir a melhor performance ambiental (COSTA, 2012).

### 2.3 Contabilidade ambiental

A crescente mudança de consciência da sociedade empresarial sobre os danos causados ao meio ambiente, decorrente de suas atividades produtivas, impulsiona mudanças de atitude para encontrar o equilíbrio entre o consumo e a preservação ambiental. Há, nesse sentido, uma pressão para que as empresas identifiquem, mensurem, registrem e evidenciem as informações contábeis ambientais, pois a sociedade tem clamado por uma postura economicamente viável, ecologicamente correta e socialmente justa.



**Figura 2:** Agentes que têm levado empresas a evidenciarem na Contabilidade informações ambientais.

**Fonte:** Autoria própria.

Para Costa (2012), a contabilidade ambiental está relacionada ao estudo do patrimônio ambiental, bens, direitos e obrigações ambientais das entidades, cujo intuito maior é o de proporcionar aos seus usuários, sejam eles internos ou externos, informações acerca dos eventos ambientais que provocam alterações na situação patrimonial, como também como realizar sua identificação, mensuração e evidenciação.

Braga (2007) fala sobre a vinculação do Sistema de Informação Contábil Ambiental (SICA) com os usuários tomadores de decisão, pois, a partir da identificação dos eventos econômicos no patrimônio empresarial, deve identificar e classificar os elementos contábeis

correlacionados com o meio ambiente, em conformidade com a Teoria Contábil, mesmo que o SICA apresente um contexto gerencial.

Nesse aspecto, Ferreira, Siqueira e Gomes (2012) frisam que a Contabilidade Ambiental não é uma nova Contabilidade, mas uma especialização do ramo para tratar das ações que impactam o meio ambiente, econômico e financeiramente. Portanto, a Contabilidade ambiental tem o foco de fornecer informações diferenciadas para os usuários das informações, de forma que os mesmos possam avaliar o seu desempenho nas questões ambientais.

### *2.3.1 Ativo e Passivo ambiental*

No entendimento de Carvalho (2007), os ativos ambientais são considerados todos os bens e direitos da entidade e que estejam aptos a gerar benefícios econômicos futuros para entidade, relacionados com a proteção, preservação e recuperação ambiental.

Nessa linha de raciocínio, os ativos ambientais são utilizados no processo de eliminação ou redução dos níveis de poluição, sendo que todo gasto incorrido, que trará benefício econômico futuro à empresa, e que esteja relacionado à preservação, conservação e recuperação ambiental, se correlacione com a segurança ambiental. Com relação às contas que compõem os esses ativos ambientais, Antunes (2000, p.07) considera:

[...] os estoques dos insumos, peças, acessórios etc. utilizados no processo de eliminação ou redução dos níveis de poluição; os investimentos em máquinas, equipamentos, instalações etc., adquiridos ou produzidos com intenção de amenizar os impactos causados ao meio ambiente; os gastos com pesquisas, visando ao desenvolvimento de tecnologias modernas, de médio e longo prazo, desde que continuem benefícios ou ações que irão refletir nos exercícios seguintes.

Dessa forma, os ativos ambientais são decorrentes de investimentos ambientais, devendo ser classificados em títulos contábeis específicos, identificando, de forma apropriada, os estoques ambientais, o ativo permanente imobilizado ambiental e o diferido ambiental, como também o ativo ambiental intangível, que são bens ou direitos incorpóreos de difícil mensuração (COSTA, 2012).

Segundo Braga (2007), os usuários da informação contábil buscam uma tradução dos benefícios e malefícios causados do meio ambiente, bem como os efeitos destes no

patrimônio das entidades através da expressão monetária, cabendo à contabilidade traduzir o modelo relacional empírico apresentando, para o modelo relacional numérico.

No entanto, empresas que se mostram preocupadas com a degradação ambiental decorrentes de suas atividades operacionais possuem na sua contabilização os passivos ambientais como sendo toda obrigação contraída, voluntária ou involuntariamente, destinada à aplicação em ações de controle, preservação e recuperação do meio ambiente, originando, dessa forma, em contrapartida, um ativo ou custo ambiental. Costa (2012), ainda, complementa e adota o acordo da *International Accounting Standards* (IAS) 37, para que se possa reconhecer um passivo ambiental, é preciso atender os seguintes requisitos:

- o **primeiro** deles é que a entidade tem uma obrigação presente legal ou implícita como consequência de um evento passado, que é o uso do meio ambiente (água, solo, ar) ou a geração de resíduos tóxicos;
- o **segundo** requisito é o de que é provável que recursos sejam exigidos para se liquidar o passivo ambiental, ou seja, a chance de ocorrer a saída de recursos, o que depende de um ou mais eventos futuros, é maior de que a de não ocorrer;
- o **terceiro** requisito é o de que o montante do passivo ambiental envolvido possa ser estimado com suficiente segurança.

Apesar disso, o passivo ambiental decorrente da degradação ambiental geralmente é de difícil quantificação, bem como de difícil identificação no momento exato da ocorrência. Porém, pelo princípio da oportunidade, esses fatores não devem ser motivos para omissão da informação, no qual devem constar nos registros contábeis, mesmo que sejam em notas explicativas (CARVALHO, 2007).

Assim, quanto à definição do passivo, Braga (2007) define como:

[...] sacrifícios futuros prováveis de benefícios econômicos decorrentes de obrigações presentes de uma entidade quanto à transferência de ativos ou prestação de serviços a outras entidades no futuro, em consequência de transações ou eventos passados.

### *2.3.2 Despesa, Receita e Custo ambiental*

Para se garantir uma receita ambiental precisa vender produtos ou serviços de qualidade ambiental. Segundo Costa (2012), as receitas ambientais são recursos auferidos pela entidade com a venda de seus subprodutos ou de matéria reciclados, como, por exemplo, prestação de serviços especializados em gestão ambiental, venda de produtos elaborados pelas sobras de insumos nos processos produtivos e participações no faturamento total da entidade que se reconhece como sendo devida a sua atuação com o meio ambiente.

Para Carvalho (2007), as receitas ambientais podem ser evidenciadas em notas explicativas, para informar os valores que ela economizou em virtude dos serviços de recuperação ou prevenção dos gastos ambientais, correlacionados com a economia de multas ou indenizações por doenças provocadas a seus funcionários ou à população instalada no entorno do empreendimento. Braga (2012) frisa que receitas são atividades operacionais recorrentes da entidade, ou seja, vinculada diretamente à atividade operacional.

No que faz menção às despesas ambientais, os autores frisam que são gastos incorridos para o gerenciamento ambiental. Carvalho (2007) afirma que as despesas ambientais são gastos efetuados no período com o meio ambiente, e que não estejam relacionados com as atividades da entidade, como, por exemplo, publicidade em cartazes e folders, relacionados com a preservação ambiental, como também aquisição de equipamentos de proteção ambiental, despesa com auditoria ambiental, licenças ambientais, despesas com multas e indenizações ambientais, etc.

Para Braga (2007), as despesas ambientais são identificadas com a manutenção da atividade operacional da empresa e delas resultam em receita ambiental, seja de forma direta e indiretamente ao patrimônio da entidade e o meio ambiente de forma ampla.

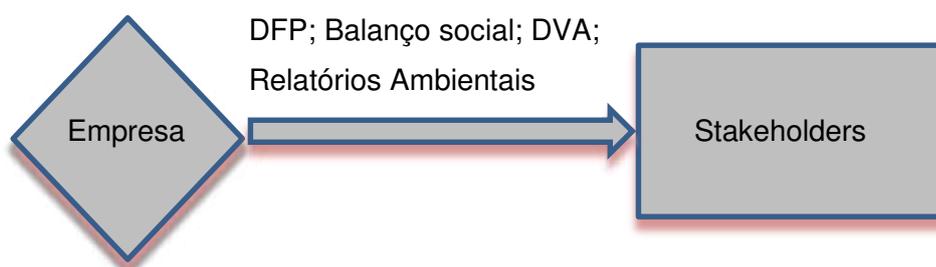
No entanto, as empresas que optarem por uma política ambiental estarão sujeitas aos custos ambientais, sendo que esses diferem dos custos da fabricação da entidade. Costa (2012) afirma que os custos ambientais podem ser considerados como custos de qualidade, onde buscam oferecer suporte às ações de melhoria e como forma de medir a qualidade das empresas. Também indica e avalia quanto às empresas estão perdendo ou deixando de ganhar por não estarem produzindo com qualidade.

Os custos ambientais são identificados em gastos com depreciação, gastos com preservação e recuperação ambiental, insumos utilizados, reciclagens, salários e encargos do pessoal empregado diretamente na área ambiental (CARVALHO, 2007). Para Braga (2007), a estrutura contábil deve compreender nomenclaturas que envolvam os custos envolvidos diretamente ou indiretamente com a operacionalização da gestão ambiental.

### 2.3.3 Balanço social e ambiental

O balanço social surgiu a partir da necessidade dos usuários obterem informações contábeis detalhadas. Ludícibus et. al. (2010) afirmam que o balanço tem a finalidade de apresentar a posição financeira e patrimonial da empresa em determinada data e as contas devem ser agrupadas de modo a facilitar o conhecimento e a análise da situação da companhia.

Segundo Costa (2012), o balanço ambiental é uma peça administrativa que expressa o ativo e o passivo ambiental num determinado momento e tem como principal objetivo tornar pública para fins de avaliação de desempenho, toda e qualquer atitude com ou sem finalidade lucrativa, mensurável em moeda, que possa a vim influenciar o meio ambiente, assegurando que as contas possam ser identificadas. Entre os relatórios utilizados podem-se citar o Balanço Social, Demonstrações Financeiras Padronizadas (DFP), a Demonstração do Valor Adicionado (DVA) e os Relatórios Ambientais.



**Figura 3:** Instrumentos de divulgações da responsabilidade social corporativa  
**Fonte:** Autoria própria.

### *2.3.4 Intangível*

O conceito de ativo intangível encontra-se no art. 179 da Lei nº 6.404/76, em seu inciso VI, o qual classifica o intangível como “os direitos que tenham por objeto bens incorpóreos destinados à manutenção da companhia ou exercidos com essa finalidade, inclusive o fundo de comércio adquirido”.

