



## **PRIORIZAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE A PARTIR DO MÉTODO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO SAPEVO-M-NC: UM ESTUDO DE CASO EM UM ARRANJO PRODUTIVO LOCAL DE BOVINOCULTURA LEITEIRA**

Daniel Augusto de Moura Pereira, (UFCG), danielmoura@ufcg.edu.br  
Bruno Pereira Diniz, (UFCG), brunopereiradiniz046@gmail.com  
Guilherme Nascimento Araújo, (UFCG), guilherme1803gui@gmail.com  
Giovanna Paola Batista de Britto Lyra Moura, (UFPB), giovannalyra@hotmail.com  
Ana Mary da Silva, (UFCG), ana.mary@professor.ufcg.edu.br  
João Cavalcanti Neto, (UFCG), joao.cavalcanti@estudante.ufcg.edu.br  
Rhuan do Espirito Santo e Silva, (UFCG), rhuan.espirito@estudante.ufcg.edu.br  
Jordan Matheus Barbosa Araújo, (UFCG), jordan\_barbosa517@hotmail.com

### **Resumo**

É notório perceber que cada vez mais a sustentabilidade vem exercendo um papel importante na sociedade como um todo, tendo em vista o grande desafio de implementar e ações assertivas e que apresentem bom desempenho nas três dimensões da sustentabilidade. Dada a complexidade do problema, tomar decisões alicerçadas em boas práticas teóricas proporciona um melhor julgamento de métricas, direcionando um determinado agroecossistema a uma decisão mais assertiva. Assim, o objetivo desta pesquisa é ordenar, através da aplicação do Método de Tomada de Decisão Multicritério SAPEVO-M-NC (Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors – Non Compensatory – Multi Decision Makers) os principais indicadores de sustentabilidade da bovinocultura leiteira no Cariri Paraibano. Foram realizadas entrevistas não estruturadas com os stakeholders, a fim de formar um conjunto de indicadores e apresentar o método, para que fosse gerada todas as matrizes de decisão e posteriormente executar a modelagem. O resultado da pesquisa indicou que a Dimensão Ambiental é a mais importante para a bovinocultura leiteira, já em relação aos indicadores de sustentabilidade mais importantes, obteve-se o indicador Manejo Adequado como mais importante, portanto, pode-se dizer que a partir dessa aplicação é possível direcionar melhor as ações destinadas a melhora dos níveis de sustentabilidade dessa atividade.

**Palavras-chave:** SAPEVO-M-NC, Indicadores, Bovinocultura, Sustentabilidade, Dimensão.

### **1. Introdução**

A investigação relacionada as questões ambientais e de sustentabilidade, tem se tornado cada vez mais popular entre a comunidade científica, já que, à medida que os problemas como



as mudanças climáticas, escassez de recursos naturais, crescem, a qualidade de vida humana é reduzida. Com isso, a preocupação envolvendo a sustentabilidade e as dimensões ambiental, social e econômica, iniciou-se a partir dos anos 70, onde grande parte dos setores da sociedade admitiram a relevância dessa temática (VAN BELLEN, 2007). Com isso, torna-se evidente o aumento da necessidade de estudar, avaliar e monitorar a sustentabilidade ambiental dos agroecossistemas, para que possibilite uma melhor compreensão da capacidade de resiliência e resistência as intervenções humanas, além de possibilitar a avaliação e importância das relações entre as dimensões ambiental, social e econômica.

Dessa forma, entre os diversos agroecossistemas existentes, a bovinocultura leiteira destaca-se devido ao fato de ser uma atividade de grande relevância, sendo predominantemente desenvolvida em pequenas propriedades rurais, sendo responsável por envolver um contingente significativo de produtores, que por sua vez, produz alimentos de grande valor nutritivo, além de gerar empregos e renda, constituindo-se como um importante instrumento de fixação do homem no campo.

Com isso, a escolha assertiva dos indicadores em suas várias dimensões, possibilita um desenvolvimento rumo à sustentabilidade, proporcionando escolhas políticas que se movam em direção à sustentabilidade, através da criação de conexões entre o atual estágio de desenvolvimento e o estado sustentável no futuro.

Tendo em vista a existência de vários indicadores de sustentabilidade para bovinocultura leiteira, se faz necessário o uso de Métodos Multicritérios de Apoio a Tomada de Decisão (AMD) para que seja possível auxiliar os decisores a entenderem quais os pontos que mais atingem essa atividade, de forma que a partir da análise de múltiplos critérios, possa ser possível identificar as preferências dos decisores, utilizando as informações obtidas para a estruturação de um modelo de preferências (CINELLI, 2017).

