



**PKS**

PUBLIC  
KNOWLEDGE  
PROJECT

REVISTA DE  
**GEOGRAFIA**  
Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPE

**OJS**

OPEN  
JOURNAL  
SYSTEMS

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia>

# APLICAÇÃO DO AHP PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PRODUTOS HORTIFRÚTIS MAIS SUSTENTÁVEIS POR CATEGORIA E AVALIAÇÃO DOS ESTADOS QUE MAIS CONTRIBUEM COM A GERAÇÃO DA PEGADA HÍDRICA CINZA NO ESTADO DO CEARÁ

Andrezza Pereira de Matos<sup>1</sup> - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1690-2159>

Rodolfo José Sabiá<sup>2</sup> - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7228-3992>

<sup>1</sup> Universidade Regional do Cariri – URCA, Cariri, CE, Brasil\*

<sup>2</sup> Universidade Regional do Cariri – URCA, Departamento de Engenharia de Produção, Cariri, CE, Brasil\*\*

*Artigo recebido em 08/09/2021 e aceito em 27/01/2021*

## RESUMO

A quantidade total de água utilizada no processo de produção de um produto agrícola ou industrial é denominada de fluxo de água virtual e pode ser obtida por intermédio dos cálculos de pegada hídrica, que representa a água embutida necessária para fabricação de um produto. O objetivo deste estudo consiste em analisar o fluxo de água virtual e a pegada hídrica dos principais produtos hortifrúteis comercializados no estado do Ceará, a fim de potencializar o gerenciamento dos recursos hídricos do estado. Utilizou-se o Analytical Hierarchy Process (AHP) para identificar o produto mais sustentável por categoria a ser comercializado no estado, utilizando como critérios para escolha da melhor alternativa a pegada hídrica, o valor, o volume e a logística. Na categoria “frutas”, o preferível foi o melão. Já na categoria “hortaliças”, a beterraba foi eleita o produto mais sustentável. Constatou-se que 51,12% dos produtos comercializados são oriundos de outros estados brasileiros, o que acarreta maior geração de pegada hídrica cinza. Bahia, Pernambuco e Sergipe são os estados que mais contribuem na comercialização dos produtos hortifrúteis no Ceará e, consequentemente, os que mais contribuem na pegada hídrica cinza do estado.

**Palavras-chave:** Pegada hídrica; Analytical Hierarchy Process; Produtos hortifrúteis

\* Estudante do curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Regional do Cariri - URCA. Participante do grupo de pesquisa de Ciências Ambientais - GCA. Atua principalmente nos seguintes temas: Desenvolvimento sustentável; Pegada Hídrica e Fluxos de água virtual, E-mail: [andrezza.matos@urca.br](mailto:andrezza.matos@urca.br)

\*\* Professor associado do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Regional do Cariri – URCA, E-mail: [rodolfo.sabia@urca.br](mailto:rodolfo.sabia@urca.br)

## **AHP APPLICATION TO IDENTIFICATION THE MOST SUSTAINABLE HORTICULTURAL PRODUCTS BY CATEGORY AND EVALUATION OF THE STATES THAT CONTRIBUTE TO THE GENERATION OF THE GREY WATER FOOTPRINT IN THE STATE OF CEARÁ**

### **ABSTRACT**

The total amount of water used in agricultural or industrial product production process is named virtual water flow and can be obtained throughout hydrous footprint calculus medium, which represents the embed water needed to a product fabrication. The objective of this paper is to analyze the virtual water flow and the hydrous footprint of the main horticultural products sold in Ceara state, in order to potentialize the hydrous resources management of the state. The Analytical Hierarchy Process (AHP) was used to identify the most sustainable product by category to be sold in the state, using the hydrous footprint, value, volume and logistics as the criteria to chose the best alternative. In “fruits” category, the preferable was melon. And in “green” category, the Beetroot was elected the most sustainable product. It was found that 51.12% of the sold products are from other Brazilian states, what entails greater gray water footprint generation. Bahia, Pernambuco and Sergipe are the states that most contribute to horticultural products commercialization of Ceara and, consequently, the ones that most contribute to the gray water footprint of state.

**Keywords:** Hydrous footprint; Analytical Hierarchy Process; Horticultural products.

## **APLICACIÓN DE AHP PARA IDENTIFICAR LOS PRODUCTOS HORTOFRUTÍCOLAS MÁS SOSTENIBLES POR GRADO Y EVALUACIÓN DE LOS ESTADOS QUE MÁS CONTRIBUYEN CON LA GENERACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA GRIS EN EL ESTADO DE CEARÁ**

### **RESUMEN**

La cantidad total de agua empleada en el proceso de producción de un producto agrícola o industrial es nombrado flujo de agua virtual y puede ser logrado a través de los cálculos de huella hídrica, que constituye el agua requerida que es necesaria para la fabricación de un producto. El objetivo de este estudio se basa en examinar el flujo de agua virtual y la huella hídrica de los principales productos hortofrutícolas comercializados en el estado de Ceará, con el fin de potenciar la gestión de los recursos hídricos del estado. El *Analytical Hierarchy Process* (AHP) fue empleado para reconocer el producto más sostenible por categoría a ser comercializado en el estado, valiéndose como criterio la huella hídrica, el valor, el volumen y la logística para elegir la mejor opción. En el grado de “frutas” el melón fue elegido como el favorito, además en el grado de “hortalizas”, la remolacha fue elegida como el producto más sostenible. Se comprobó que 51,12% de los productos comercializados son procedentes de otros estados brasileños, lo que crea una mayor generación de la huella hídrica gris. Bahia, Pernambuco y Sergipe son los estados que más contribuyen en la comercialización de los productos hortofrutícolas en el Ceará y en consecuencia los que más contribuyen en la huella hídrica gris del estado.

**Palabras clave:** Huella hídrica; Analytical Hierarchy Process; Productos hortofrutícolas.

## **INTRODUÇÃO**

Dada a necessidade de organizar o disperso mercado de hortigranjeiros procedentes de diversas áreas de produção para a cidade de Fortaleza, foi criada em 09 de novembro de 1972, a Ceasa-CE – Central de Abastecimento do Ceará (CEASA/CE, 2008). Trata-se do maior mercado atacadista de hortigranjeiros do Ceará, dado que cerca de três milhões de cearenses usufruem dos produtos aí comercializados. Segundo Mayorga (2007), a CEASA foi por muitos anos responsável pelo abastecimento atacadista de hortaliças em todo o estado do Ceará e alguns estados como Piauí, Maranhão, Rio Grande do Norte e Paraíba.

Segundo Hoekstra e Hung (2002), a pegada hídrica pode ser tida como um indicador para medir o impacto do consumo humano nos recursos globais de água doce. Para Hoekstra e Chapagain (2007) a pegada hídrica é comumente demonstrada em função do volume por ano e também inclui o uso, consumo e formas de poluição da água doce que contribuem para a produção de bens e serviços consumidos por residentes em uma determinada área geográfica. Portanto, a pegada hídrica quantifica o uso de água doce por uma atividade econômica em termos de volume, proporcionando resultado em uma unidade homogênea (Zhuo et al., 2016a). Para SANTIAGO et al. (2017) a pegada hídrica total é mesclada pelas pegadas hídricas verde, azul e cinza. A pegada hídrica cinza é definida como um indicador do grau de poluição da água utilizada em um determinado processo de produção por meio de poluentes específicos. Além disso, com base na concentração em condições naturais e padrões ambientais existentes, esta parte é caracterizada pela quantidade de água necessária para absorver a carga poluente.