O Comitê de Pronunciamentos Contábeis (CPC) 04 define ativo intangível como um ativo não monetário identificável sem substância física, atendendo aos critérios quando: (i) for separável, ou em outras palavras, puder ser separado da entidade e vendido, transferido, licenciado, alugado ou trocado, individualmente ou junto com um contrato, ativo ou passivo relacionado, independentemente da intenção de uso pela entidade; (ii) resultar de direitos contratuais ou outros direitos legais, independentemente de tais direitos serem transferíveis ou separáveis da entidade ou de outros direitos e obrigações.

Ludícibus et al. (2010) comentam que os ativos intangíveis como qualquer outro, agregam benefícios econômicos futuros em uma determinada dada entidade que detém o controle e exclusividade na sua exploração. Contudo, os ativos intangíveis não são visualmente identificados e contabilmente separados, ocorrendo a difícil mensuração e reconhecimento.

Costa (2012) cita que o Goodwill (patrimônio de marca) é a diferença entre o valor atual da empresa como um todo, em termos de capacidade de geração de lucros futuros e o valor econômico dos seus ativos, ou seja, o ativo intangível pode ser decorrente da postura da empresa em relação ao meio ambiente, sendo o ativo intangível mais importante para as empresas.

## **2.4 Pegada Hídrica**

Pegada Hídrica é uma ferramenta desenvolvida para o cálculo da água necessária em produtos, entre outros, representando o volume total de água utilizada para produzir bens e serviços relacionados ao consumo. Este conceito foi introduzido por Hoestra e Hung (2002) como indicador de impacto do consumo humano em recursos globais de água doce, incluindo a poluição de água doce que contribuem na produção de bens e serviços consumidos por região geográfica. Pode ser utilizado no consumo direto ou indireto, bem como leva em

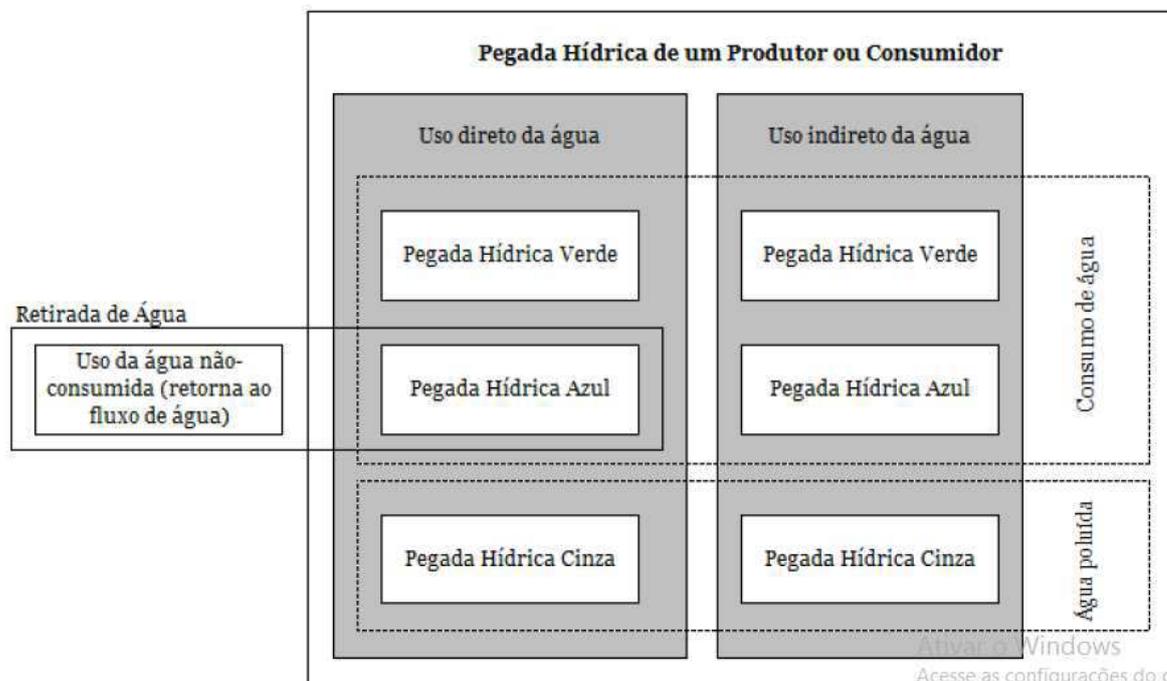
consideração da água proveniente da chuva e umidade do solo no processo produtivo (BLENINGER E KOTSUKA, 2015).

Costa (2014) menciona que o projeto de pesquisa de Hoestra foi pelo descontentamento com o fato da gestão de recursos hídricos ser vista tradicionalmente somente sob o ponto de vista local (bacia hidrográfica, por exemplo), ou seja, a gestão de recursos hídricos não era vista de maneira abrangente, e esta foi a sua principal motivação. Diante desta pesquisa, muito foi discutido no mundo sobre o uso racional da água.

Maracajá et al. (2014) cita alguns fóruns em que a Pegada Hídrica foi discutida, como por exemplo:

- Reunião de especialistas em Delf (2002);
- 3º Fórum Mundial da água em 2003 (WWW, 2004);
- Reunião de peritos sobre o Comércio Virtual da Água em 2003 (WWW, 2004);
- Reunião de peritos sobre o Comércio Virtual da Água organizado pelo Instituto Alemão de Desenvolvimento, em Bonn no ano de 2005;
- IV Fórum Mundial da Água na Cidade do México em 2006;
- Reunião de peritos sobre Governança Global da Água organizada pelo Projeto de Sistema Global de Água, em Bonn, no ano de 2006;
- Reunião de peritos sobre o Comércio Virtual de Água organizado pelo Instituto de Pesquisa Social-Ecológico em Frankfurt, em 2006;
- Regional WFN Partner Exchange Meeting realizado no dia 17 de março de 2011, São Paulo ;
- Regional Water Footprint training course in Brazil, realizado entre os dias 15-17 de março de 2011, São Paulo;
- Entre outros (mais de 50 eventos).

A pegada hídrica está dividida em três partes, a verde, que é a água da chuva, desde que não escoe, a cinza que é o volume de água doce necessário para assimilar a carga de poluentes, a partir da água existente e azul que é um indicador do consumo da água da superfície ou subterrânea de um corpo d'água de uma bacia hidrográfica. MARACAJÁ et al. (2012) considera a pegada hídrica como um indicador de apropriação do recurso de água doce, podendo obter este cálculo para um produto, indivíduo, nação, etc. Assim, a pegada hídrica se diferencia por estes aspectos:



**Figura 4:** Representação esquemática da pegada hídrica.  
**Fonte:** Hoestra et al. (2011).

#### 2.4.1 Sustentabilidade da Pegada hídrica

A sustentabilidade não deve ser vista como uma revolução e sim uma adaptação com o meio ambiente, para que consiga em parceria desenvolver sem degradar. Costa (2012) cita que empresas estão descobrindo novas áreas de atividades relacionadas a produção de artigos que preservam a ecologia, mas o crescimento econômico se sobrepõe ainda a conservação dos recursos naturais.

Diante disso, a sustentabilidade tem várias vertentes como o caráter social, ambiental, econômica e a Pegada Hídrica (PH) têm suas cores (azul, verde e cinza). Segundo Hoestra et al., (2011), a PH de um produto é a soma das pegadas de todos os processos necessários para elaborar o produto, ocorrendo em um período específico do ano em uma determinada bacia, podendo ser avaliada em dois critérios:

1. O componente da pegada hídrica está localizado em uma bacia e em um período do ano identificados como um ponto crítico?
2. A pegada hídrica do processo é insustentável em si, ou seja, a pegada hídrica pode ser totalmente evitada ou reduzida a um custo social razoável?

Para Maracajá et al. (2012), os indicadores de sustentabilidade empregados pela Pegada Hídrica se fundamentam na apropriação da água de bens e serviços, contemplando o uso da água e da poluição sobre a cadeia de produção, instigando a conexão entre o local e o consumo global dos recursos hídricos, aferindo-se não apenas o uso da água azul, mas também o uso da água verde e a produção da água cinza poluída.

#### 2.4.2 Pegada hídrica verde

Como a própria nomenclatura informa, a PH verde (*green water footprint*) é um indicador do uso da água verde por parte do homem, onde que a água não escoou ou não repõe a água subterrânea, mas é armazenada no solo ou permanece temporariamente na superfície do solo ou na vegetação (Hoestra et al., 2011). Segundo Maracajá et al. (2012), a pegada hídrica verde representa o volume de água proveniente de chuva consumida durante o processo de produção, onde se baseia, com certa relevância, nos produtos agrícolas devido à evapotranspiração.

A pegada hídrica verde pode ser calculada da seguinte maneira:

$$PH_{proc,verde} = \frac{\text{Evaporação de água verde} + \text{Incorporação de água verde}}{[\text{volume/tempo}]} \quad (04)$$

Costa (2014) menciona as distinções entre a PH verde e azul, devido aos impactos hidrológicos, ambientais, sociais e aos custos de oportunidade do uso da água da superfície e subterrânea da produção, os quais diferem dos impactos das águas das chuvas.

#### 2.4.3 Pegada hídrica cinza

A PH cinza é um indicador do grau de poluição da água que pode estar associado à etapa do processo, com vistas a assimilar a carga de poluentes existentes (Hoestra et al., 2011). Para Maracajá, K.F.B et al. (2012), a PH cinza pode ser calculada dividindo-se a carga de poluentes pela diferença entre a máxima concentração aceitável para aquele poluente específico e sua concentração natural naquele corpo de água que assimila o poluente.

A pegada hídrica cinza pode ser calculada da seguinte maneira:

$$PH_{proc, cinza} = L / (c_{max} - c_{nat}) \text{ [volume/tempo]} \quad (05)$$

Sendo que a carga poluente ( $L$ , em massa/tempo) pela diferença entre a concentração do padrão ambiental de qualidade da água para um determinado poluente (a concentração máxima aceitável  $c_{max}$ , em massa/volume) e sua concentração natural no corpo d'água receptor ( $c_{nat}$ , em massa/volume).

#### 2.4.4 Pegada hídrica azul

Segundo Hoestra et. al. (2011), a pegada hídrica azul é um indicador (blue water footprint) do consumo da água da superfície ou subterrânea de um corpo d'água de uma bacia hidrográfica e se refere aos seguintes casos: (i) evaporação da água; (ii) água incorporada em um produto; (iii) não retorno da água para área de captação (a água é retornada para o mar ou outra área); (iv) não retorno da água no mesmo período (água é retirada no período escasso e retornado no período chuvoso).