Portanto, o objetivo desse trabalho é ordenar os indicadores de sustentabilidade da bovinocultura leiteira, de forma que viabilize a identificação dos indicadores mais importantes para o alcance de um maior nível de sustentabilidade dessa atividade, visando o direcionamento das decisões e políticas públicas que afetem os produtores de leite do Cariri Paraibano.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. Indicadores de Sustentabilidade

O objetivo do desenvolvimento de indicadores é identificar padrões de desenvolvimento sustentável que abranjam questões ambientais, econômicas, sociais, éticas e culturais. O que

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento  
23/11 | 100% online  
24/11 | e gratuito

ênfatisa a necessidade de identificar indicadores que sejam capazes de medir, monitorar e avaliar um determinado contexto. Um indicador é mais do que apenas um dado estatístico, já que possibilita a obtenção de informações sobre determinado fato, ajudando a sintetizar um conjunto complexo de informações, para que possa servir como ferramenta de previsão (MITCHELL, 1997; VERONA, 2008).

Segundo Abbot e Guijt (1999), um indicador é algo que ajuda a transmitir um conjunto de informações sobre determinado tipo de processo, evento ou tendência complexas. Para Mitchell (1997), um indicador é uma ferramenta que ajuda a coletar informações sobre uma determinada realidade. Beaudoux et al. (1993), afirmam que os indicadores são utilizados para medição e comparação, como ferramentas de tomada de decisão e não como métodos. Para Armani (2001), “um indicador é uma regra ou padrão que nos ajuda a medir, avaliar ou demonstrar variações em determinado aspecto da realidade que consideramos relevante para os objetivos de determinado projeto”.

Bossel (1999) relata que, ao avaliar o nível de sustentabilidade de diferentes práticas, é necessário utilizar indicadores apropriados que possam refletir aspectos sociais, econômicos e ambientais. Desse modo, a escolha assertiva de indicadores em cada aspecto, permite o desenvolvimento rumo à sustentabilidade, proporcionando dados que subsidiem decisões que levem ao caminho da sustentabilidade.

Como argumenta Lira (2008), um dos maiores desafios enfrentados no debate sobre sustentabilidade é compatibilizar as dimensões ambiental, econômica e social. Isto mostra claramente a necessidade de utilizar indicadores de sustentabilidade como uma ferramenta capaz de incluir informações relacionadas com as três dimensões da sustentabilidade, para que seja possível orientar as ações, realizar o monitoramento e avaliação do desenvolvimento sustentável, utilizando-se desses indicadores como ferramentas compostas por uma ou mais variáveis, relacionadas por diversos aspectos, revelando um significado mais amplo sobre um determinado fenômeno. Dessa forma, o principal objetivo do índice é sintetizar e quantificar informações, destacando sua importância, com o objetivo de melhorar a comunicação e a compreensão de fenômenos complexos (VAN BELLEN, 2005).

Portanto, Carvalho et al. (2011), defendem que os indicadores de sustentabilidade se distinguem pela sua capacidade de operacionalizar o desenvolvimento sustentável, deixando evidente o fato de que, o uso de indicadores oferece uma forma visual de monitorar sistemas complexos, que são considerados importantes e devem ser controlados, pois têm a capacidade de destacar fatores importantes sobre como a sociedade toma suas decisões e planeja seu funcionamento.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

**SUSTENTARE & WIPIS 2023**

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento  
23/11 | 100% online  
24/11 | e gratuito

## 2.2. Bovinocultura Leiteira

A bovinocultura leiteira é uma atividade de grande relevância, sendo predominantemente desenvolvida em pequenas propriedades rurais e envolve um contingente significativo de produtores. Produz alimento, emprega mão-de-obra familiar, gera empregos e renda, portanto, constitui-se num importante instrumento de fixação do homem no campo e contribui para a redução dos problemas sociais advindos do êxodo rural.

Para uma maior produtividade leiteira, é necessário existir um bem estar animal através de manejos corretos, oferta de ambiente adequado com sombra, acesso a água, instalações com boas condições, entre outras medidas. Ao longo do tempo, vem-se aumentando a preocupação com o bem-estar e a saúde dos animais, com o intuito de assegurar um ambiente favorável para vivência dos bovinos, e conseqüentemente aumentar a qualidade dos produtos adquiridos pela produção desses animais (SILVA, 2021).

De acordo com Neto et al. (2018), “O manejo sanitário de rebanhos é constituído por um conjunto de práticas tecnológicas, as quais requerem especial atenção dos produtores e dos técnicos que os orientam. Entre essas práticas destacam-se a prevenção e o controle de doenças (muitas delas zoonoses) e o controle de parasitoses.”

