

## **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MANGOTES PARA O USO NA APLICAÇÃO DE DESCARGA DE CONCRETO BOMBEÁVEL POR MEIO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO ELECTRE I**

Everton Macarini, UNESC,

[everton.macarini@hotmail.com](mailto:everton.macarini@hotmail.com)

Miguelangelo Gianezini, UNESC,

[mgianezini@outlook.com](mailto:mgianezini@outlook.com)

Norton Ferreira Feil,

[norton.feil@gmail.com](mailto:norton.feil@gmail.com)

Leopoldo Pedro Guimarães Filho, UNESC,

[lpg@unesc.net](mailto:lpg@unesc.net)

### **RESUMO**

O setor da construção civil possui grande representatividade na economia mundial e o ambiente institucional tem se demonstrado cada vez mais competitivo. Neste espaço concorrencial, as empresas do setor buscam constantemente a otimização da cadeia de suprimentos a fim de se tornarem mais atrativas no mercado. No segmento específico das concreteiras, um dos insumos mais utilizados são os mangotes para a descarga do concreto, sendo que a compra e o consumo desse insumo correspondem a um percentual considerável dos custos das concreteiras, impactando diretamente nos resultados e na competitividade das mesmas. Utilizando-se do Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) Electre I, foi elaborada uma matriz das alternativas de mangotes disponíveis na região sul do estado de Santa Catarina, ponderando-as em relação aos critérios estabelecidos pelas concreteiras, com o objetivo de classifica-las em um ranking dentro dos possíveis cenários. Para ponderação das alternativas foram usados questionários as concreteiras, revendas e fabricantes. Aplicando o modelo matemático proposto pelo método Electre I, as alternativas foram então correlacionadas aos critérios, resultando na sobre classificação das alternativas e apontando assim, a melhor opção para cada critério. Desta forma, acredita-se o estudo em questão demonstra a utilidade deste método para as empresas deste segmento, auxiliando-as na tomada de decisão mais adequada para o insumo em questão. Observou-se que isso pode acarretar na otimização de todos os processos posteriores que se utilizam do mangote para operação, trazendo como resultado final aspectos valorosos como aumento da margem de lucro, aumento da eficiência do processo de descarga do concreto e redução do lead time.

**Palavras-chave:** Teoria da Decisão, Construção Civil, Insumos, Santa Catarina.

**Data de recebimento:** 24/12/2019

**Data do aceite de publicação:** 15/06/2020

**Data da publicação:** 30/06/2020

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MANGOTES PARA O USO NA APLICAÇÃO DE  
DESCARGA DE CONCRETO BOMBEÁVEL POR MEIO DO MÉTODO  
MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO ELECTRE I**

**COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN CONCRETE PUMPING  
HOSE THROUGH THE MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS  
ELECTRE I**

Everton Macarini, UNESC,  
[everton.macarini@hotmail.com](mailto:everton.macarini@hotmail.com)  
Miguelangelo Gianezini, UNESC,  
[mgianezini@outlook.com](mailto:mgianezini@outlook.com)  
Norton Ferreira Feil,  
[norton.feil@gmail.com](mailto:norton.feil@gmail.com)  
Leopoldo Pedro Guimarães Filho, UNESC,  
[lpg@unesc.net](mailto:lpg@unesc.net)

**ABSTRACT**

The construction sector has great relevance in the world economy and the institutional environment has been increasingly competitive. In this competitive scenario, companies are seeking to optimize the supply chain in order to become more attractive in the market. In the specific segment of the concrete, one of the most used inputs is the pumping hose for the discharge of the concrete, and the purchase and consumption of this input correspond to a considerable percentage of the costs of the concrete, directly impacting the results and their competitiveness. Using a Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) Electre I, a matrix of the alternatives of pumping hose available in the southern region of Santa Catarina State (Brazil) was elaborated, pondering them in relation to the criteria established by the concrete. In a ranking within the possible scenarios. For the consideration of the alternatives, questionnaires were used on concrete companies, manufacturers and retailers. Applying the mathematical model proposed by the Electre I method, the alternatives were then correlated to the criteria, resulting in the over classification of the alternatives and thus indicating, the best option for each criterion. Thus, it is believed that the study in question demonstrates the usefulness of this method for companies in this segment, helping them to make the most appropriate decision for the input in question. It was observed that this can lead to the optimization of all subsequent processes that use the operation hose, bringing as a final result valuable aspects such as increased profit margin, increased efficiency of the concrete discharge process and lead time reduction.