Hoestra et. al. (2011) afirma que o método da PH azul (quantidade de água) visa reduzir a evaporação da água em determinado produto, como também reduzir o risco de poluição no seu processo, visto os níveis de águas subterrânea ou de lagos diminuíram nos últimos anos, podendo ser calculada pela evaporação no processo de armazenamento (reservatórios artificiais), transporte (canais abertos), processamento (água aquecida que não é coletada), coleta e o lançamento (canais de tratamento de esgotos).

A PH azul pode ser calculado da seguinte maneira:

$$PH_{proc., azul} = \text{Evaporação da água azul} + \text{Incorporação da água azul} + \text{Vazão de retorno perdida} \text{ [volume/tempo]} \quad (06)$$

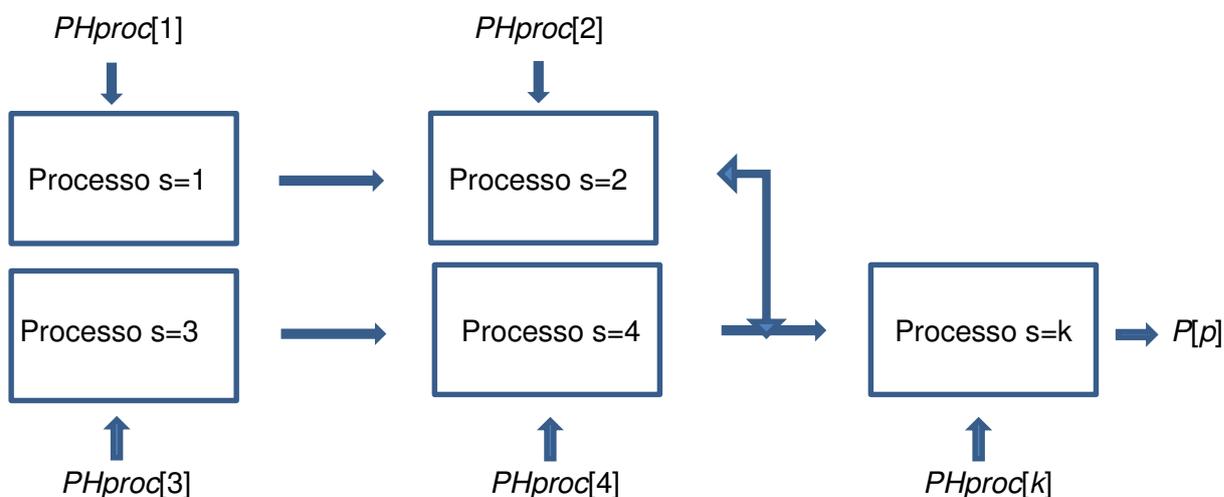
Costa (2014) fala de uma diferenciação entre a reciclagem da água e reuso da água, onde o primeiro é a reutilização da água para a mesma finalidade e o segundo é o reuso da água para outra finalidade ou outro local. Para Maracajá, K. F. B. et al. (2012), a PH azul também é feita a medição dos fluxos dos rios, que incluem águas superficiais e subterrâneas, como também os impactos causados pela água na sociedade, meio ambiente e economia.

### 2.4.5 Alguns cálculos utilizados na Pegada Hídrica

A PH total de um produto pode ser calculado por formas diferentes: através da abordagem da soma das cadeias e do método sequencial cumulativo, sendo que a primeira só pode ser aplicada em casos específicos enquanto a segunda é mais genérica. Também existe o cálculo das empresas e outros métodos de cálculos (Hoestra et al., 2011).

#### A abordagem das Somas das Cadeias

Esta abordagem é mais simples e só pode ser aplicada em sistemas que produzem um único produto final, conforme na figura a seguir.



**Figura 5:** Esquematização do sistema de produção do produto “p” em “k” passos de processo.

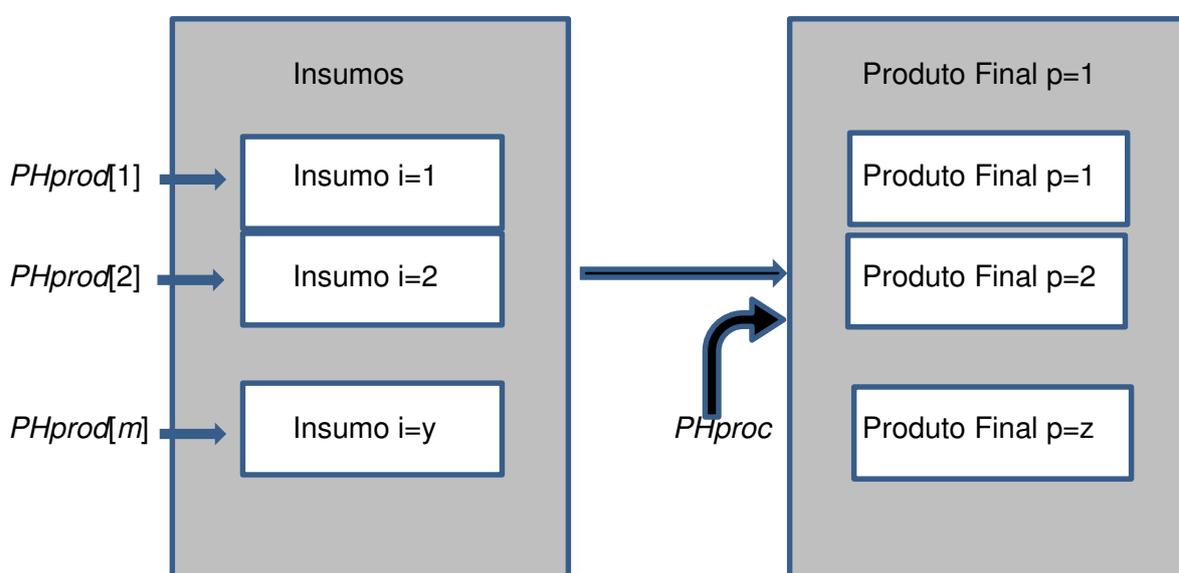
**Fonte:** Hoestra et al. (2011 – adaptado).

Nesse sistema, a produção da pegada hídrica do produto “p” (volume/massa) é igual à soma das pegadas hídricas relevantes do processo divididas pela quantidade produzida do produto “p”:

$$PH_{proc[p]} = \frac{\sum_{s=1}^n PH_{proc[s]}}{PH_{P[p]}} \quad [\text{volume/massa}] \quad (07)$$

Sendo que  $PH_{proc[s]}$  é a pegada hídrica do passo “s” do processo (volume/tempo) e  $P[p]$  a quantidade produzida do produto “p” (massa/tempo).

Já o método sequencial cumulativo considera o sistema mais genérico, de forma que a pegada hídrica do produto final é a soma das pegadas hídricas dos insumos, adicionando a pegada hídrica do processo, proporcionalmente aos produtos finais, como por exemplo, a figura abaixo, onde produto “p” que está sendo elaborado a partir de “y” insumos.



**Figura 6:** Esquematização do último passo do processo no sistema de produção do produto ‘p’.

**Fonte:** Hoestra et al. (2011 – adaptado)

A pegada hídrica do produto resultante “p” é calculada da seguinte forma:

$$PH_{prod}[p] = (PH_{proc}[p] + \sum_{i=1}^y \frac{PH_{prod}[i]}{f_{p,i}} \cdot f_v[p]) \quad [volume/massa] \quad (08)$$

Onde:

$PH_{produto}[p]$  = PH do produto final “p” ( $m^3/t$ );

$PH_{prod}[i]$  = PH do insumo “i” ( $m^3/t$ );

$PH_{proc}[p]$  = PH do processo que transforma matérias-primas “y” no produto final “z” ( $m^3/t$ );

$f_{p,i}$  = Fração do produto (t/t);

$f_y[p]$  = Fração de valor (R\$/R\$).

A fração do produto de um produto final “p” que é processado a partir de um insumo “i” ( $f_p[p,i]$ , massa/massa) é definida como a fórmula abaixo.

$$f_p[p,i] = \frac{\text{peso}[p]}{\text{peso}[i]} \quad (08)$$

Onde:

$\text{peso}[p]$  = Peso do produto final produzido (t);

$\text{peso}[i]$  = Peso de matéria-prima utilizada (t).

A fração de valor de um produto final “p” ( $f_v[p]$ , unidade monetária/unidade monetária) é definida através da razão entre o valor de mercado desse produto e o valor de mercado agregado de todos os produtos finais ( $p=1$  a  $z$ ) obtidos dos insumos:

$$f_v[p] = \frac{\text{preço}[p] \cdot \text{peso}[p]}{\sum_{p=1}^z (\text{preço}[p] \cdot \text{peso}[p])} \quad (09)$$

Onde:

$\text{preço}[p]$  = Preço do produto final produzido (R\$/t);

$\text{peso}[p]$  = Peso dos produtos de saída do processo (t);

Sendo que,  $\text{preço}[p]$  se refere ao preço do produto  $p$  (unidade monetária/massa). O denominador é o somatório dos “z” produtos finais ( $p=1$  a  $z$ ) que resultaram dos insumos.

Em um exemplo simples, pode-se processar somente um insumo para a produção de um produto final, através da fórmula abaixo:

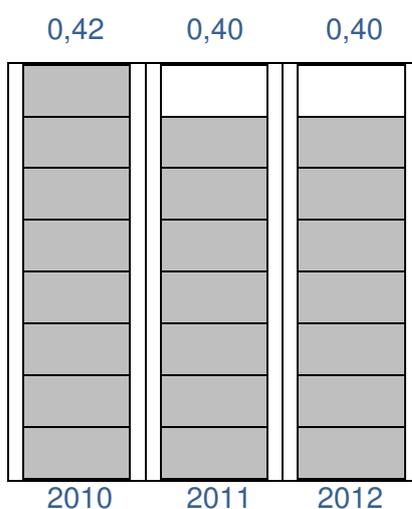
$$PH_{\text{prod}}[p] = PH_{\text{proc}}[p] + \frac{PH_{\text{prod}}[i]}{f_p[p,i]} \quad [\text{volume/massa}] \quad (10)$$

## 2.5 Cálculo da Pegada Hídrica em algumas empresas no Brasil

### 2.5.1 Natura

A empresa Natura, no ano de 2010, através do seminário “Solving The Water Crisis: common action toward a sustainable water footprint” (Resolvendo a Crise da Água: ações comuns para uma pegada hídrica sustentável), apresentou um olhar sobre todo o ciclo do negócio, utilizando o cálculo da pegada hídrica. Neste estudo, apontou análises feitas no Brasil e no Mundo, onde o primeiro apresentou os seguintes impactos no consumo de água por unidade produzida, conforme quadro abaixo, de modo que aumentasse o volume do negócio com a diminuição ou manutenção da pegada hídrica total.