Além do manejo sanitário, é necessário ofertar a alimentação correta e em quantidade suficiente para o animal conseguir se desenvolver e aumentar sua capacidade produtiva. Os bovinos precisam apresentar uma boa nutrição, a fim de expressar todo seu potencial genético, além disso, destaca-se que as necessidades nutritivas são constituídas em minerais, águas, vitaminas, proteína e energia, para que assim ocorra a reprodução e principalmente a produção de leite (MORAIS, 2020).

## 2.3. Método SAPEVO-M-NC

Derivado do método SAPEVO-M (Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors – Multi Decision Makers) (Gomes, 2020), do método SAPEVO-M-NC (Maêda, 2021), consiste em um método ordinal, de natureza não compensatória, que visa o problema de ordenação ( $P\gamma$ ), e com possibilidade de atuação de múltiplos tomadores de decisão. No método, a avaliação do desempenho das alternativas é realizada diretamente, sem necessidade de realizar comparações de paridade entre as alternativas para obter a modelagem de preferências, resultando em uma redução substancial no esforço cognitivo em por parte dos DMs dos tomadores de decisão. O método permite duas avaliações, uma parcial e uma global, resultando em uma análise mais sensível do desempenho de alternativas, bem como maior transparência sobre o processo de tomada de decisão (MAÊDA, 2021).

Ao contrário da Teoria Clássica da Decisão, que basicamente considera duas relações de preferência transitivas, designadas por Indiferença (I) e por Preferência Estrita (P), este método



é baseado no Sistema Fundamental de Relações de Preferência (FSPR), incorporando também a relação de preferência fraca (Q). De acordo com Gomes e Gomes (2019), existem várias razões pelas quais os pesquisadores procuram evitar o tipo de modelagem que se baseia no axioma da completa comparabilidade e transitividade entre alternativas, entre as quais, pode-se citar o fato de o tomador de decisão não possuir todas as informações que lhe permite escolher uma das alternativas e forçando uma relação de estrita preferência, ou indiferença, poderia levar a erros arbitrários e inconsistentes.

Após os DMs estabelecerem os critérios e alternativas, o método apresenta sete etapas:

- *Etapa 1 – Estruturação da Matriz de Decisão;*

$$X = [X_{ij}] = \begin{bmatrix} X_{i1} & X_{i2} & \dots & X_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m2} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Onde,  $i = 1, 2, \dots, m$ ;  $j = 1, 2, \dots, n$ ;  $X_{ij}$  = desempenho da alternativa  $i$ , no critério  $j$ .

- *Etapa 2 – Transformação ordinal das preferências de cada DM, em cada critério;*

**Figura 1** – Importância Relativa entre Critérios

| Escala 1 | Representação Verbal           | Escala 2 |
|----------|--------------------------------|----------|
| <<<1     | Absolutamente menos importante | -3       |
| <<1      | Muito menos importante         | -2       |
| <1       | Menos importante               | -1       |
| 1        | Igualmente Importante          | 0        |
| >1       | Mais importante                | 1        |
| >>1      | Muito mais importante          | 2        |
| >>>1     | Absolutamente mais importante  | 3        |

Fonte: Adaptado de (Maêda et al., 2021a)

Sejam  $C_i$  e  $C_j$ , dois critérios dentro de um conjunto de critérios  $C = \{c_1, c_2, c_3 \dots c_i, c_j\}$ .

O grau de preferência entre eles é dado por  $\delta(c_i, c_j)$ , onde:

$$\delta(c_i, c_j) = 1 \leftrightarrow c_i \approx c_j \quad (2)$$

$$\delta(c_i, c_j) = 1 \leftrightarrow c_i > c_j \quad (3)$$

$$\delta(c_i, c_j) = 1 \leftrightarrow c_i < c_j \quad (4)$$

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

Na Figura 1 e apresentada a importância relativa entre os critérios

Seja  $D$  um conjunto de agentes decisores,  $D = \{DM_1, DM_2, \dots, DM_k, \dots, DM_n\}$  que expressam suas opiniões a respeito da importância relativa dos critérios envolvidos. Essas preferências dão origem a matriz de preferências  $MDM_k$ . A relação entre as duas escalas da tabela permite a transformação da matriz (5) em (6):

$$MDM_k = [\delta(c_i, c_j)] \quad (5)$$

$$V_i = \sum_{j=1}^m \delta(c_i, c_j) \quad (6)$$

Sendo  $i = 1, \dots, m$  e  $k = 1, \dots, n$ .