Os métodos Multiple Criteria Decision Making (MCDM) ajudam os tomadores de decisão a resolver problemas de decisão complexos que envolvem critérios conflitantes de forma sistemática e maneira consistente (Mardani et al. 2015). O Analytical Hierarchy Process (AHP), que foi proposto por Saaty (1977) com base em uma estrutura hierárquica e comparações de pares, foi extensivamente aplicada em todas as áreas de pesquisa, incluindo ciência e tecnologia ambiental nos últimos anos (Emrouznejad e Marra, 2017). O AHP é um processo de quantificação baseado nos resultados de comparações de pares entre critérios, atributos ou alternativas em um sistema hierárquico, que é construído decompondo o problema de decisão em uma hierarquia de elementos interrelacionados (Tzeng e Huang, 2011).

Objetivando analisar a pegada hídrica dos principais produtos hortifrutis comercializados pela CEASA no estado do Ceará, este estudo foi desenvolvido a fim de potencializar o gerenciamento dos

recursos hídricos do estado. Foi quantificado o uso da água dos 20 principais produtos hortifrutis comercializados no Ceará, calculando a pegada hídrica e o fluxo de água virtual de produtos provindos de bacias hidrográficas cearenses e importados de outros estados da federação. Também foi desenvolvido uma metodologia com solução através de métodos de tomada de decisão para definir o produto mais sustentável por categoria a ser comercializado pelo estado do Ceará. Similarmente foi identificado e quantificado o estado que mais participa na pegada hídrica cinza do estado do Ceará.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### ***CÁLCULO DA PEGADA HÍDRICA CINZA***

Pegada Hídrica Cinza é aquela que se tornou poluída durante o processo produtivo, sendo definida como a quantidade de água necessária para diluir a carga de poluentes a níveis aceitáveis, estabelecidos nos padrões de qualidade e potabilidade existentes. Ainda que a Água Cinza não represente necessariamente entrada de água no sistema, compõe a Pegada Hídrica por representar o volume de água que seria necessário para a neutralização total da carga ambiental enviada aos corpos hídricos (Hoekstra et al., 2009).

O valor do componente PH Cinza (Pegada Hídrica Cinza) está relacionado à poluição, sendo calculado o volume de água necessário para diluir a carga de poluentes no corpo hídrico receptor, conforme equação:

$$PH_{CINZA} = \frac{(\alpha * TQ)/(C_{MAX} - C_{NAT})}{P}$$

Onde:

$PH_{CINZA}$  = Pegada Hídrica Cinza (m<sup>3</sup>/t);

$\alpha$  = Fração de lixiviação;

$TQ$  = Taxa de aplicação de químicos por hectare (kg/ha);

$C_{MAX}$  = Concentração máxima admissível do poluente no meio aquático (kg/m<sup>3</sup>);

$C_{NAT}$  = Concentração natural do poluente considerado no meio aquático (kg/m<sup>3</sup>).

### ***LOGÍSTICA DE TRANSPORTE***

O transporte rodoviário é comumente aplicado para transportar hortifrutis no Brasil. O transporte de produtos perecíveis como frutas e hortaliças é uma parte importante da cadeia logística, pois deve manter os produtos frescos com sucesso. A boa qualidade durante o transporte depende do

controle de todas as etapas da cadeia. Segundo o ITAL - Instituto de Tecnologia de Alimentos (1992), o frete é considerado como um dos fatores que mais tem contribuído para a elevação do preço final do produto.

O transporte de produtos hortifrutis entres os estados brasileiros pode acarretar inúmeros problemas com relação a sua qualidade. À vista disso, foi realizado um diagnóstico dos principais estados fornecedores de hortifrutis para a CEASA/CE e mutualmente seus municípios produtores. posteriormente foi calculado a distância desses municípios ao entreposto de Maracanaú, tendo em mente que todas as fases do transporte de hortifrutis devem fiscalizados objetivando o mínimo de perda possível.

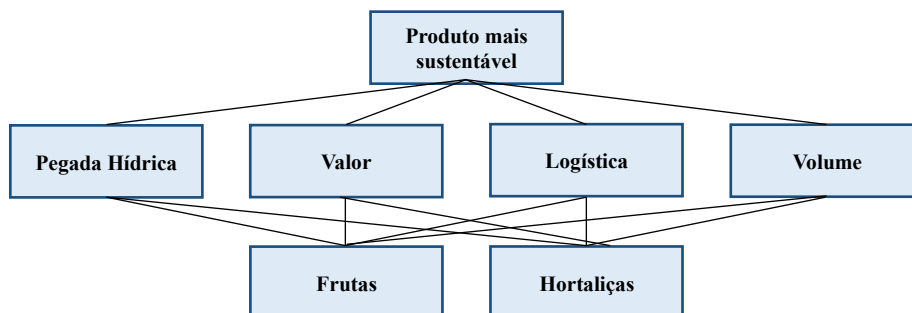
### ***CENTRAIS ESTADUAIS DE ABASTECIMENTO CEASA/CE***

Foi realizada uma pesquisa de caráter exploratório através da análise conjuntural do ano de 2020 com os principais produtos hortifrutis comercializados com seus respectivos volumes e valores. Em seguida, determinados os dados, e com auxílio do Manual da Pegada Hídrica (Hoekstra, 2011), foi-se calculado a pegada hídrica de cada produto ofertado e comercializado na CEASA/CE e aplicado o método de análise hierárquica (AHP).

### ***ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)***

AHP conforme apresentado por Sousa et al. (2017), consiste em três operações principais, incluindo a construção de hierarquia, análise de prioridade e verificação de consistência. O modelo hierárquico tem como propósito orientar todo o processo no AHP, nessa estruturação o decisor segue as etapas propostas por Saaty, no topo a definição do objetivo da decisão, no segundo nível os critérios a serem avaliados no método e por fim as alternativas disponíveis. AHP está entre os métodos de análise de decisão multicritério mais utilizados (Zyoud & Fuchs-Hanusch, 2017). A figura 1 abaixo mostra o modelo hierárquico utilizado no estudo.

Figura 1: Modelo Hierárquico Utilizado no AHP



Fonte: Autores (2021)

É válido ressaltar que o modelo AHP usado junto ao da escala Saaty avalia importância entre os elementos (WEGNER et al., 2018). Foram estabelecidos quatro critérios como base para os cálculos, como mostra a tabela 1 abaixo.

Tabela 1: Critérios Utilizados no AHP

| CRITÉRIOS             | OBJETIVOS                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pegada Hídrica</b> | Um critério quantitativo de unidade de M <sup>3</sup> /T, que demonstra a quantidade de água direta e indireta necessária para a produção de determinado alimento, com o objetivo de minimizar. |
| <b>Valor</b>          | Um critério quantitativo com unidade em R\$, com objetivo de maximizar.                                                                                                                         |
| <b>Logística</b>      | Critério quantitativo tido como a distância, com unidade em Km, com objetivo de minimizar.                                                                                                      |
| <b>Volume</b>         | Critério quantitativo, unidade em T, com o objetivo de maximizar.                                                                                                                               |

Fonte: Autores (2021)

Com a associação apresentada na tabela acima, foi então determinado o peso de cada critério, que é a importância em relação ao objetivo principal. foi utilizado o método AHP criando uma matriz comparativa, e utilizando a escala de Saaty para determinar os pesos de cada critério como é mostrado na tabela 2 abaixo.