**Quadro 1:** Consumo de água por unidade produzida (litros/unidade produzida).



**Fonte:** NATURA GRI (2012).

Apontou também as fases de descarte dos produtos pelos consumidores (45,9%) e de fornecimento de matérias primas (36,9%) como as mais relevantes em termos de impacto na cadeia e a etapa do uso do produto com um percentual de 13,8% no total.

Outra alternativa, em virtude da ausência de abastecimento de água pelo sistema público, foram as perfurações de poços artesianos, como por exemplo, as instalações de Cajamar, que é uma fonte de água subterrânea com lençol freático do Aquífero Guarani e seus lançamentos são tratados e direcionados ao rio Juqueri. A retirada de recursos hídricos destas instalações está atendendo o regulamento das outorgas concedidas pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE, 2010).

Nesse poço, a água é destinada ao uso na rega de plantas, em vasos e mictórios, limpeza de pisos de rodagem e espelhos d'água, onde retorna ao processo produtivo de Cajamar e é aproveitada nos sistema de água potável. No quadro abaixo se observa o percentual de água

reciclada, proveniente do tratamento de efluente, comparada ao total de água tratada na estação de Cajamar. Os dados de reuso e reciclagem referem-se ao volume de água reciclada e reutilizada em Cajamar.

**Tabela 1:** Volume de água reciclada e reutilizada

Volume de água reciclada e reutilizada	Unidade	2010	2011	2012
Água reciclada e reutilizada	M <sup>3</sup>	49.733	41.630	69.465
Percentual de água reciclada sobre o total de água tratada na estação de tratamento de efluente	%	38	29	45
Percentual total de reutilização Sobre o total de água retirada		47	36	57

**Fonte:** NATURA GRI (2012).

### 2.5.2 Pegada hídrica na produção de aço

Alencastro (2011) também realizou o estudo da pegada hídrica no processo de produção de aço, visto haver grande demanda de água, principalmente nos sistemas de refrigeração. Segundo o Instituto de Aço no Brasil, circularam nas unidades de processo siderúrgico 6,5 bilhões m<sup>3</sup> de água, considerando a água doce, salobra ou salgada. O objetivo do trabalho foi obter a quantidade de água na fabricação de uma tonelada de barra laminada, bitola de 10mm, em uma siderúrgica semi-integrada.

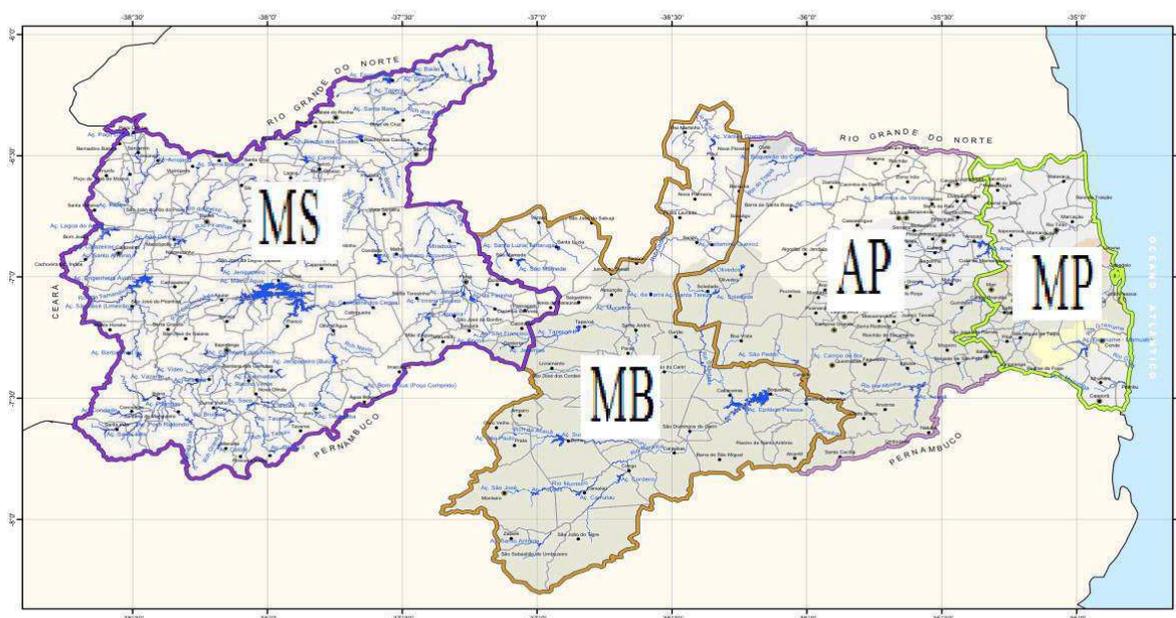
Neste trabalho, foi utilizada a abordagem da soma de cadeia, pois os processos individuais de geração das matérias primas e insumos foram considerados como etapas para o sistema de produção de uma tonelada de barras laminadas de aço. Neste caso, as águas virtuais que estavam associadas com as diversas etapas dos processos do sistema de produção, podem ser atribuídas ao produto do sistema.

Constatou-se que seriam necessários 1538,65 m<sup>3</sup>/h de água para produzir o material, ou seja, 1,5 m<sup>3</sup>/kg, em uma usina a forno elétrico a arco. Com este valor, as siderúrgicas poderão formular estratégias ambientais para garantir a sustentabilidade em suas principais dimensões, ambiental, econômica e social. O uso racional

dos recursos hídricos e o rigor crescente da legislação ambiental estão levando as empresas do setor siderúrgico ao aprimoramento da governança ambiental.

### 2.5.3 Regionalização da PH do Estado da Paraíba

MARACAJÁ, K, F.B.; et al (2014) procuraram determinar a pegada hídrica do Estado da Paraíba com vistas à quantificação do uso consuntivo de água da população nas diferentes mesorregiões do estado. Para tanto, utilizou-se da classificação do IBGE para verificar as mesorregiões da Paraíba, conforme figura abaixo.



**Figura 7:** Mapa das mesorregiões da Paraíba. Mata Paraibana (MP), Agreste Paraibano (AP), Mesorregião da Borborema (MB) e Mesorregião do Sertão (MS).

**Fonte:** Maracajá (2014).

Logo após, realizou uma pesquisa de campo com questionários em Campina Grande, para aferir os hábitos alimentares da população com relação ao consumo de carne (alto, médio ou moderado) ou vegetariano. Depois extraiu os dados do IBGE referentes à renda per capita, população, gênero masculino e feminino, a fim de utilizar a técnica do quartil para selecionar um conjunto de 83 municípios com renda per capita dentro do primeiro, segundo e terceiro quartis.

Dessa forma, os dados serviram de base para determinar a pegada hídrica da população paraibana, de maneira que os municípios fossem selecionados de forma homogênea, baseado nas entrevistas de 2010. Os valores encontrados médios das pegadas hídricas das populações masculina e feminina encontram-se na tabela abaixo.

**Tabela 2:** Valores médios da pegada hídrica (m<sup>3</sup>/ano)

Mesorregião/Estado	PH - Masculina	PH - Feminina	PH - Total
Mata paraibana	876,6	801,1	838,8
Agreste paraibano	771,6	705,1	738,3
Borborema	755,3	690,2	722,7
Sertão paraibano	780,5	713,5	746,9
Média	796,0	727,5	761,7

**Fonte:** Maracajá (2014)

Dessa forma, constatou-se que a PH da Paraíba total é de 761,7 m<sup>3</sup>/ano, pouco superior ao lêmen, um dos países mais pobres do mundo, que é de 619 m<sup>3</sup>/ano, enquanto os americanos consomem 2.482 m<sup>3</sup> por pessoa no mesmo período (Hoekstra & Chapagain, 2007). Também ficou evidenciado que a Mata paraibana tem a maior pegada hídrica, enquanto a Borborema tem a menor, visto que o poder do consumo do primeiro ser maior.

Constatou-se que os homens tem um aumento de consumo de água de 8,6% em relação às mulheres, pois os homens consomem mais produtos alimentícios, os quais têm mais capacidade de ter água embutida.. A pegada hídrica da região paraibana ficou com 55,2% da média brasileira (1380 m<sup>3</sup>/ano) e 61,2% da média mundial (1243 m<sup>3</sup>/ano). Por fim, destacou a importância da avaliação do uso consuntivo da água, para formular alternativas no controle da governança da água.

#### *2.5.4 Pegada hídrica de indivíduos com diferentes hábitos alimentares*

Segundo SILVA et al (2013), a raça humana pode utilizar indicadores para alcançar a harmonia com a natureza, de forma que alcance a sustentabilidade desejada. Também informou que o método utilizado por Hoestra pode ser uma ferramenta importante, de modo

que a pegada hídrica pode analisar a quantidade de água embutida nos diferentes consumos alimentares.

O autor fez algumas observações de alguns trabalhos já realizados sobre essa temática, como por exemplo, a quantidade necessária de água para um quilo de carne de porco é de aproximadamente 4.800 litros de água, onde considera o tempo de duração para o abate (10 meses), a produção de carcaça suína (90kg), miudezas comestíveis (5kg) e a pele (2,5kg). O suíno consome cerca de trezentos e oitenta e cinco quilos de grãos, sendo empregado um total de 435 m<sup>3</sup> de água utilizada no período. Na tabela abaixo demonstra alguns resultados de pegadas hídricas analisadas para conhecimento.

**Tabela 3:** PH de alguns produtos de origem animal e da cultura.

<b>Produtos de origem animal</b>	<b>L kg-1</b>	<b>Cultura</b>	<b>L kg-1</b>
Leite	1.000	Laranja	460
Porco	4.800	Batata	250
Carneiro (carne)	6.100	Alface	130
Leite (pó)	4.600	Milho	900
Ovos	3.300	Tomate	180
Queijo	5.000	Trigo	1.300
Galinha	3.900	Amendoim	3.100
Couro bovino	16.600	Repolho	200
Cabra (carne)	4.000	Pera ou maçã	700
Boi (carne)	15.500	Arroz	3.400

**Fonte:** SILVA et al (2013).

No estudo, procurou analisar a pegada hídrica dos consumidores vegetarianos e não vegetarianos, de forma que tivesse diferentes rendas familiares, com intuito de obter a quantidade de água consumida nos produtos. Foram coletados dados no município de Caicó/RN, com população de 10 (dez) pessoas, entre mulheres e homens, de forma que ficassem separados em três grupos diferentes hábitos alimentares, cujo formato na tabela abaixo.