**Keywords:** Decision making Theory, MCDA, Construction Sector, Inputs, Santa Catarina.

**INTRODUÇÃO**

O avanço do processo de globalização tem tornado os mercados cada vez mais competitivos, onde as empresas são motivadas a atuar com produtos de qualidade e com preços adequados para garantirem seus resultados e benefícios. Decisões erradas na compra e escolha de matérias-primas, mão-de-obra, equipamentos, máquinas e processos afetam diretamente o desempenho das organizações, trazendo consequências, muitas vezes, irreversíveis.

No setor da construção civil não é diferente, pois os resultados desta atividade sempre tiveram grande representatividade na economia mundial. Com a alta demanda

# ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MANGOTES PARA O USO NA APLICAÇÃO DE DESCARGA DE CONCRETO BOMBEÁVEL POR MEIO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO ELECTRE I

de obras, diversos investidores foram atraídos a aplicarem seus recursos em empresas voltadas ao setor de construções, fazendo com o que o mesmo ficasse inflado e altamente competitivo, resultando em grande vulnerabilidade dessas empresas com as oscilações do mercado.

Um dos principais elementos, que literalmente alicerçam este setor, é o concreto, que desde a sua invenção, passou por inovações e aperfeiçoamento até se apresentar nas formas que são comercializadas atualmente. Isso fez com que toda a cadeia de suprimentos que envolvem a compra, transporte, descarga, processamento e utilização propriamente dita do material, abrangesse diversas variáveis que impactam diretamente nos resultados financeiros das construtoras.

Essa demanda do mercado por concreto criou um novo nicho (segmento) de mercado dentro do setor de construção civil, que são as empresas denominadas “concreteiras”. Estas empresas fabricam o concreto nas especificações das necessidades do cliente e entregam o material direto na obra, otimizando a complexa cadeia logística que o processo exige. O principal produto fabricado pelas concreteiras é o concreto bombeável, visto que a maioria das obras trabalham com esse concreto por uma série de características que melhor atendem as aplicações.

A descarga do concreto bombeável direto no ponto de uso na obra exige que seja utilizado um mangote no fim da linha de tubulação. A compra desses mangotes é um dos custos mais impactante nos resultados das concreteiras, sendo que o comércio de mangueiras traz diversos fabricantes e modelos de mangotes para essa finalidade. A operação com mangotes de baixa qualidade, apesar de apresentarem preços inferiores acarretam em repetitividade de compra e desperdício de produto devido ao rompimento prematuro. Modelos superdimensionados podem dificultar o manuseio por parte dos operadores devido ao peso maior do mangote por ser mais robusto, além do preço superior.

Assim, acredita-se que o impacto financeiro desse suprimento para as concreteiras, os diversos modelos e fabricantes disponibilizados no mercado e os aspectos técnicos, conferem relevância para a realização deste estudo – aplicado à uma região específica do território brasileiro, que é o extremo sul catarinense – que tem por objetivo avaliar as opções de mangotes encontradas no mercado em relação a critérios sugeridos pelas próprias concreteiras. Para esse fim foi utilizado o método francês de apoio multicritério de decisão, *Electre I*, o qual, por meio de um modelo matemático, propiciou uma classificação entre os mangotes analisados com dados fornecidos pelos fabricantes em catálogos, pesquisa de preços em revendas e de entrevistas com os próprios clientes (concreteiras), resultando na alternativa mais adequada para compra.