Tabela 2: Escala de Comparação do AHP

| PESO           | DEFINIÇÃO               |
|----------------|-------------------------|
| <b>1</b>       | Igual importância       |
| <b>3</b>       | Importância fraca       |
| <b>5</b>       | Importância forte       |
| <b>7</b>       | Importância muito forte |
| <b>9</b>       | Importância absoluta    |
| <b>2,4,6,8</b> | Valores intermediários  |

Fonte: Saaty (1977)

Após a comparação par a par de cada critério, foi possível determinar os pesos dos quatro critérios, como é visto na tabela 3.

Tabela 3: Pesos dos Critérios Estabelecidos

| CRITÉRIOS             | OBJETIVO  | PRIORIDADES |
|-----------------------|-----------|-------------|
| <b>Pegada Hídrica</b> | Minimizar | 64,27%      |
| <b>Logística</b>      | Minimizar | 10,10%      |
| <b>Volume</b>         | Maximizar | 4,80%       |
| <b>Valor</b>          | Maximizar | 20,83%      |

Fonte: Autores (2021)

A pegada hídrica foi o critério mais importante atingindo 64,27% de prioridade, seguida pelo valor com 20,83%, a logística com 10,10% e por fim, o volume com 4,80%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da Análise Conjuntural do volume de produtos em tonelada, oriundos do Ceará e de Outros Estados, comercializados na Ceasa/Ce, foram-se apontados de modo analítico e com riqueza de detalhes, os indicadores de comportamento dos 22 principais produtos e suas variedades, os quais são responsáveis por uma média mensal de quase 80% da comercialização na empresa. A tabela abaixo mostra a distribuição do volume em toneladas e do valor em reais, comercializados no Ano de 2020 na Ceasa-Maracanaú, na Unidade de Mercado do Produtor da Ibiapaba e na Ceasa-Cariri.

Tabela 4: CEASA/CE - Principais Frutas Comercializadas

| PRODUTOS       | PROCEDÊNCIA                                    | VOLUME (T) / 2020 |           | PARTIC. (%)              |
|----------------|------------------------------------------------|-------------------|-----------|--------------------------|
|                |                                                | TONELADAS         | TOTAL     | CEARÁ<br>OUT.<br>ESTADOS |
| FRUTAS (1)     | MARACANAÚ-IBIAPABA E CARIRI                    |                   |           |                          |
| Abacate        | Ceará                                          | 4.395,95          | 14.527,10 | 30,3                     |
|                | Pa, To, Rn, Pb, Ba, Mg, Es, Sp, Pr, Sc, Rs     | 10.131,15         |           | 69,7                     |
| Abacaxi        | Ceará                                          | 645,06            | 16.563,89 | 3,9                      |
|                | Pa, Ma, Rn, Pb, Pe, Se, Ba, Es, Sp, Pr         | 15.918,83         |           | 96,1                     |
| Banana pacovan | Ceará                                          | 20.632,62         | 20.977,37 | 98,4                     |
|                | Pa, Rn, Pe, Al, Se, Ba, Mg                     | 344,75            |           | 1,6                      |
| Banana prata   | Ceará                                          | 46.474,90         | 47.316,10 | 98,2                     |
|                | Ro, Pa, Pe, Se, Ba, Mg                         | 841,20            |           | 1,8                      |
| Goiaba         | Ceará                                          | 5.402,31          | 29.176,56 | 18,5                     |
|                | Pi, Rn, Pb, Pe, Ba, Sc, Rs                     | 23.774,25         |           | 81,5                     |
| Laranja pêra   | Ceará                                          | 518,10            | 57.300,79 | 0,9                      |
|                | Pa, To, Pb, Pe, Al, Se, Ba, Mg, Sp, Mt, Go, Df | 56.782,69         |           | 99,1                     |
| Maçã nacional  | Ceará                                          | 119,00            | 7.552,26  | 1,6                      |
|                | Ma, Rn, Pb, Pe, Ba, Mg, Es, Sp, Pr, Sc, Rs, Go | 7.433,26          |           | 98,4                     |
| Mamão comum    | Ceará                                          | 3.173,68          | 3.959,77  | 80,1                     |
|                | Rn, Pb, Pe, Ba                                 | 786,09            |           | 19,9                     |
| Mamão formosa  | Ceará                                          | 14.358,87         | 19.567,29 | 73,4                     |
|                | Am, Rn, Pb, Pe, Mg, Es, Pr, Rs                 | 5.208,42          |           | 26,6                     |
| Mamão Havaí    | Ceará                                          | 349,80            | 612,50    | 57,1                     |
|                | Rn, Pb, Ba                                     | 262,70            |           | 42,9                     |
| Maracujá       | Ceará                                          | 20.132,94         | 21.531,14 | 93,5                     |
|                | Pa, Rn, Pb, Pe, Es, Sp, Sc, Rs                 | 1.398,20          |           | 6,5                      |
| Melancia       | Ceará                                          | 8.391,00          | 21.432,11 | 39,2                     |
|                | Pi, Rn, Pb, Pe, Ba, Pr, Sc, Rs                 | 13.041,11         |           | 60,8                     |
| Melão espanhol | Ceará                                          | 463,62            | 1.802,66  | 25,7                     |
|                | Pi, Rn, Pb, Ba, Sp, Sc                         | 1.339,04          |           | 74,3                     |
| Melão japonês  | Ceará                                          | 4.981,63          | 9.305,93  | 53,5                     |
|                | Rn, Pb, Sp, Rs, Go                             | 4.324,30          |           | 46,5                     |

Fonte: Centrais Estaduais de Abastecimento (2020)