**Tabela 4:** Ordenação dos consumidores moderados e altos de carnes (Classe A e B) e os vegetarianos, agrupados em diferentes rendas (RF).

<b>Consumidores não vegetarianos</b>					
Classe A			Classe B		
Grupo I	Renda F $\leq$ 1 Salário M		Grupo I	Renda F $\leq$ 1 Salário M	
Grupo II	1 Salário M < Renda F $\leq$ 5 Sal. M		Grupo II	1 Salário M < RF $\leq$ 5 Sal. M	
Grupo III	Renda F > 5 Salários M		Grupo III	Renda F > 5 Salários M	

<b>Consumidores vegetarianos</b>	
Grupo I	Renda Familiar $\leq$ 1 Salário Mínimo
Grupo II	1 Salário Mínimo < RF 5 Salários Mínimo
Grupo III	Renda Familiar > 5 Salários Mínimo

**Fonte:** SILVA et al (2013)

Em alguns resultados, verificou-se que o grupo dos consumidores da Classe A é de 981m<sup>3</sup>/ano, diferentemente do grupo dos grandes consumidores da Classe B, sendo constatado 14,7% a mais em analogia ao primeiro. No grupo II (Classe A), com renda maior, constatou um aumento de 191% do primeiro grupo, ao passo que no grupo dos consumidores vegetarianos apresentou uma PH de 70% inferior a média brasileira (870m<sup>3</sup>/ano). Diante de tantos resultados que podem ser constatados nas tabelas abaixo, fica evidente que a aumenta a quantidade de água conforme a renda familiar e diminui pelos diferentes tipos de alimentos consumidos.

Nas tabelas abaixo se verifica os três tipos de consumidores, não vegetarianos com consumo moderado de carne (Classe A), não vegetarianos com grande consumo de carne (Classe B) e os vegetarianos em função da renda familiar (RF) e expressa em salário mínimo (SM)

**Tabela 5:** Pegada hídrica média (m<sup>3</sup>/ano)

<b>Consumidores não vegetarianos - Classe A</b>						
Gênero	Faixa 1		Faixa 2		Faixa 3	
	Renda	PH	Renda	PH	Renda	PH
Feminino	1.998,00	839	15.217,00	2.751	19.166,20	2.864
Masculino	2.667,00	1.123	16.148,00	2.959	19.704,20	3.108
Media	2.333,00	981	15.683,00	2.855	19.435,20	2.986

<b>Consumidores não vegetarianos - Classe A</b>						
<b>Gênero</b>	<b>Faixa 1</b>		<b>Faixa 2</b>		<b>Faixa 3</b>	
	Renda	PH	Renda	PH	Renda	PH
Feminino	2.275,00	1.045	15.909,00	3.063	20.106,00	3.256
Masculino	2.570,00	1.205	16.386,00	3.429	20.829,00	3.554
Media	2.423,00	1.125	16.148,00	3.246	20.468,00	3.405
<b>Consumidores vegetarianos</b>						
<b>Gênero</b>	<b>Faixa 1</b>		<b>Faixa 2</b>		<b>Faixa 3</b>	
	Renda	PH	Renda	PH	Renda	PH
Feminino	2.625,00	844	16.036,00	1.581	20.488,00	1.707
Masculino	2.484,00	896	15.706,00	1.685	20.038,00	1.809
Media	2554,70	870	15.870,60	1632,8	20.262,80	1.758,1

**Fonte:** Segundo SILVA, V. P. R, et al (2013).

A pegada hídrica serviu de ferramenta para o uso consuntivo de água de indivíduos, fornecendo subsídios para formular estratégias de gestão ambiental, podendo ser de grande interesse para os planejadores, políticos e empresas conscientes entre a demanda e oferta de recursos hídricos. Sendo que o passar dos anos esse bem precioso se tornará cada vez mais escasso.

### 3 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

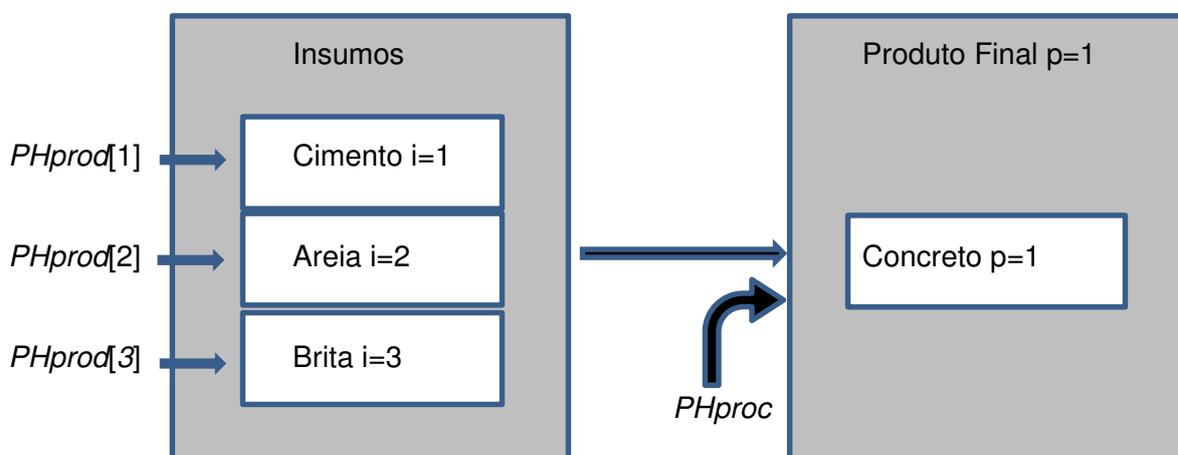
#### 3.1 Caracterização da empresa

A empresa analisada pertence ao ramo da construção civil que visa atender os projetos dos clientes, respeitando os princípios éticos e a comunidade. Seu escritório encontra-se localizado no bairro Zú Silva, Município de Sousa/PB.

Atualmente a empresa está com 12 funcionários com carteiras assinadas e realizando construções de 09 (nove) residências na Rua João Malvino da Silveira, s/nº, bairro Jardim Iracema, Sousa/PB, sendo que a empresa foca os seus serviços nas vendas de unidades habitacionais para clientes da Caixa Econômica ou Banco do Brasil, através do programa Minha Casa Minha Vida. Para este ano está programado a construção de 52 unidades habitacionais no bairro Angelim, tendo início no mês de fevereiro/16.

#### 3.2 Cálculo da Pegada Hídrica do concreto

Na quantificação da Pegada Hídrica do processo de fabricação do concreto, foi utilizado o fluxograma apresentado na figura abaixo, que representa os produtos de entrada e saída dos produtos envolvidos no processo.



**Figura 8:** Esquematização dos insumos para a produção do concreto.  
**Fonte:** Hoestra et al. (2011 – adaptado).

A primeira etapa do processo de produção do concreto é o recebimento dos insumos (brita, areia, cimento e água), que será armazenada em galpões e reservatórios. Em seguida os insumos são processados, no qual são misturados em determinadas quantidades de traços específicos, para resultar em um único produto, no caso o concreto.

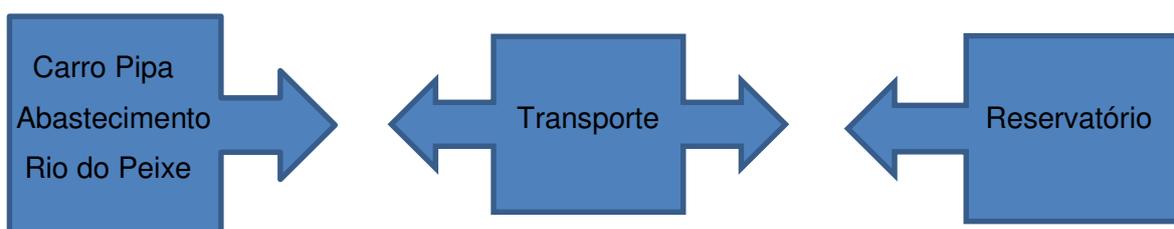
Nesta pesquisa, a entidade estava construindo 09 (nove) residências com 88,45m<sup>2</sup> de área construída por unidade, onde armazena os seus produtos em um galpão, discriminados na tabela 6, sendo que as areias utilizadas têm características fina e/ou grossa e brita eram descarregadas em frente às residências.

**Tabela 6:** Mercadorias estocadas.

Discriminação de materiais utilizados					
Material	Unid	Total	Material	Unid	Total
Cimento	SC	110	Areia fina	m <sup>3</sup>	19,2
Brita	m <sup>3</sup>	5,7	Areia grossa	m <sup>3</sup>	8,1
Tinta	Lt	18	Cal	SC	120

**Fonte:** Dados da pesquisa 2016.

A empresa armazena água (figura 9) em um reservatório construído para esta finalidade, comportando 16.000 litros de água, sendo que o líquido é retirado pelo carro pipa no Rio do Peixe.



**Figura 9:** Diagrama do transporte de água.

**Fonte:** Dados da pesquisa 2016.

Para se determinar a quantidade de água utilizada no concreto foi construído uma tabela da quantidade de traços utilizados, de forma que se verificasse a quantidade de água utilizada em uma unidade habitacional, bem como sua perda, conforme tabela 7.

Tabela 7: Tipos de traços.

<b>Consumo de material por m<sup>3</sup> de concreto de uma residência</b>								
<b>(Considerando 1m<sup>3</sup> composto por 50 latas [0,02m<sup>3</sup> LT])</b>								
<b>Quant.</b>	<b>Tipos de traço</b>	<b>Traço em volume (latas)</b>	<b>Cal (kg)</b>	<b>Cimento (Kg)</b>	<b>Areia (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Brita (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Água</b>	<b>Água total</b>
20	Infraestrutura e Fundações	1 : 3 : 3	X	25	0,06	0,06	21	1.050
22	Pavimentação Interna	1 : 5 : 5	X	25	0,10	0,10	40	880
30	Estrutura	1 : 2 : 4	X	25	0,04	0,08	20	600
<b>Total geral de água utilizada em uma unidade habitacional</b>								<b>2530</b>
<b>Desperdício (lavagem de materiais de construção [betoneiras, pá, carrinho de mão, entre outros])</b>								<b>200</b>

Fonte: Dados da pesquisa 2016.