Depois da determinação do vetor  $V_i$ , os seus elementos  $a_{ij}$  são normalizados de acordo com a Equação 7.

$$V = \frac{(a_{ij} - \min a_{ij})}{\max a_{ij} - \min a_{ij}} \quad (7)$$

Esta transformação, proporciona o vetor de preferência do  $DM_k$ . Em casos de ocorrência de valores nulos, estes são substituídos por 1% do segundo menor valor obtido. Em seguida, os vetores normalizados são somados, resultando no vetor de pesos que expressa a importância dos critérios (Gomes et al., 2020).

- *Etapa 3 – Classificação Ordinal do Desempenho das Alternativas;*

Nesta etapa, cada tomador de decisão é responsável por atribuir a classificação ordinal ( $\Theta_{ij}$ ) referente ao desempenho das alternativas para cada critério, de acordo com a Figura 2. Ao fim do processo, é obtida a média aritmética  $v_{ij}$  das faixas de classificação dos desempenhos das alternativas em cada critério.



**Figura 2** – Classificação do Desempenho das Alternativas em Cada Critério

| Classificação Ordinal do Desempenho da Alternativa $i$ do critério $j$ | Faixa de Classificação |
|--|------------------------|
| Excelente (E)  | 1                      |
| Muito Bom (MB)   | 2                      |
| Bom (B)  | 3                      |
| Médio (M)  | 4                      |
| Ruim (R)   | 5                      |
| Muito Ruim (MR)  | 6                      |
| Péssimo (P)  | 7                      |

**Fonte:** Adaptado de (Maêda et al., 2021a)

**Figura 3** – Modelagem de Preferência dos Critérios

|                       |   |  |
|-----------------------|---|--|
| Indiferença (I)       | $\nu_{ja} - \nu_{jb} \geq 1 : \sigma_{i(ab)} \rightarrow$     | 0  |
| Preferência Fraca (Q) | $1 < \nu_{ja} - \nu_{jb} \leq 3 : \sigma_{i(ab)} \rightarrow$ | $\frac{(a_{ij} - \min a_{ij})}{(\max a_{ij} - \min a_{ij})}$ |
| Preferência Forte (P) | $3 < \nu_{ja} - \nu_{jb} : \sigma_{i(ab)} \rightarrow$        | 1  |

**Fonte:** Adaptado de (Maêda et al., 2021a)

- *Etapa 4 – Obtenção das Frações dos Pesos dos Critérios;*

Para cada critério  $j$ , realiza-se uma comparação paritária entre as alternativas, com o objetivo de se calcular a distância relativa entre os valores médios das faixas de classificação (Equação 8).

$$\Delta_{j(ab)} = \nu_{ja} - \nu_{jb} \quad (8)$$

Maeda et al. (2021) argumenta que este valor permite identificar na modelagem de preferência (Figura 3) a fração de peso critério  $j$ , obtida pela alternativa  $a$  em relação a alternativa  $b$ .

- *Etapa 5 – Cálculo da Dominância Relativa;*

A dominância relativa ( $d_{ab}$ ) é obtida pela soma ponderada dos pesos dos critérios ( $w_j$ ), com a fração correspondente ( $\sigma_{j(ab)}$ ) determinada na modelagem de preferência (Equação 9).