Tabela 5: CEASA/CE - Principais Hortaliças Comercializadas

| PRODUTOS               | PROCEDÊNCIA                                  | VOLUME (T) / 2020 |          | PARTIC. (%)              |
|------------------------|----------------------------------------------|-------------------|----------|--------------------------|
|                        |                                              | TONELADAS         | TOTAL    | CEARÁ<br>OUT.<br>ESTADOS |
| <b>HORTALIÇAS (2)</b>  | <b>MARACANAÚ-IBIAPABA E CARIRI</b>           |                   |          |                          |
| <b>Abóbora caboclo</b> | Ceará                                        | 1.510,13          | 2.275,6  | 66,4                     |
|                        | Ma,Rn,Pb,Pe,Ba,Mg,Sp,Sc                      | 765,46            |          | 33,6                     |
| <b>Abóbora leite</b>   | Ceará                                        | 1.040,60          | 1.634,8  | 63,7                     |
|                        | Ma,Rn,Pb,Pe,Ba,Sp                            | 594,20            |          | 36,3                     |
| <b>Chuchu</b>          | Ceará                                        | 6.007,34          | 6.354,9  | 94,5                     |
|                        | Pb, Es                                       | 347,57            |          | 5,5                      |
| <b>Milho verde</b>     | Ceará                                        | 7.153,79          | 7.551,8  | 94,7                     |
|                        | Pa, Rn, Pe, Ba, Sp                           | 398,00            |          | 5,3                      |
| <b>Pimentão</b>        | Ceará                                        | 17.119,55         | 17.654,6 | 97,0                     |
|                        | Rn,Pb,Pe,Ba,Mg,Es,Sp,Pr,Rs                   | 535,00            |          | 3,0                      |
| <b>Repolho</b>         | Ceará                                        | 2.908,42          | 15.857,0 | 18,3                     |
|                        | Pa,Rn,Pb,Pe,Ba,Mg,Es,Sp,Pr,Sc,Rs,Mt,Go       | 12.948,58         |          | 81,7                     |
| <b>Tomate</b>          | Ceará                                        | 30.737,93         | 47.503,1 | 64,7                     |
|                        | Ma,Rn,Pb,Pe,Al,Ba,Mg,Es,Sp,Pr,Rs,Go          | 16.765,18         |          | 35,3                     |
| <b>Alho importado</b>  | Ceará                                        | 323,53            | 742,0    | 43,6                     |
|                        | Pe, Mg, Sp, Go                               | 418,42            |          | 56,4                     |
| <b>Alho nacional</b>   | Ceará                                        | 151,88            | 1.021,4  | 14,9                     |
|                        | Pe,Se,Mg,Es,Sp,Sc,Rs,Go                      | 869,55            |          | 85,1                     |
| <b>Batata inglesa</b>  | Ceará                                        | 2.620,55          | 40.878,7 | 6,4                      |
|                        | Ma,Rn,Pb,Pe,Se,Ba,Mg,Es,Rj,Sp,Pr,Sc,Rs,Go,Df | 38.258,10         |          | 93,6                     |
| <b>Beterraba</b>       | Ceará                                        | 448,99            | 6.849,5  | 6,6                      |
|                        | Pi,Rn,Pb,Pe,Al,Ba,Mg,Es,Rj,Ms,Go             | 6.400,47          |          | 93,4                     |
| <b>Cebola</b>          | Ceará                                        | 3.210,19          | 34.551,7 | 9,3                      |
| <b>pêra/nac/import</b> | Rn,Pb,Pe,Se,Ba,Mg,Es,Sp,Pr,Sc,Rs,Go          | 31.341,50         |          | 90,7                     |
| <b>Cenoura</b>         | Ceará                                        | 1.897,72          | 24.083,2 | 7,9                      |
|                        | Pi,Pe,Ba,Mg,Es,Rj,Sp,Ms,Go,Df                | 22.185,49         |          | 92,1                     |

Fonte: Centrais Estaduais de Abastecimento (2020)

Dentre as principais frutas, temos: Abacate; Abacaxi; Banana pacovan; Banana prata; Goiaba; Laranja pêra; Maçã nacional; Mamão comum; Mamão formosa; Mamão Havaí; Maracujá; Melancia; Melão espanhol e Melão japonês. Nas hortaliças temos: Abóbora caboclo; Abóbora leite; Chuchu; Milho verde; Pimentão; Repolho; Tomate; Alho importado; Alho nacional; Batata inglesa; Beterraba; Cebola pêra/nac/import e Cenoura.

De modo geral, os preços de comercialização nas Centrais são determinados no próprio mercado, em decorrência da oferta e procura do produto. A comercialização é definida como o processo final do sistema produtivo, devendo, portanto, ser compensadora para que haja estímulo, satisfação e retroalimentação do mesmo (FAGUNDES; YAMANISHI, 2002).

As tabelas abaixo relatam o volume e o valor apurados dos 20 principais produtos comercializados no decorrer do ano de 2020, bem como os principais estados produtores e seus respectivos municípios, com suas relativas porcentagens de participação no fornecimento do produto.

Também é mostrado a distância de cada município produtor ao entreposto de Maracanaú e a pegada hídrica, calculada com o auxílio do manual da pegada hídrica Hoeskstra (2011).

Tabela 6: Participação das Principais Frutas Comercializadas em 2020

| PRODUTO        | VOLUME (T) | VALOR (R\$)    | PROCEDÊNCIA | (%)   | MUNICÍPIO         | (%)   | DISTÂNCIA (KM) | PEGADA HÍDRICA (M³/T) |
|----------------|------------|----------------|-------------|-------|-------------------|-------|----------------|-----------------------|
| Laranja pêra   | 49.706,79  | 108.231.242,99 | SE          | 73,47 | Cristinápolis     | 39,47 | 1.101,4        | 27.835.802,40         |
| Goiaba         | 25.168,90  | 76.352.176,74  | PE          | 88,60 | Petrolina         | 86,41 | 816,7          | 45.304.020,00         |
| Mamão          | 20.721,25  | 29.501.274,63  | CE          | 71,63 | Aracati           | 23,60 | 154,8          | 9.531.775,00          |
| Com/Form/Haw   |            |                |             |       |                   |       |                |                       |
| Melancia       | 16.361,11  | 20.146.859,09  | CE          | 29,39 | Russas            | 11,88 | 169,9          | 3.844.860,85          |
| Banana pacovan | 15.219,44  | 26.783.513,03  | CE          | 97,74 | Limoeiro do norte | 77,30 | 203,7          | 12.023.356,02         |
| Maracujá       | 14.158,55  | 61.235.178,41  | CE          | 94,19 | Tianguá           | 46,11 | 319,60         | 7.928.788,00          |
| Abacaxi        | 14.015,88  | 37.292.311,96  | PB          | 54,35 | Itapororoca       | 47,80 | 622,60         | 3.574.049,40          |
| Abacate        | 10.778,97  | 41.733.866,13  | MG          | 53,45 | São Gotardo       | 20,34 | 2.609,1        | 21.353.139,57         |
| Melão          | 9.839,84   | 18.387.954,84  | CE          | 53,79 | Aracati           | 83,89 | 154,8          | 2.312.362,40          |
| Esp/Jap/Orange |            |                |             |       |                   |       |                |                       |
| Maça nacional  | 6.461,56   | 36.679.802,46  | RS          | 53,75 | Vacaria           | 50,45 | 3993,50        | 5.311.402,32          |

Fonte: Adaptado de Centrais Estaduais de Abastecimento (2020) e Hoeskstra (2011)

Relacionado ao volume, a laranja pêra foi a fruta que obteve maior comercialização na CEASA/CE no ano de 2020 com um total de 49.706,79 toneladas. Quanto ao valor da tonelada, a laranja pêra lidera novamente, com um total equivalente a 108.231.242,99 reais. Referente a distância, a maçã nacional é a fruta comercializada que se encontra a maior distancia ao entreposto de Maracanaú, provinda principalmente do município de vacaria no Rio Grande do Sul. Por fim, a goiaba foi a fruta que obteve maior pegada hídrica, com 45.304.020,00 M³/T.