A tabela 8 seguinte evidencia a quantidade de água utilizada no concreto das residências construídas pela entidade. A empresa tem como seu principal objetivo a construção de unidades habitacionais para revenda aos seus futuros clientes.

Tabela 8: Quantidade de água utilizada nos períodos de 2013 a 2015.

<b>Água utilizada no concreto nas residências nos períodos de 2013-2015</b>			
<b>Ano(s)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Discriminação</b>	<b>Água utilizada (litros)</b>
2013	9	Unidade Habitacional	24.570
2014	21	Unidade Habitacional	57.330
2015	29	Unidade Habitacional	79.170
<b>Total geral</b>			<b>161.070</b>

Fonte: Dados da pesquisa de 2016.

A previsão para este ano de 2016 é a construção de unidades habitacionais no bairro Angelim, de forma que a haverá a continuidade da empresa em seus negócios. A tabela 9 mostra a quantidade de água utilizada pela entidade e a quantidade prevista para novas residências.

**Tabela 9:** Previsão da quantidade de água utilizada no período de 2016.

<b>Previsão da quantidade de água utilizada no concreto para o ano de 2016</b>			
<b>Ano</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Discriminação</b>	<b>Água utilizada</b>
2016	52	Unidade habitacional	141960

**Fonte:** Dados da pesquisa de 2016.

Para se conhecer a pegada hídrica do concreto é preciso contabilizar primeiro a pegada hídrica das etapas do processo, no qual é o somatório dos componentes verde, azul e cinza. Assim, a pegada hídrica total do processo de fabricação do concreto foi calculado através da soma dos valores das pegadas hídricas verde, cinza e azul para o processo de industrialização do concreto. Abaixo foi calculado a pegada hídrica azul de uma unidade habitacional, sendo que foi utilizado 5,2 m<sup>3</sup> de concreto na residência, totalizando 13 toneladas de material.

$$PH_{proc.,azul} = EVA_{azul} + I_{azul} + Perdas$$

$$PH_{proc.,azul} = 0 + \frac{2,53}{13} + \frac{0,2}{13}$$

$$PH_{proc.,azul} = 0 + 0,1946 + 0,0153$$

$$PH_{proc.,azul} = 0,2099m^3/t$$

Contudo, verificou-se que os componentes verde e cinza para essa contabilização não teria valores, visto que a entidade não utiliza da umidade do produto ou água da chuva e nem utiliza da técnica para assimilar a carga de poluentes existentes no uso da água no concreto. Dessa forma, obtemos a Pegada hídrica do processo total.

**Tabela 10:** Pegada hídrica total do processo de concreto.

<b>Pegada hídrica do processo do concreto (m3/ton)</b>			
<b><i>PH</i><sub>proc,verde</sub></b>	<b><i>PH</i><sub>proc,azul</sub></b>	<b><i>PH</i><sub>proc,cina</sub></b>	<b><i>PH</i><sub>total</sub></b>
0	0,2099	0	<b>0,2099</b>

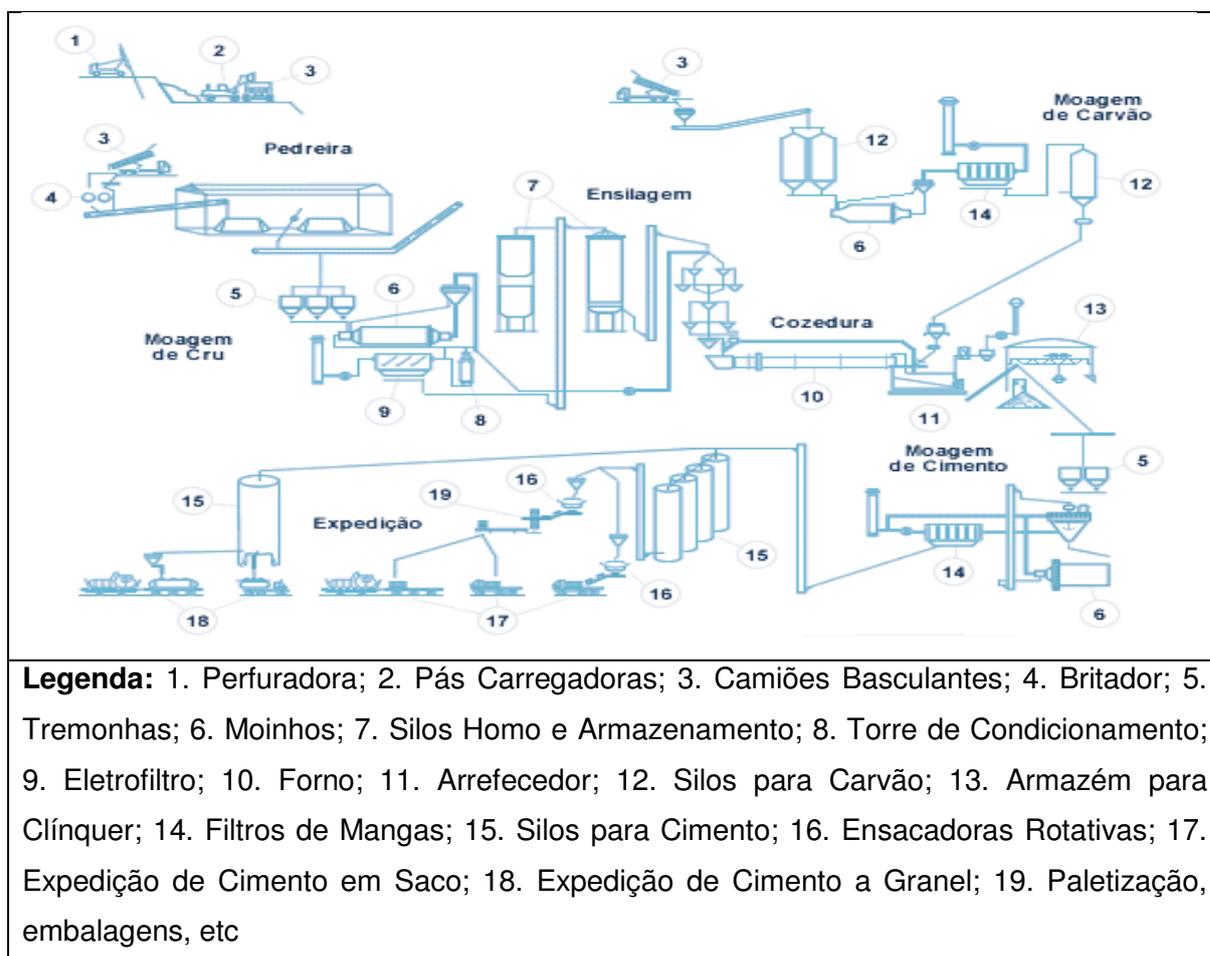
**Fonte:** Dados da pesquisa 2016.

Para determinação da pegada hídrica do produto foi utilizado a fórmula sequencial cumulativo, calculado a partir da equação abaixo.

$$PH_{prod}[p] = (PH_{proc}[p] + \sum_{i=1}^y \frac{PH_{prod}[i]}{f_{p,[p,i]}}) \cdot f_y[p] \quad [volume/massa] \quad (11)$$

O parâmetro  $PH_{prod[i]}$  [Pegada Hídrica do insumo "i" ( $m^3/t$ )] é zero, visto que os insumos brita e cimento não precisa de água para sua fabricação e a areia é retirada ao natural da natureza.

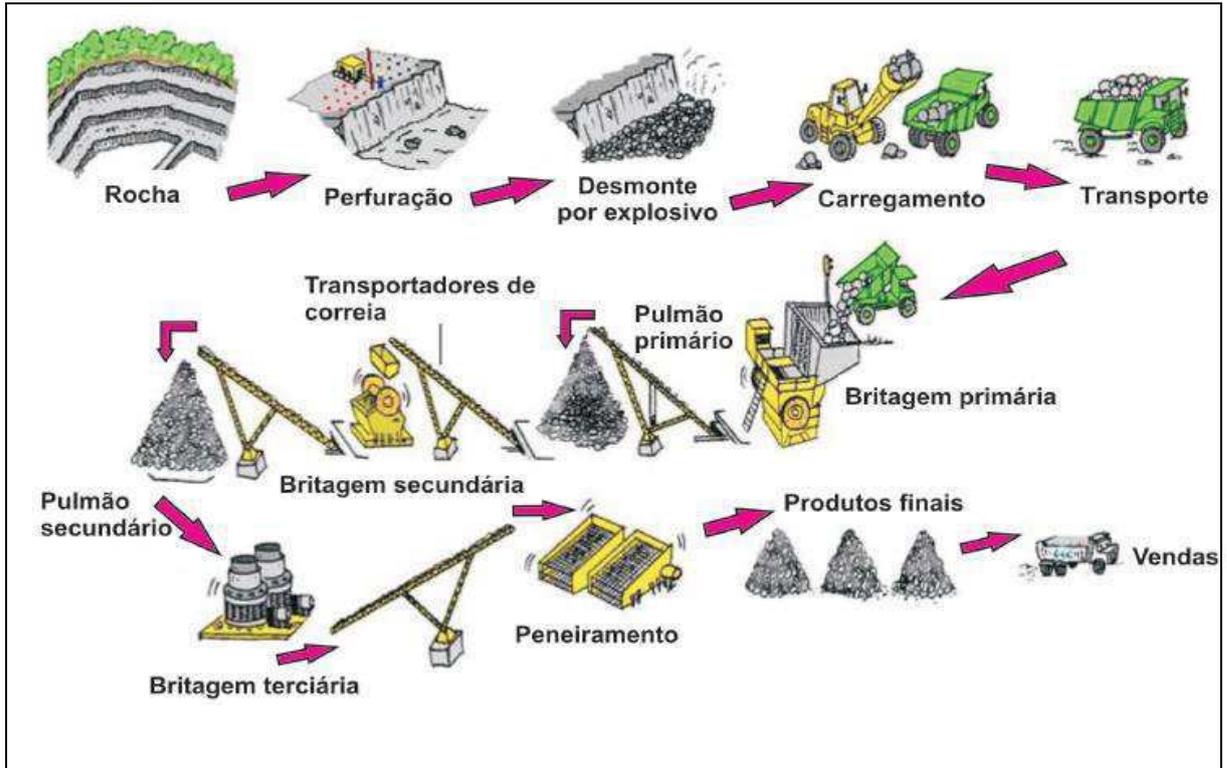
A figura 10 demonstra as fases detalhadas da produção do cimento, onde o processo começa na pedreira, moagem de cru, moagem de carvão, cozedura, moagem de cimento e a ensilagem e expedição do cimento, sem o uso de água.