$$d_{ab} = \sum w_j \sigma_{j(ab)} \quad (9)$$

- *Etapa 6 – Cálculo da dominância absoluta e Taxa de sobre Classificação;*



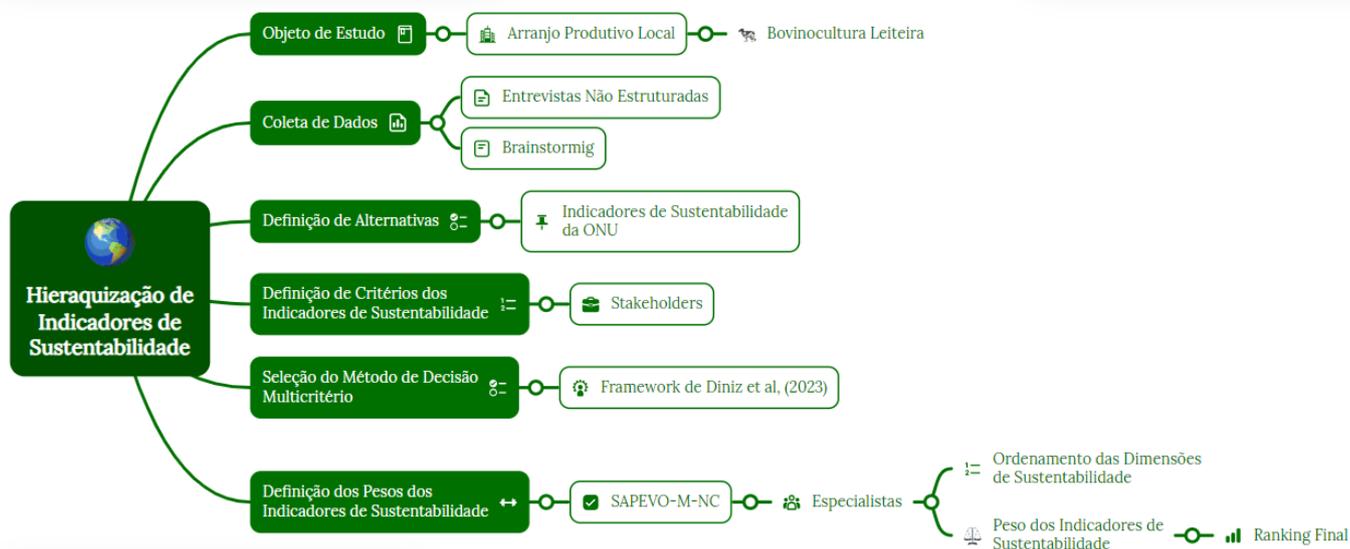
A dominância absoluta ( $D_{ab}$ ) é obtida a partir da diferença entre as dominâncias relativas. Por sua vez a taxa percentual de dominância absoluta entre as alternativas é obtida dividindo-se  $D_{ab}$  pelos pesos.

- *Etapa 7 – Montagem do grafo com relações de dominância entre as alternativas.*

### 3. Metodologia

Trata-se de um estudo quantitativo, do tipo exploratório e estudo de caso. A coleta de dados ocorreu durante o mês de setembro de 2023, no Arranjo Produtivo Local (APL) de bovinocultura leiteira objeto desta pesquisa. O esquema metodológico utilizado para realizar este estudo pode ser visualizado através da Figura 4.

**Figura 4** – Esquema metodológico utilizado para realização da pesquisa



**Fonte:** Autores (2023)

Para levantamento das Dimensões da sustentabilidade, consideradas aqui como alternativas para a modelagem matemática do problema, levou-se em consideração a classificação de Dimensões de Sustentabilidade definida pela Organização das Nações Unidas (ONU). Por sua vez, os Indicadores de Sustentabilidade de cada Dimensão, aqui consideradas como critérios na modelagem do problema, foram levantados a partir de entrevistas não estruturadas e brainstorming com os stakeholders envolvidos no APL deste estudo.



A escolha do Método de Tomada de Decisão Multicritério ocorreu a partir do Framework de Seleção de Métodos de Tomada de Decisão Multicritério de Diniz et.al, (2023), conforme mostra a Figura 5.

**Figura 5** – Framework para seleção de Método de Análise de Decisão Multicritério



Fonte: Autores (2023)

A Figura 6 mostra a entrada dos dados no Framework. Tratava-se de um problema com entrada de dados ordinal, do tipo multidecisor e com método de agregação não compensatório. Esses dados foram colocados na no Framework supracitado e a indicação para a resolução do problema foi o Método SAPEVO-M-NC. Foram consultados 3 especialistas no assunto para a modelagem do problema.



Figura 6 – Seleção do Método de Análise de Decisão Multicritério



Fonte: Autores (2023)

Para a realização deste estudo, foram selecionados as Dimensões de Sustentabilidade econômico, ambiental e social. Cada uma dessas Dimensões tem seus próprios indicadores de sustentabilidade, conforme mostra a Figura 7.

Figura 7 – Dimensões de Sustentabilidade e seus critérios



Fonte: Autores (2023)

Como resultado, foi gerada uma Tabela com o ranking ordinal das Dimensões de Sustentabilidade e a Matriz de Desempenho dos Indicadores de Sustentabilidade mais relevantes para o objeto deste estudo.



## 4. Resultados

### 4.1. Aplicação do Método SAPEVO-M-NC

O método SAPEVO-M-NC: permitiu agregar, através de um processo ordinal, as preferências dos decisores relativamente à importância dos critérios e ao desempenho das alternativas, conforme mostra a Figura 8. Este procedimento foi realizado três vezes, um preenchimento para cada DM.