Tabela 7: Participação das Principais Hortaliças Comercializadas em 2020

| PRODUTO        | VOLUME (T) | VALOR (R\$)   | PROCEDÊNCIA | (%)   | MUNICÍPIO           | (%)   | DISTÂNCIA (KM) | PEGADA HÍDRICA (M³/T) |
|----------------|------------|---------------|-------------|-------|---------------------|-------|----------------|-----------------------|
| Tomate         | 33.523,45  | 95.351.217,10 | CE          | 56,00 | Guaraciaba do norte | 17,91 | 318,30         | 7.174.018,30          |
| Batata inglesa | 31.440,45  | 84.976.462,28 | BA          | 51,58 | Mucuge              | 36,46 | 1.359,9        | 9.023.409,15          |
| Cebola         | 28.866,29  | 88.243.760,27 | RN          | 32,34 | Baraúna             | 31,60 | 219,80         | 7.851.629,52          |
| pêra/nac/impot |            |               |             |       |                     |       |                |                       |
| Cenoura        | 19.017,81  | 42.807.690,02 | MG          | 59,55 | Rio Paranaíba       | 21,34 | 2.594,2        | 3.708.472,17          |
| Pimentão       | 14.123,15  | 92.098.055,96 | CE          | 97,07 | Guaraciaba do norte | 40,00 | 318,30         | 5.352.675,37          |
| Repolho        | 11.418,20  | 20.213.829,32 | MG          | 43,58 | São Gotardo         | 23,24 | 2609,10        | 3.197.096,00          |
| Milho verde    | 7.262,89   | 14.180.618,63 | CE          | 94,52 | Limoeiro do norte   | 60,10 | 203,7          | 5.084.023,00          |
| Chuchu         | 4.870,59   | 5.653.601,31  | CE          | 97,95 | Aratuba             | 54,80 | 107,20         | 1.719.317,56          |
| Beterraba      | 4.841,86   | 9.891.263,21  | BA          | 62,98 | Irecê               | 51,85 | 1251,20        | 639.125,52            |
| Abóbora        | 3.141,19   | 7.188.975,24  | CE          | 70,88 | Russas              | 13,68 | 169,9          | 1.055.438,16          |
| Cab/Leite      |            |               |             |       |                     |       |                |                       |

Fonte: Adaptado de Centrais Estaduais de Abastecimento (2020) e Hoeskstra (2011)

Na categoria hortaliças, o tomate foi o produto que obteve maior volume de comercialização, com um total de 33.523,45 toneladas e também foi o produto que atingiu o maior valor da tonelada, valor este equivalente a 95.351.217,10 reais. Pertinente a distância, o repolho é o produto comercializado que se encontra a maior longitude ao entreposto de Maracanaú, com 2609,10 quilômetros, oriundo principalmente do município de São Gotardo em Minas Gerais. Já referente a pegada hídrica, a batata inglesa foi o produto que obteve o maior valor, correspondente a 9.023.409,15 M<sup>3</sup>/T.

Foi-se então aplicado o método de decisão multicritério AHP afim de identificar o produto mais sustentável por categoria, atendendo aos critérios pré-estabelecidos: Pegada Hídrica de exportação, sendo incorporada ao estado do Ceará como pegada hídrica cinza; logística, sendo este calculado pela distância medida entre os polos produtores de cada estado ao entreposto de Maracanaú; o volume, em toneladas, de cada produto comercializado e o valor, em reais.

Tabela 8: Resultado do AHP na Categoria Hortaliças

|                                 | PH     | LOGÍSTICA | VOLUME | VALOR  | PRIORIDADES |
|---------------------------------|--------|-----------|--------|--------|-------------|
| <b>Tomate</b>                   | 3,41%  | 9,36%     | 28,42% | 23,61% | 9,42%       |
| <b>Batata inglesa</b>           | 1,65%  | 2,48%     | 22,39% | 14,67% | 5,44%       |
| <b>Cebola pêscoço/nac/impot</b> | 2,42%  | 12,08%    | 13,49% | 17,33% | 7,03%       |
| <b>Cenoura</b>                  | 8,77%  | 1,47%     | 10,71% | 6,20%  | 7,59%       |
| <b>Pimentão</b>                 | 4,68%  | 9,36%     | 8,17%  | 23,61% | 9,27%       |
| <b>Repolho</b>                  | 9,47%  | 1,41%     | 5,81%  | 5,60%  | 7,68%       |
| <b>Milho verde</b>              | 4,48%  | 12,26%    | 3,94%  | 3,70%  | 5,08%       |
| <b>Chuchu</b>                   | 16,24% | 26,99%    | 3,11%  | 1,50%  | 13,62%      |
| <b>Beterraba</b>                | 31,95% | 2,89%     | 2,42%  | 2,09%  | 21,38%      |
| <b>Abóbora Cab/Leite</b>        | 16,94% | 21,71%    | 1,53%  | 1,69%  | 13,51%      |

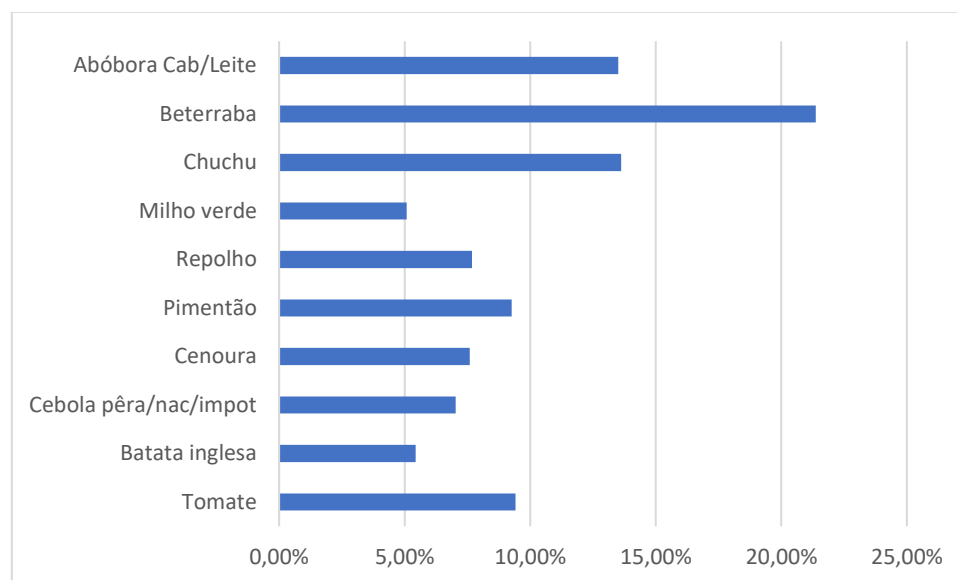
Fonte: Autores (2021)

Na categoria hortaliças, no critério pegada hídrica, observamos a beterraba sendo eleita preferida com 31,95%, com o menor índice de pegada hídrica de exportação e batata inglesa a menos preferida, com 1,65%. No critério logística temos o chuchu como favorito percentualmente, com 26,99% em anteposição o repolho, com 1,41%. No critério volume o predileto foi o tomate com 28,42% de preferência e a abóbora a menos favorita, com 1,53%. Com relação ao valor, os elegidos foram o tomate e o pimentão, ambos com 23,61% de predileção, em contrapartida o chuchu com 1,50%.

Por fim, foram-se comparados cada critério com seu respectivo peso, obtendo os valores percentuais finais de prioridade de cada produto, obtendo assim o produto mais sustentável. A

beterraba foi eleita como o principal produto com 21,38%, seguida pelo chuchu e abóbora com 13,62% e 13,51% respectivamente. O resultado pode ser melhor visualizado no gráfico abaixo onde os quantitativos podem ser melhor apreciados e compreendidos.