**Figura 10:** Processo de fabricação do cimento.

**Fonte:** Cimento CIMPOR.

Na figura 11 demonstra todas as etapas para fabricação da brita, desde as operações de perfuração, desmonte, carregamento, transporte, britagem e peneiramento, constatando também a não utilização de água.



**Figura 11:** Processo de fabricação da brita.  
**Fonte:** IRAMINA et al. (2009).

O parâmetro  $f_y[p]$  [fração de valor (R\$/R\$)] será igual a 1 (um), pois na fabricação do produto só tem uma saída, que no caso é o concreto.

$$f_y[p] = \frac{\text{preço}[p] \cdot \text{peso}[p]}{\sum_{p=1}^z (\text{preço}[p] \cdot \text{peso}[p])} \quad (12)$$

O parâmetro  $f_p[p,i]$  [fração do produto (t/t)] foi descartado, visto a inexistência de pegada hídrica dos insumos.

$$f_p[p,i] = \frac{\text{peso}[p]}{\text{peso}[i]} \quad (13)$$

Portanto, aplicando a fórmula, a pegada hídrica do concreto resultou em  $0,2099\text{m}^3/\text{t}$ ., sendo que esta pegada hídrica do produto é igual a pegada hídrica azul.

$$PH_{\text{prod}}[p] = (PH_{\text{proc}}[p] + \sum_{i=1}^y \frac{PH_{\text{prod}}[i]}{f_p[p,i]}) \cdot f_y[p] \quad (14)$$

$$PH_{\text{prod}}[p] = (0,2099 + 0) \cdot 1$$

$$PH_{\text{prod}}[p] = 0,2099\text{m}^3\text{t}$$

Dessa forma, tem-se a quantidade total de água utilizada por períodos, conforme tabela 11.

**Tabela 11:** Resultado da pegada hídrica do concreto entre 2013 a 2015.

<b>Pegada hídrica do produto total nos bases 2013-2015</b>			
<b>Ano(s)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>PHprod</b>	<b>PHtotal</b>
2013	9	0,2099	1,88m <sup>3</sup> /t
2014	21	0,2099	4,40m <sup>3</sup> /t
2015	29	0,2099	6,08m <sup>3</sup> /t
<b>Total geral</b>			<b>12,36m<sup>3</sup>/t</b>

**Fonte:** Dados da pesquisa de 2016.

Pode-se também verificar de acordo a tabela 12, a pegada hídrica total prevista para o ano de 2016, diante da previsão de construções de unidades habitacionais.

**Tabela 12:** Previsão da pegada hídrica do concreto em 2016.

<b>Pegada hídrica do produto total nos base de 2013-2015</b>			
<b>Ano</b>	<b>Quantidade</b>	<b>PHprod</b>	<b>PHtotal</b>
2016	52	0,2099	10,91m <sup>3</sup> /t

**Fonte:** Dados da pesquisa de 2016.

### 3.3 Cálculo da Pegada Hídrica do concreto com traço corrigido

A empresa pode diminuir a quantidade de água do seu produto utilizando técnicas inovadoras de mercados emergentes, como o uso de aditivos para composição do concreto. A utilização deste produto especial podem aumentar a qualidade do concreto, bem como minimizar seus pontos fracos, como exemplo, aumentar a sua resistência, compacidade, durabilidade e diminuir a permeabilidade e principalmente a quantidade de água.

Diante disto, buscou-se determinar a quantidade de água utilizada no concreto com aditivo com a construção de uma tabela da quantidade de traços utilizados com esse composto, de forma que se verificasse a quantidade de água utilizada em uma unidade habitacional, bem como sua perda, conforme tabela 13.

Tabela 13: Tipo de traço com aditivo.

Consumo de material por m <sup>3</sup> de concreto de uma residência								
(Considerando o uso do aditivo)								
m <sup>3</sup> de concreto	Tipos de traço	Traço em volume (latas) FcK (Mpa)	Cal (kg)	Cimento (Kg)	Areia Úmida 4% (m <sup>3</sup> )	Brita (m <sup>3</sup> )	Aditivo (litros)	Água total
5,2	Infraestrutura e Fundações, Pavimentação Interna e Estrutura	1 : 3,3 : 3	X	1398,80	3,3	2,9	17,7	1019,20
<b>Total geral de água utilizada em uma unidade habitacional</b>								<b>1019,20</b>
<b>Desperdício (lavagem de materiais de construção [betoneiras, pá, carrinho de mão, entre outros])</b>								<b>200</b>

Fonte: Dados da pesquisa 2016.

Foi utilizado o software Traço Lite para se conhecer a quantidade de novos traços e o uso do aditivo no concreto, sendo mais uma ferramenta da construção civil. Esse programa serve para saber a quantidade de consumo do material para virar concreto em cada traço e sua resistência, bem como o rendimento por saco de cimento, evitando assim o desperdício de material. Essa ferramenta foi desenvolvida pelo Engenheiro Paulo Sampaio.

Com o conhecimento da quantidade de água e seu desperdício, desconsiderando o composto/aditivo, haja vista ser um valor irrisório, podemos calcular a pegada hídrica das etapas do processo, no qual é o somatório dos componentes verde, azul e cinza. Foi calculado a pegada hídrica azul de uma unidade habitacional, sendo que foi utilizado 5,2 m<sup>3</sup> de concreto na residência, totalizando 13 toneladas de material, sendo que os componentes verde e cinza não foi utilizado no concreto.

$$PH_{proc.,azul} = EVA_{azul} + I_{azul} + Perdas \quad (15)$$

$$PH_{proc.,azul} = 0 + \frac{1,0192}{13} + \frac{0,2}{13}$$

$$PH_{proc.,azul} = 0 + 0,0784 + 0,0153$$

$$PH_{proc.,azul} = 0,0937m^3/t$$

Dessa forma, obtemos a Pegada hídrica do processo total do processo, que seria a soma das pegadas hídricas verde, cinza e azul, conforme tabela 14.

**Tabela 14:** Pegada hídrica total do processo de concreto utilizando o aditivo.

<b>Pegada hídrica do processo do concreto (m<sup>3</sup>/ton)</b>			
<b>PH<sub>proc,verde</sub></b>	<b>PH<sub>proc,azul</sub></b>	<b>PH<sub>proc,cinza</sub></b>	<b>PH<sub>total</sub></b>
0	0,0937	0	<b>0,0937</b>

**Fonte:** Dados da pesquisa 2016.

Para determinação da pegada hídrica do produto com aditivo foi utilizado a fórmula sequencial cumulativo, calculado na fórmula abaixo, considerando que o parâmetro  $f_y[p]$  [fração de valor (R\$/R\$)] será igual a 1 (um), pois na fabricação do produto só tem uma saída e que o parâmetro  $f_p[p,i]$  [fração do produto (t/t)] foi descartado, visto a inexistência de pegada hídrica dos insumos. Desse modo, aplicando a fórmula, a pegada hídrica do concreto com aditivo resultou em 0,0937m<sup>3</sup>t, sendo idêntica a pegada hídrica azul.

$$PH_{\text{prod}}[p] = (PH_{\text{proc}}[p] + \sum_{i=1}^y \frac{PH_{\text{prod}}[i]}{f_{p,p,i}}) \cdot f_y[p] \quad (16)$$

$$PH_{\text{prod}}[p] = (0,0937 + 0) \cdot 1$$

$$PH_{\text{prod}}[p] = 0,0937\text{m}^3\text{t}$$

Dessa forma, tem-se a quantidade total de água utilizada por períodos, demonstrada na tabela 15.

**Tabela 15:** Resultado da pegada hídrica do concreto entre 2013 a 2015.

<b>Pegada hídrica do produto total nos bases 2013-2015</b>			
<b>Ano(s)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>PH<sub>prod</sub></b>	<b>PH<sub>total</sub></b>
2013	9	0,0937	0,8433m <sup>3</sup> /t
2014	21	0,0937	1,9677m <sup>3</sup> /t
2015	29	0,0937	2,7173m <sup>3</sup> /t
<b>Total geral</b>			<b>5,5283m<sup>3</sup>t</b>

**Fonte:** Dados da pesquisa de 2016.

Também pode prever, como demonstrado na tabela 16, a pegada hídrica total prevista para o ano de 2016.

**Tabela 16:** Previsão da pegada hídrica do concreto em 2016.

<b>Pegada hídrica do produto total nos base de 2013-2015</b>			
<b>Ano</b>	<b>Quantidade</b>	<b>PHprod</b>	<b>PHtotal</b>
2016	52	0,0937	<b>4,8724m³/t</b>

**Fonte:** Dados da pesquisa de 2016.

A tabela 17 demonstra o comparativo da água utilizada atualmente com a utilização do aditivo, sendo que nesta houve uma grande redução de água no processo. O uso do aditivo tem um grande ganho no combate ao desperdício, bem como na redução da quantidade e preços de todos os insumos.

**Tabela 17:** Comparativo da quantidade de água utilizada nos períodos de 2013 a 2015.

<b>Água utilizada no concreto nos períodos de 2013-2015</b>				
<b>Ano(s)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Discriminação</b>	<b>Água utilizada (litros) sem aditivo</b>	<b>Água utilizada (litros) com aditivo</b>
2013	9	Unidade Habitacional	24.570	10.972,80
2014	21	Unidade Habitacional	57.330	25.603,20
2015	29	Unidade Habitacional	79.170	35.356,80
<b>Total geral</b>			<b>161.070</b>	<b>71932,80</b>

**Fonte:** Dados da pesquisa de 2016.

### 3.4 Cálculo dos custos de cada traço

A tabela 18 registra as quantidades de cada produto, com seus respectivos custos/preços, necessário para a fundação de uma unidade habitacional com 88,45m<sup>2</sup>. Nesta tabela não foi utilizado o aditivo para concretagem, sendo o real preço utilizado pela empresa.