**Figura 8 – Matriz de Decisão do DM3**

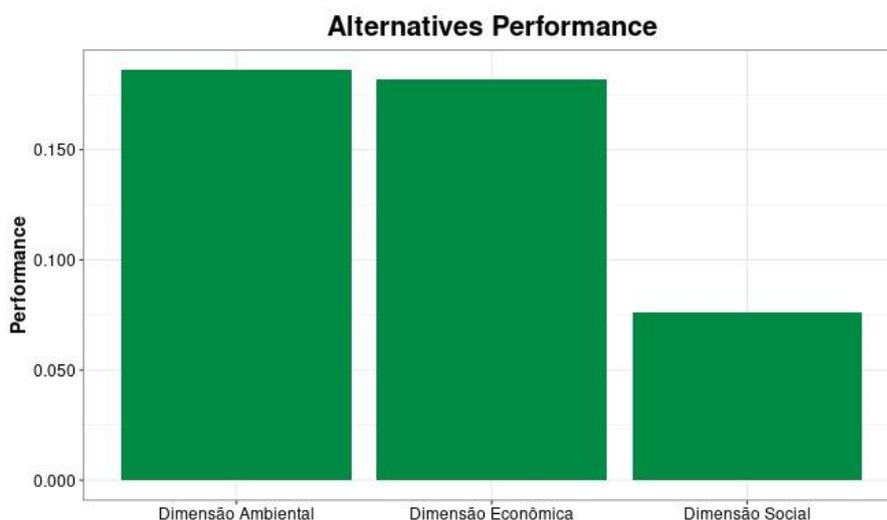
| AVALIAÇÃO                     | COMPARAÇÃO                    | PONTUAÇÃO |                    | Preço | Custo de Produção | Mercado Consumidor | Manejo Adequado | Uso dos Resíduos | Disponibilidade de Água | Satisfação dos Produtores | Disseminação de Conhecimentos | Práticas Associativistas |
|-------------------------------|-------------------------------|-----------|--------------------|-------|-------------------|--------------------|-----------------|------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Preço                         | Custo de Produção             | -1        | Dimensão Ambiental | 2     | 2                 | 3                  | 1               | 1                | 1                       | 2                         | 4                             | 4                        |
| Preço                         | Mercado Consumidor            | 1         | Dimensão Económica | 1     | 3                 | 1                  | 2               | 3                | 1                       | 3                         | 4                             | 5                        |
| Preço                         | Manejo Adequado               | -1        | Dimensão Social    | 2     | 5                 | 4                  | 4               | 2                | 3                       | 1                         | 3                             | 5                        |
| Preço                         | Uso dos Resíduos              | 2         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Preço                         | Disponibilidade de Água       | -1        |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Preço                         | Satisfação dos Produtores     | 2         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Preço                         | Disseminação de Conhecimentos | 2         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Preço                         | Práticas Associativistas      | 1         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Custo de Produção             | Mercado Consumidor            | 1         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Custo de Produção             | Manejo Adequado               | 0         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Custo de Produção             | Uso dos Resíduos              | 1         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Custo de Produção             | Disponibilidade de Água       | 0         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Custo de Produção             | Satisfação dos Produtores     | 2         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Custo de Produção             | Disseminação de Conhecimentos | 2         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Custo de Produção             | Práticas Associativistas      | 1         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Mercado Consumidor            | Manejo Adequado               | -2        |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Mercado Consumidor            | Uso dos Resíduos              | 1         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Mercado Consumidor            | Disponibilidade de Água       | -2        |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Mercado Consumidor            | Satisfação dos Produtores     | 1         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Mercado Consumidor            | Disseminação de Conhecimentos | 1         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Mercado Consumidor            | Práticas Associativistas      | 1         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Manejo Adequado               | Uso dos Resíduos              | 3         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Manejo Adequado               | Disponibilidade de Água       | 0         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Manejo Adequado               | Satisfação dos Produtores     | 2         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Manejo Adequado               | Disseminação de Conhecimentos | 2         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Manejo Adequado               | Práticas Associativistas      | 2         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Uso dos Resíduos              | Disponibilidade de Água       | -2        |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Uso dos Resíduos              | Satisfação dos Produtores     | -2        |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Uso dos Resíduos              | Disseminação de Conhecimentos | -1        |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Uso dos Resíduos              | Práticas Associativistas      | -2        |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Disponibilidade de Água       | Satisfação dos Produtores     | 2         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Disponibilidade de Água       | Disseminação de Conhecimentos | 2         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Disponibilidade de Água       | Práticas Associativistas      | 2         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Satisfação dos Produtores     | Disseminação de Conhecimentos | 1         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Satisfação dos Produtores     | Práticas Associativistas      | -1        |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |
| Disseminação de Conhecimentos | Práticas Associativistas      | 0         |                    |       |                   |                    |                 |                  |                         |                           |                               |                          |

Fonte: Autores (2023)

Em seguida, foi gerado o ranking ordinal das Dimensões de Sustentabilidade mais importantes para o caso em tela, conforme mostra a Figura 9. A Dimensão Sustentabilidade é a mais importante, seguida da Económica e da Social.