Gráfico 1: Resultado do AHP na Categoria Hortalças



Fonte: Autores (2021)

Tabela 9: Resultado do AHP na Categoria Frutas

| Laranja pêra         | PH     | LOGÍSTICA | VOLUME | VALOR  | PRIORIDADES |
|----------------------|--------|-----------|--------|--------|-------------|
|                      | 1,99%  | 2,39%     | 29,03% | 29,08% | 8,97%       |
| Goiaba               | 1,35%  | 4,22%     | 17,94% | 17,65% | 5,83%       |
| Mamão Com/Form/Haw   | 6,76%  | 22,71%    | 13,44% | 4,66%  | 8,26%       |
| Melancia             | 15,78% | 16,20%    | 10,78% | 2,66%  | 12,85%      |
| Banana pacovan       | 5,07%  | 13,04%    | 8,69%  | 3,43%  | 5,71%       |
| Maracujá             | 8,14%  | 9,40%     | 6,25%  | 16,22% | 9,86%       |
| Abacaxi              | 16,01% | 6,28%     | 6,25%  | 7,47%  | 12,78%      |
| Abacate              | 2,62%  | 1,73%     | 3,79%  | 11,05% | 4,34%       |
| Melão Esp/Jap/Orange | 30,46% | 22,71%    | 2,23%  | 1,61%  | 22,32%      |
| Maçã nacional        | 11,82% | 1,30%     | 1,60%  | 6,17%  | 9,09%       |

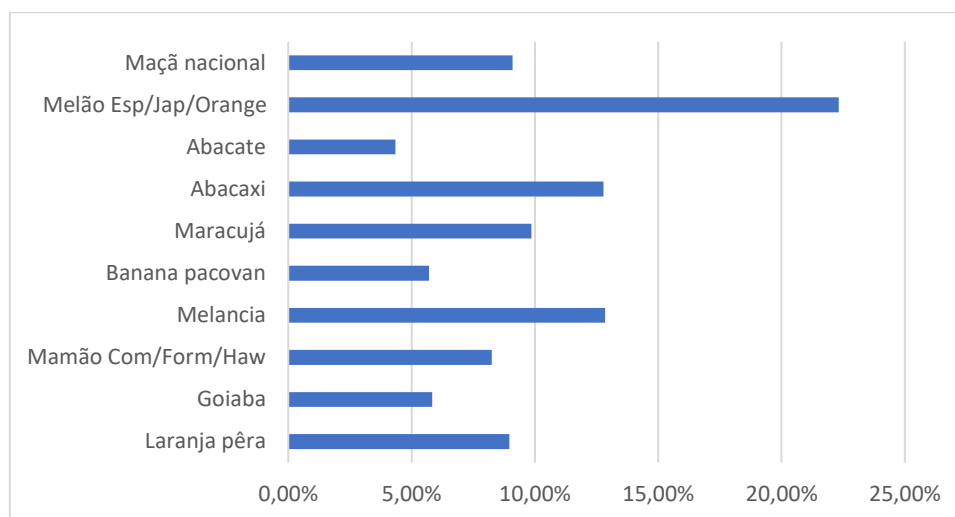
Fonte: Autores (2021)

Com relação ao AHP aplicado na categoria frutas, no critério pegada hídrica temos o melão como o favorito, com 30,46% em contrapartida a goiaba com 1,35%. Na logística o melão e o mamão aparecem empatados com 22,71% de preferência e a maçã a menos favorita com 1,30%. Já no volume, a laranja Pêra aparece na primeira colocação, sendo eleita a melhor neste critério e a maçã a menos

importante, com 1,60%. Relacionado ao valor, a laranja novamente foi a escolhida favorita com 29,08% em contrapartida ao melão com 1,61%.

A comparação final foi feita de forma similar a realizada na categoria hortaliças. O produto mais sustentável eleito nesta categoria foi o melão com 22,32%, seguido pela melancia e pelo abacaxi com 12,85% e 12,78% respectivamente. O resultado pode ser melhor visualizado no gráfico a seguir.

Gráfico 2: Resultado do AHP na Categoria Frutas



Fonte: Autores (2021)

Como visto na análise dos dados, de um total equivalente a 478.583,6 toneladas de produtos comercializados no ano de 2020, 273.413,51 toneladas são oriundas de outros estados da federação, ou seja, 57,12% do volume total comercializado é incorporado ao estado do Ceará como pegada hídrica cinza. A tabela abaixo mostra os principais estados do Brasil que contribuíram na comercialização de hortifrutos no ano de 2020 e os principais produtos fornecidos por cada estado.