**Tabela 18:** Gasto utilizado no concreto.

<b>CUSTO DO CONCRETO SEM O ADITIVO (R\$/m<sup>3</sup>) - 01 UNIDADE HABITACIONAL</b>			
<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>m<sup>3</sup>/sc/lt</b>	<b>Preço</b>	<b>Total</b>
Brita	5,80	75,00	435,00
Areia	4,60	29,16	134,14
Cimento	36,00	18,50	666,00
Água	2730,00	0,025	68,25
<b>Total Geral</b>			<b>1303,39</b>

**Fonte:** Dados da pesquisa de 2016.

Uma alternativa eficaz nos traços de concreto de uma unidade habitacional seria a utilização do aditivo, visto que diminuiria consideravelmente os produtos utilizados para a construção. A tabela 19 demonstra o custo necessário para utilização da concretagem da residência com a utilização deste produto.

**Tabela 19:** Custo do concreto com aditivo.

<b>CUSTO DO CONCRETO COM ADITIVO (R\$/m<sup>3</sup>) - 01 UNIDADE HABITACIONAL</b>			
<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>m<sup>3</sup>/sc/lt</b>	<b>Preço</b>	<b>Total</b>
Brita	2,90	75,00	217,50
Areia	3,30	29,16	96,23
Cimento	28,00	18,50	518,00
Água	1398,80	0,025	34,97
Aditivo	17,70	11,11	196,65
<b>Total Geral</b>			<b>1063,34</b>

**Fonte:** Dados da pesquisa de 2016.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A falta d'água é uma realidade prevista em todo mundo devido às alterações climáticas e desastres ambientais. Diante da gravidade, empresas buscam alternativas para ter uma responsabilidade ambiental, de forma que possa conciliar o seu crescimento econômico com a preservação ambiental. Neste assunto, as empresas podem ganhar recursos através das variáveis ambientais, construindo projetos sustentáveis para diminuição da água em seus produtos. No caso da empresa estudada, foi avaliado a quantidade de água utilizada no concreto de uma residência, para que a mesma possa contribuir com o desenvolvimento sustentável.

Analisando os resultados encontrados nesta pesquisa, percebe-se que o consumo de água no concreto é de  $0,2099\text{m}^3/\text{t}$ , que seria sua pegada hídrica do total, haja vista não haver água nos insumos. O modelo da pegada hídrica utilizado servirá como indicador do consumo de água em um de seus produtos, de forma que a empresa possa verificar a quantidade de água necessária para a realização de seus projetos.

Utilizando o aditivo no processo de concretagem, verificou-se uma diminuição da pegada hídrica do produto em 44,64%, onde o mesmo ficou  $0,0937\text{m}^3/\text{t}$  utilizando traços e quantidades diferentes, conforme o software do Traço Lite. Também teve uma redução de 18,42% nos custos dos materiais utilizados na concretagem.

Partindo disso, este estudo atingiu os objetivos propostos, evidenciando a quantidade de água necessária para compor o concreto, através do modelo da pegada hídrica. As empresas em um futuro próximo terão que agir para manter seu diferencial competitivo de empresa sustentável, visto que os clientes estão mais atentos a balanços ambientais e sua responsabilidade com o meio ambiente.

## 5 REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas (ANA). **Água na medida certa. A hidrometria no Brasil.** Brasília/DF, 2013. Disponível em:

<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/AguaNaMedidaCerta.pdf>. Acessado em: 07/05/2015

Agência Nacional de Águas (ANA). **Cuidando das águas. Soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos.** 2ª edição. Brasília/DF, 2013. Disponível em:

<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2013/CuidandoDasAguas-Solucao2aEd.pdf>. **Acessado em: 06/05/2015.**

ALENCASTRO, J. A. **O conceito de água virtual aplicado a fabricação de laminados de aço.** Disponível

em:[http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/26287755b5fe0b6c6f7d3ea9272c2f\\_3707121c0fc3ce741fd24d0afd6c8a90.pdf](http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/26287755b5fe0b6c6f7d3ea9272c2f_3707121c0fc3ce741fd24d0afd6c8a90.pdf)>. Acesso em: 07/04/2015.

ANTUNES, Cleber do Carmo. **Sociedade Sustentável: a responsabilidade da contabilidade.** Anais do XI Congresso brasileiro de Contabilidade. Goiânia: CFC, 2000.

BEUREN I.M. **Como Elaborar Trabalhos Monográficos em Contabilidade.** Editora Atlas S.A. 3ª Edição. São Paulo, 2008

BRAGA C. **Contabilidade Ambiental: Ferramenta para a Gestão da Sustentabilidade.** Editora Atlas S.A. São Paulo, 2007

Comitê de Pronunciamentos Contábeis 04 (CPC). **Ativo Intangível.** Disponível em: [http://static.cpc.mediagroup.com.br/Documentos/187\\_CPC\\_04\\_R1\\_rev%2006.pdf](http://static.cpc.mediagroup.com.br/Documentos/187_CPC_04_R1_rev%2006.pdf). Acessado em: 27/07/2015

COSTA. L. **Contribuições para um modelo de gestão de água para a produção de bens e serviços a partir do conceito da pegada hídrica.** Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-29122014-170217/en.php>>. Acesso em: 07/04/2015.

COSTA. C.A.G. **Contabilidade Ambiental.** Editora Atlas S.A. São Paulo, 2012.

FERREIRA. A.C.S., SIQUEIRA. J.R.M., GOMES. M.Z. **Contabilidade Ambiental e Relatórios Sociais.** Editora Atlas S.A. São Paulo, 2ª Ed. 2012

HOEKSTRA. A.Y. CHAPAGAIN. A. K. ALADAYA. M. M. MEKONNEN. M. M. **Manual de Avaliação da Pegada Hídrica**. Estabelecendo o Padrão Global. Disponível em: <[http://www.silvaporto.com.br/admin/downloads/MANUAL\\_PEGADA\\_HIDRICA.pdf](http://www.silvaporto.com.br/admin/downloads/MANUAL_PEGADA_HIDRICA.pdf)>. Acesso em: 07/04/2015.

IRAMINA, Wilson Siguemasa; TACHIBANA, Ivan Koh; SILVA, Leonardo Motta Camargo and ESTON, Sérgio Médici de. **Identificação e controle de riscos ocupacionais em pedreira da região metropolitana de São Paulo**. *Rem: Revista Escola de Minas*. 2009, vol.62, n.4, pp. 503-509. ISSN 0370-4467.

IUDÍCIBUS et al. 2010. Manual de Contabilidade Societária. Editora Atlas S.A 2010.

JUNIOR, SEBASTIÃO BERGAMINI. **Avaliação contábil do risco ambiental**. Revista do BNDS, Rio de Janeiro/RN, 2000. Disponível em:

[http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/4027/BNDES\\_Avalia%C3%A7%C3%A3o-cont%C3%A1bil-do-risco-ambiental%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/4027/BNDES_Avalia%C3%A7%C3%A3o-cont%C3%A1bil-do-risco-ambiental%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acessado em: 06/05/2015

LAKATOS E.M., MARCONI M.A. **Técnicas de Pesquisa**. Editora Atlas S.A. 7ª Edição. São Paulo, 2013.

MARACAJÁ, K.F.B. et al. **Pegada Hídrica como indicador de Sustentabilidade Ambiental**. Disponível em <<http://150.165.111.246/revistaadmin/index.php/uacc/article/view/75/pdf>>. Acesso em: 27/04/2015.

MARACAJÁ. K.F.B. et al. **Regionalização da Pegada Hídrica do Estado da Paraíba**. Disponível em: <<http://150.165.111.246/revistaadmin/index.php/uacc/article/view/206/pdf>>. Acesso em: 27/04/2015.

MARACAJÁ, K.F.B. SILVA, V.P.R, DANTAS NETO, J. ALEIXO, D.O.CAMPOS, J. **Ambi-Água. Taubaté. Pegada hídrica de indivíduos com diferentes hábitos alimentares**. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v8n1/18.pdf> Acessado em: 06/05/2015

Relatório Mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento humano dos Recursos Hídricos. **Água para um mundo sustentável**. WWDR 2015. Disponível em:

[http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary\\_POR\\_web.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary_POR_web.pdf). Acessado em: 07/05/2015

Relatório NATURA 2012. Versão Completa. 2012. GRI. Disponível em: <[http://www.relatoweb.com.br/natura/13/sites/default/files/nat\\_gri\\_2012\\_pt\\_af\\_1704.pdf](http://www.relatoweb.com.br/natura/13/sites/default/files/nat_gri_2012_pt_af_1704.pdf)>. Acesso em: 07/04/2015.

SANTOS, M. F.; SATOS, R.S; BERETTA, M. **Reuso de Efluentes em Atividades Industriais**. Disponível em: <http://www.abq.org.br/rqi/2010/729/RQI-729-pagina12-Reuso-de-Efluentes-em-Atividades-Industriais.pdf>. Acessado em: 06/05/2015

SANTARÉM, H. A. **Vazão Ecológica e Pegada Hídrica: Uma revisão de conceitos e Aplicações**. Monografia. Disponível em: <<http://www.crea-rj.org.br/premiocrearjnie Meyer/files/2014/10/UFF-Grad-Eng-Recursos-Hidricos-e-do-Meio-Amb2.pdf>>. Acesso em: 07/04/2015.

YAN, ROBERTO K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Tradução Ana Thorell. Bookman. Porto Alegre, 4ª ed. 2010.

Google Play. **Traço Lite (software)**. Disponível em: [https://play.google.com/store/apps/details?id=appinventor.ai\\_paulasampaio\\_eng.TracoLite&referrer=utm\\_source%3DAndroidPIT%26utm\\_medium%3DAndroidPIT%26utm\\_campaign%3DAndroidPIT](https://play.google.com/store/apps/details?id=appinventor.ai_paulasampaio_eng.TracoLite&referrer=utm_source%3DAndroidPIT%26utm_medium%3DAndroidPIT%26utm_campaign%3DAndroidPIT). Acessado em 13/04/2016.

BLENINGER e KOTSUKA. **Conceitos de água virtual e pegada hídrica: Estudo de caso da soja e óleo de soja no Brasil**. Disponível: [http://www.aprh.pt/rh/pdf/rh36\\_n1-2.pdf](http://www.aprh.pt/rh/pdf/rh36_n1-2.pdf). Acessado em: 17/02/2016.