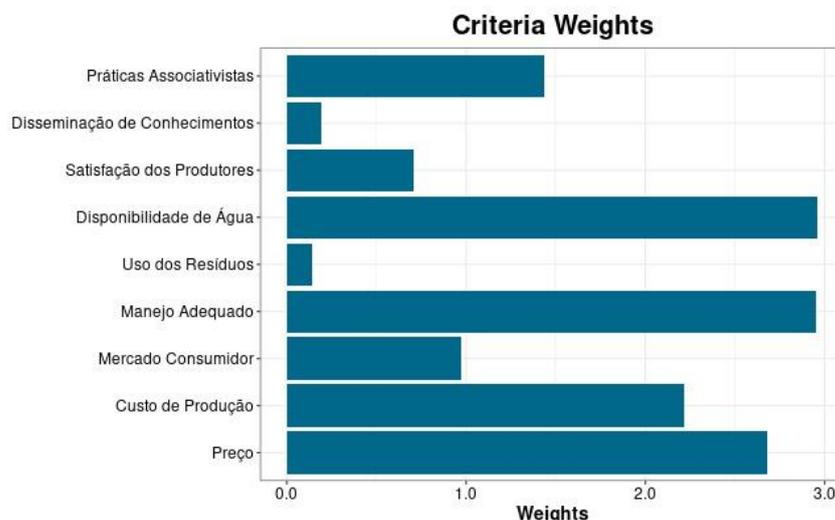
**Figura 9 – Ranking Ordinal da Dimensões de Sustentabilidade**



Fonte: Autores (2023)

Os pesos dos Indicadores de Sustentabilidade podem ser visualizados a partir da Figura 10. Dela, pode-se constatar que Disponibilidade de Água, Manejo Adequado e Preço são os três principais Indicadores para o APL em estudo. Por outro lado, o Indicador com menor importância é o Uso de Resíduos, seguido da Disseminação de conhecimentos.

**Figura 10 – Pesos dos Indicadores de Sustentabilidade**



Fonte: Autores (2023)



A Matriz de Desempenho Final pode ser visualizada através da Figura 11. Dela pode-se perceber que há diferença de performance entre as Dimensões de Sustentabilidade Ambiental e Econômica é de apenas 0,004 pontos, o que indica um equilíbrio entre essas dimensões. Este equilíbrio pode ser constatado quando, dos 3 indicadores mais importantes, 2 são da Dimensão Ambiental (Disponibilidade de água e Manejo adequado, com diferença de apenas 0,001 pontos, e um da Dimensão Econômica.

Importante pontuar que os três indicadores elencados como sendo os mais importantes fazem sentido para o caso em questão, uma vez que para ter água, recurso escasso no Cariri Paraibano, local deste estudo, é preciso ter investimento, o que impacta no Custo de Produção do produto e se reflete no Preço de venda, e, se não houver água, não há manejo adequado dos animais.

**Figura 11** – Matriz de Desempenho Final

| Alternatives       | Performance |  | Criteria                      | Weights |
|--------------------|-------------|--|-------------------------------|---------|
| Dimensão Ambiental | 0.186       |  | Preço                         | 2.68    |
| Dimensão Econômica | 0.182       |  | Custo de Produção             | 2.22    |
| Dimensão Social    | 0.076       |  | Mercado Consumidor            | 0.97    |
|                    |             |  | Manejo Adequado               | 2.95    |
|                    |             |  | Uso dos Resíduos              | 0.14    |
|                    |             |  | Disponibilidade de Água       | 2.96    |
|                    |             |  | Satisfação dos Produtores     | 0.71    |
|                    |             |  | Disseminação de Conhecimentos | 0.19    |
|                    |             |  | Práticas Associativistas      | 1.44    |

**Fonte:** Autores (2023)

## 5. Considerações Finais

A bovinocultura leiteira é uma atividade agrícola crucial que envolve a criação de gado bovino com foco na produção de leite. Nesse contexto, a tomada de decisão assertiva pode desempenhar um papel fundamental para os produtores leiteiros. Neste contexto, a decisão de ordenar os indicadores de sustentabilidade para o Arranjo Produtivo Local em estudo, pode afetar diretamente a produção e a qualidade do leite.