Tabela 10: Participação de Outros Estados no Volume Comercializado

| ESTADO / PRODUTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | VOLUME (T) | VALOR (R\$)    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|
| <b>BAHIA</b><br>(Abacate, abacaxi, abóbora, alface, ameixa, banana, batata inglesa, beterraba, cebola, cenoura, goiaba, laranja, limão, maçã, macaxeira, mamão, manga, maracujá, melancia, melão, milho, morango, Pêra, pimentão, repolho, tangerina, tomate e uva.)                                                                        | 47.590,62  | 126.850.228,14 |
| <b>PERNAMBUCO</b><br>(Abacaxi, abóbora, acerola, alho, ameixa, banana, batata doce/inglesa, beterraba, caju, caqui, cebola, cenoura, goiaba, kiwi, laranja, maçã, macaxeira, mamão, manga, maracujá, melancia, milho, passas, pera, pimentão, pinha, repolho, tangerina, tomate, uva.)                                                      | 43.677,75  | 128.832.025,95 |
| <b>SERGIPE</b><br>(Abacaxi, alface, alho, banana, batata inglesa/doce, cebola, coco, laranja, limão, manga, pimentão, sapoti e tangerina.)                                                                                                                                                                                                  | 38.288,60  | 85.954.430,34  |
| <b>MINAS GERAIS</b><br>(Abacate, abóbora, acelga, alho, ameixa, banana, batata inglesa/doce, beterraba, brócolis, cebola, cenoura, kiwi, laranja, limão, maçã, macaxeira, mamão, manga, morango, pêssego, pimenta de cheiro, pimentão, repolho, tangerina, tomate, uva...)                                                                  | 37.478,25  | 158.581.970,14 |
| <b>RIO GRANDE DO NORTE</b><br>(Abacate, abacaxi, abóbora, acerola, ameixa, banana, batata doce/inglesa, beterraba, brócolis, cajá, caju, cebola, coco, feijão verde, goiaba, graviola, kiwi, maçã, macaxeira, mamão, manga, maracujá, melancia, melão, milho verde, morango, pepino, pêra, pimentão, pinha, repolho, tangerina e tomate...) | 31.700,23  | 65.107.006,94  |
| <b>SÃO PAULO</b><br>(Abacate, abacaxi, abóbora, abobrinha, alho, ameixa, batata doce e inglesa, caqui, cebola, cenoura, gengibre, inhame, kikan, kiwi, laranja, limão, maçã, manga, maracujá, melão, morango, Pêra, pepino, pêssego, pimentão, repolho, tangerina, uva, tomate, ...)                                                        | 19.826,43  | 78.797.537,49  |
| <b>GOIÁS</b><br>(Alho, ameixa, batata doce/inglesa, beterraba, cebola, cenoura, gengibre, laranja, maçã, manga, melão, Pêra, repolho, tomate...)                                                                                                                                                                                            | 12.611,77  | 34.031.147,24  |
| <b>PARAÍBA</b><br>(Abacate, abacaxi, abóbora, ameixa, batata doce/inglesa, beterraba, caju, caqui, cebola, chuchu, coco, goiaba, graviola, inhame, Kiwi, kikan, laranja, limão, maçã, mamão, manga, maracujá, melancia, melão, morango, nectarina, pera, pêssego pimentão, repolho, sapoti, tangerina, tomate, uva.)                        | 9.160,36   | 26.020.164,03  |
| <b>RIO GRANDE DO SUL</b><br>(Acelga, alho, banana, batata inglesa, cebola, kiwi, goiaba, inhame kikan, kiwi, maçã, mamão, manga, maracujá, melancia, melão, morango, pepino, Pêra, pêssego, pimentão, repolho, tangerina, tomate, uva...)                                                                                                   | 9.101,02   | 46.198.414,27  |
| <b>SANTA CATARINA</b><br>(Abacate, abóbora, alho, batata inglesa, cebola, goiaba, kiwi, maçã, manga, maracujá, melancia, melão, pera, repolho, tomate e uva.)                                                                                                                                                                               | 7.532,26   | 33.062.688,79  |
| <b>ESPIRITO SANTO</b><br>(Abacate, abacaxi, alho, ameixa, beterraba, cebola, cenoura, chuchu, maçã, mamão, maracujá, morango, pimentão, repolho, tangerina, tomate...)                                                                                                                                                                      | 4.926,45   | 22.078.020,91  |
| <b>PARANÁ</b><br>(Abacate, abacaxi, ameixa, batata doce/inglesa, cebola, kiwi, laranja, maçã, mamão, manga, melancia, pera, pêssego, pimentão, repolho, tangerina, tomate, uva...)                                                                                                                                                          | 2.134,49   | 6.586.968,99   |
| <b>PARÁ</b><br>(Abacate, abacaxi, banana, feijão verde, laranja, limão, milho verde e repolho...)                                                                                                                                                                                                                                           | 1.619,28   | 4.764.381,94   |
| <b>MARANHÃO</b><br>(Abacaxi, abóbora, batata inglesa, maçã, morango, tomate...)                                                                                                                                                                                                                                                             | 1.343,79   | 3.737.420,31   |
| <b>ALAGOAS</b><br>(Acerola, banana, beterraba, laranja, tangerina e tomate...)                                                                                                                                                                                                                                                              | 363,43     | 1.389.307,34   |
| <b>DISTRITO FEDERAL</b><br>(Batata inglesa, cenoura, laranja e uva.)                                                                                                                                                                                                                                                                        | 177,59     | 915.922,78     |
| <b>MATO GROSSO DO SUL</b><br>(Beterraba, cenoura, laranja e repolho.)                                                                                                                                                                                                                                                                       | 100,90     | 226.881,67     |
| <b>TOCANTINS</b><br>(Abacate e laranja...)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 84,00      | 121.415,03     |
| <b>RIO DE JANEIRO</b><br>(Batata inglesa, beterraba e cenoura.)                                                                                                                                                                                                                                                                             | 79,17      | 213.193,33     |
| <b>AMAPA</b><br>(Polpa de frutas.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 31,00      | 30.250,00      |
| <b>MATO GROSSO</b><br>(Castanhas de caju.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4,02       | 5.056,26       |
| <b>PIAUI</b><br>(beterraba, caju, cenoura, goiaba, melancia, melão e pequi...)                                                                                                                                                                                                                                                              | 3,06       | 3.966,66       |

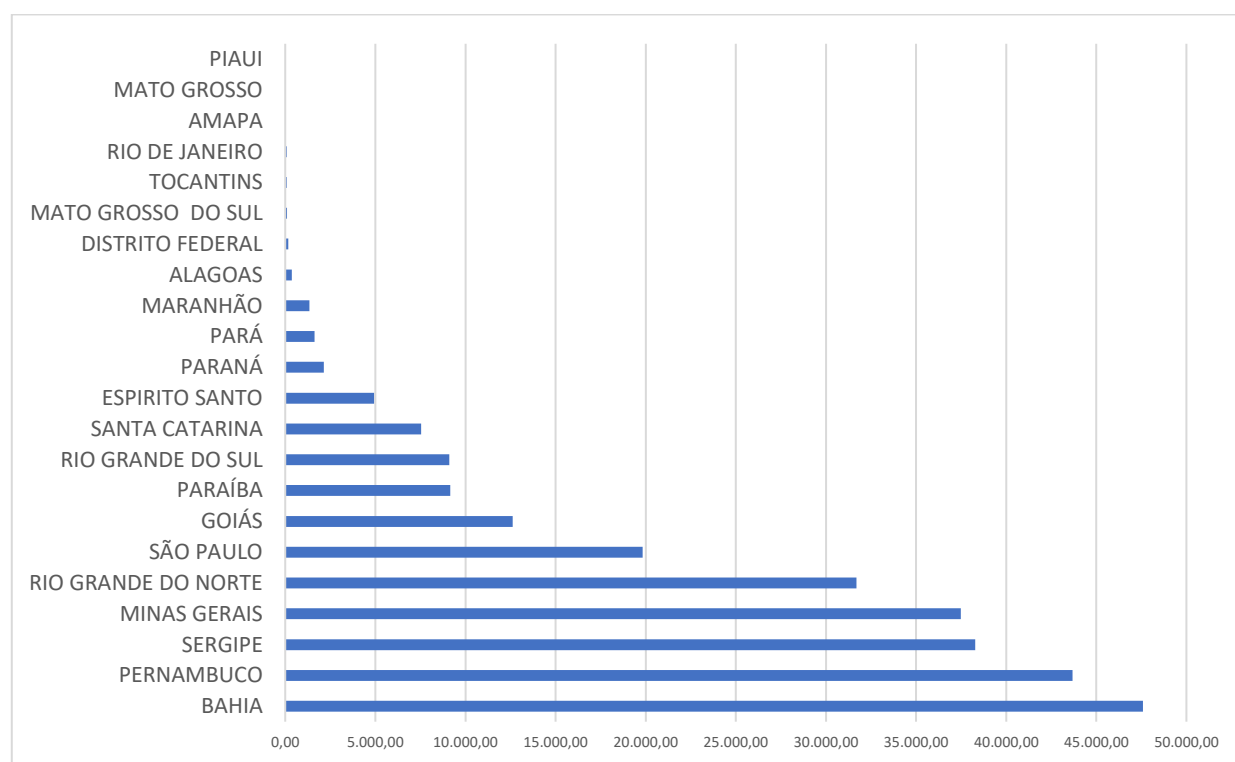
Fonte: Centrais Estaduais de Abastecimento (2020)

A pegada hídrica cinza é definida como o volume de água doce que é necessário para assimilar a carga de poluentes, baseando-se nas concentrações naturais e padrões de qualidade de água existentes. Esse conceito está inserido em outro que é a Pegada Hídrica (PH) de um produto ou

processo o qual se define como o volume total de água doce que é consumido para se produzir os bens e serviços consumidos pelo indivíduo, por uma comunidade ou por uma empresa (Hoekstra et al., 2009). Em virtude disso, a água embutida na produção dos produtos importados comercializados será incorporada no estado do Ceará como a pegada hídrica cinza.

A Bahia lidera o ranking de estados que mais contribuem com a pegada hídrica cinza do Ceará, correspondendo a 17,40% do volume total de produtos importados de outras bacias nacionais. O Pernambuco aparece na segunda colocação com 15,97% e Sergipe na terceira colocação com 14%. Piauí, Mato Grosso e Amapá são os estados que menos contribuem com a pegada hídrica cinza do Ceará, com menos de 1% de participação. O resultado pode ser melhor compreendido e visualizado no gráfico abaixo.

Gráfico 3: Comparativo da Participação de Outros Estados no Volume Comercializado



Fonte: Autores (2021)

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Analisando o objetivo da pesquisa que foi analisar a pegada hídrica dos principais produtos hortifrutis comercializados pela CEASA no estado do Ceará, a partir do decisor multicritério AHP foi identificado os alimentos mais sustentáveis por categoria. Constatou-se que na comercialização, na categoria frutas o alimento eleito mais sustentável foi o melão com 22,32% de índice de tomada de decisão. Já na categoria hortaliças, o produto preferível foi a beterraba com 21,38%.

Ao analisar os estados que participam ativamente na comercialização de hortifrutis no estado do Ceará, evidenciou-se o estado da Bahia, com 17,40% do volume total de produtos importados, logo, conclui-se que é o estado que mais contribui com a pegada hídrica cinza do Ceará. Em contrapartida, os estados do Piauí, Mato Grosso e Amapá, com menos de 1% de participação, são os estados que menos contribuem com a pegada hídrica cinza do estado do Ceará.

A sustentabilidade de um sistema agrícola requer o uso racional dos recursos naturais, tendo em vista a perpetuidade produtiva deste bem. O modelo convencional de agricultura requer um aporte elevado e contínuo de insumos industriais (fertilizantes, defensivos químicos etc.) para a manutenção do sistema, apresentando baixa eficiência no uso de energia (GLIESSMAN, 2000). O estado do Ceará apresenta aproximadamente 90% de sua área situada no semiárido, e o restante, em ambientes úmidos. As agriculturas de subsistência e tradicional caracterizam a maioria das pequenas propriedades, enquanto que extensas áreas são destinadas aos grandes projetos de irrigação voltados para fruticultura, alicerçados no uso maciço de insumos (ICID, 1992). Em razão disso, o estado do Ceará é capaz de suprir grande parte da produção de hortifrutis como: Abóbora, banana, macaxeira, mamão, manga e milho, com ênfase no melão e na beterraba, produtos eleitos mais sustentáveis após a aplicação do AHP, evitando assim a comercialização dos produtos importados de outras bacias hidrográficas nacionais e consequentemente diminuindo a geração da pegada hídrica cinza em solo Cearense.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a Universidade Regional do Cariri pelo fomento e incentivo a pesquisa e produção científica.

## REFERÊNCIAS

- CEASA/CE - Centrais de Abastecimento do Ceará. **Análise Conjuntural**. Disponível em: < <https://www.ceasa-ce.com.br/analise-conjuntural/>>. Acesso em: 26/04/2021.
- CEASA/CE - Centrais de Abastecimento do Ceará. **Estatuto social da Centrais de Abastecimento do Ceará S/A-CEASA/CE**. 2008. Disponível em: < <http://www.ceasa-ce.com.br/est-ceasa.asp> >. Acesso em: 26/04/2021.
- EMROUZNEJAD, A., MARRA, M., 2017. **The state of the art development of AHP (1979– 2017):** a literature review with a social network analysis. *Int. J. Prod. Res.* 7543, 1–23.
- FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. **Estudo da comercialização do mamão em Brasília-DF**. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 24, no. 1, p. 91-95, abr. 2002.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Trad. Maria José Guazzelli. Porto Alegre, UFRGS, 2000. 653p.
- HOEKSTRA, A. Y. CHAPAGAIN, A. K., ALDAYA, M. M. MEKONNEN, M. M. (2009). **Water Footprint Manual: State of the Art** . Water Footprint Network, Ensched, The Netherlands.
- HOEKSTRA, A. Y., CHAPAGAIN, A. K. (2007). **Water Footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern**. *Water Resources Management* 21 (1), p. 35–48.
- HOEKSTRA, A. Y., HUNG, P. Q. (2002). **Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade**. *Value of Water Research Report Series*, n. 11, UNESCO-IHE, Delft, Holanda.
- HOEKSTRA, Arjen Y. et al. **Manual de avaliação da pegada hídrica: estabelecendo o padrão global**. São Paulo: Instituto de Conservação Ambiental, 2011.
- ICID. **Desenvolvimento e meio ambiente no semiárido**. Fundação Grupo Esquel Brasil, Brasília, 1992. 166p.
- ITAL - INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Tecnologia da pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas, 1992. 200p
- MARDANI, A., ZAVADSKAS, E.K., KHALIFAH, Z., JUSOH, A., NOR, K.M., 2015. **Multiple criteria decision-making techniques in transportation systems: a systematic review of the state of the art literature**. *Transport* 31 (3), 359–385
- MAYORGA, R. D. **Projeto de pesquisa: Diagnóstico dos aspectos comerciais, técnico-operacionais e de infra-estrutura da Ceasa-Ceará**, 2007.
- SAATY, T. **Scaling methods for priorities in hierarchical structures**. *Journal of Mathematical Psychology*, 15:234-81,1977.
- SANTIAGO, A. D.; CHICO, D.; ANDRADE JUNIOR, A. S.; GARRIDO, A.; CARNAÚBA, P. J. P. **Pegada hídrica da cana-de-açúcar e etanol produzidos no estado de Alagoas, Brasil**. *Agrometeoros*, v. 25, n. 1, p. 209-216, 2017.
- SOUSA, J. V.; JERÔNIMO, T. B.; MELO, F. J. C.; AQUINO, J. T. **Uso do AHP para identificação de perdas da qualidade em empresas de manufatura: um estudo de caso**. *Exacta*, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 89-100, 2017.

TZENG, Gwo-Hshiung; HUANG, Jih-Jeng. **Multiple attribute decision making: methods and applications**. CRC press, 2011.

WEGNER, R. DA S.; GODOY, L. P.; SERPA, N. P.; MARTINELLI, M.; GODOY, T. P. **Analytic Hierarchy Process (AHP) na análise do mix de marketing em empresa de material de construção**. *Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, , n. 2, p. 299–320, 2018.

ZHUO, L., MEKONNEN, M.M., HOEKSTRA, A.Y., 2016a. **The effect of inter-annual variability of consumption, production, trade and climate on crop-related green and blue water footprints and inter-regional virtual water trade: a study for China (1978–2008)**. *Water Res.* 94:73–85.

ZYOUND, Shaher H.; FUCHS-HANUSCH, Daniela. **Um levantamento bibliométrico sobre as técnicas AHP e TOPSIS**. *Sistemas especialistas com aplicativos*, v. 78, p. 158-181, 2017.