O ordenamento dos indicadores de sustentabilidade permite identificar áreas para melhoria e tomar decisões mais robustas, promovendo práticas que não apenas atendam às necessidades do presente, mas também protejam e preservem os recursos para o futuro do APL.

Vale salientar que a utilização da modelagem matemática para a tomada de decisão, a partir do Método Multicritério SAPEVO-M-NC, reduziu a subjetividade do que deve ser priorizado enquanto indicador, além de fazê-lo com um esforço cognitivo reduzido.

## 6. Referências bibliográficas

ABBOT, J.; GUIJT, I. Novas visões sobre mudança ambiental: abordagens participativas de monitoramento. Rio de Janeiro: ASPTA, 1999.

ARMANI, Domingos. Como elaborar projetos?: guia prático para elaboração e gestão de projetos sociais. Porto Alegre: Tomo Editorial, 2001.

BEAUDOUX, E. et al. De la intensificación a la evaluación. guía metodológica de apoyo a proyectos y acciones para el desarrollo. La Paz. Bolívia: Huellas, 1993. 197 p.

BOSSEL, Hartmut. Indicators for sustainable development: theory, method, applications. Canadá: Internacional Institute for Sustainable Development, 1999. 124p.

CARVALHO, José Ribamar Marques de et al. Proposta e validação de indicadores hidroambientais para bacias hidrográficas: estudo de caso na sub-bacia do alto curso do Rio Paraíba, PB. Sociedade & Natureza, v. 23, p. 295-310, 2011.

CINELLI, M. The Art of Supporting Decision-Making. Exchanges: The Interdisciplinary Research Journal, v. 4, n. 2, p. 298, 2017.

DINIZ, Bruno Pereira; PEREIRA, Daniel Augusto de Moura; NETO, João Cavalcanti; ARAÚJO, Guilherme Nascimento; ARAÚJO, Jordan Matheus Barbosa; SILVA, Rhuan do Espírito Santo e; ARAÚJO, Alexandre Chaves; JUNIOR, Enderson Luiz Pereira; GOMES, Carlos Francisco Simões; SANTOS, Marcos dos. Framework para Seleção de Método de Análise Multicritério em VBA (v.1) 2023.

GOMES CFS, SANTOS M dos, TEIXEIRA LFH de S de B, SANSEVERINO AM, BARCELOS MR dos S. SAPEVO-M: A Group Multicriteria ordinal ranking Method. Pesquisa Operacional [Internet]. 2020;40, DOI: 10.1590/0101-7438.2020.040.00226524.

GOMES LFAM, GOMES CFS. Princípios e métodos para a tomada de decisão: Enfoque multicritério. 6o. São Paulo: Atlas; 2019.

LIRA, W. S. Sistema de Gestão do Conhecimento para Indicadores de Sustentabilidade – SIGECIS: Proposta de uma metodologia. Campina Grande – PB. 2008. 178 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2008.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento  
23/11 | 100% online  
24/11 | e gratuito

MAÊDA SM DO N, COSTA IP DE A, SANTOS M DOS., GOMES CFS. Economic and edaphoclimatic evaluation of Brazilian regions for African mahogany planting - an approach using the SAPEVOM-NC ordinal method. The International Conference on Information Technology and Quantitative Management (ITQM), organizador. Chengdu: The International Conference on Information Technology and Quantitative Management (ITQM), Elsevier - Procedia Computer Science; 2021a.

MAEDA, S., BASILIO, M., COSTA, I., MOREIRA, M., dos SANTOS, M., E GOMES, C. F. (2021b). The SAPEVO-M-NC Method. ISBN 9781643682242.

MITCHELLI, T. M. Machine Learning. Boston, MA: WCB/McGraw-Hill. 1997.

MORAIS, M.L.P. Nutrição e manejo alimentar para bovinos leiteiros. Belo Horizonte: Emater, 2020. Disponível em: <<https://www.emater.mg.gov.br/download.do?id=53082>>. Acesso em: 14 out. 2023.

NETO, Alberto Chambela et al. Aplicação de novas tecnologias na bovinocultura leiteira. Revista Incaper, v. 9, p. 51-65, 2018.

SILVA, Natali Aragão da. Atividades de manejo na bovinocultura leiteira. Orientador: Lígia Maria Gomes Barreto, 2021. Zootecnia, Universidade Federal de Sergipe, Nossa Senhora da Glória. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/handle/riufs/14616>>. Acesso em: 14 out. 2023.

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

VAN BELLEN, H. M. Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa. 2ª. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2007. 256p.

VERONA, L. A. F. Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas de base familiar e em transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul. 2008. 320 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.