## 1 REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 Breves considerações sobre o concreto na construção civil

O desenvolvimento do conhecimento humano, no transcorrer dos séculos, permitiu o aperfeiçoamento de muitos materiais e insumos construtivos incluindo o concreto, como material estrutural. No princípio da sua descoberta utilizado como mero aglomerante, o concreto passou a ser o “maior produto” fabricado pelo homem nos dias atuais. Nesta segunda seção, foi utilizado como base o estudo de Geraldo Isaia (2011) por melhor sintetizar a condição do concreto na indústria da construção.

# ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MANGOTES PARA O USO NA APLICAÇÃO DE DESCARGA DE CONCRETO BOMBEÁVEL POR MEIO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO ELECTRE I

Com a descoberta do concreto armado e seu uso conjunto com o aço, ocorreram notórios avanços, proporcionados especialmente pelo aprimoramento da tecnologia em edificações e estruturas que essa descoberta alavancou (ISAIA, 2011).

Uma das principais causas do grande emprego do concreto é a sua constituição como material cerâmico, cuja matéria-prima existe em praticamente todos os lugares do planeta. As vantagens inerentes a esse material fazem-no o carro chefe da construção civil, adaptando-se a todos os locais e circunstâncias em vista de suas propriedades como versatilidade, durabilidade e desempenho, que proporcionam vida útil adequada às construções a um custo competitivo com outros materiais estruturais (ISAIA, 2011, p.1)

Pelo efeito da escala de seu uso, o concreto é considerado um dos materiais que mais se adaptam ao conceito de sustentabilidade, tão propagado e solicitado hoje na sociedade. Isso se deve ao fato de que uma proporção consideravelmente pequena desse material se transforma em valores muito expressivos na economia, sendo que o mesmo utiliza percentuais pequenos de matéria-prima, energia e gera poucos poluentes, além de utilizar em larga escala resíduos potencialmente poluidores.

## 1.1.1 Concreto Bombeável

A técnica de bombeamento do concreto como transporte do mesmo se dá por meio da aplicação de altas tensões de cisalhamento na saída da bomba, onde conforme a distância dos meios condutores (tubos e/ou mangotes) essa tensão decresce até atingir o equilíbrio com a pressão atmosférica na saída do condutor. O atrito com as paredes dos dutos e o cisalhamento interno do material afetam diretamente os níveis de tensão (ISAIA, 2011).

Para aplicação dessa técnica, é necessário que o concreto apresente características conforme descrito a seguir:

*Tensão de escoamento moderada:* para a maior distância bombeável possível, menor deve ser a tensão de escoamento. Sendo assim, o fluxo ocorrerá enquanto o nível de tensão de cisalhamento for maior que a de escoamento do concreto; *Comportamento reológico preferencialmente pseudoplástico:* esse comportamento deve ser analisado em condição de fluxo confinado, onde a viscosidade do concreto diminui com o aumento da taxa de cisalhamento, reduzindo a dissipação de energia no processo; *Coesão para evitar separação de fases:* a fim de se evitar bloqueios e entupimento da tubulação, o concreto deve ser homogêneo sem que a viscosidade seja muita baixa, uma vez que a densidade dos grãos é maior do que a fase líquida (ISAIA, 2011, p. 5).

A escolha do método de lançamento do concreto dependerá de alguns fatores, como: estrutura e características disponíveis no canteiro de obras, volume a ser concretado e cronograma da execução. Porém, independentemente do método escolhido, a norma ABNT NBR 7212:1984 estabelece um tempo máximo de 2,5 horas entre a adição de água e a conclusão do lançamento (ISAIA, 2011).

Ao fim desta seção, cabe mencionar os efeitos complementares, haja vista que por apresentar maior produtividade e agilidade da mão-de-obra, quando comparado aos demais, o sistema de bombeamento é o mais utilizado em obras de médio a grande porte.

# ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MANGOTES PARA O USO NA APLICAÇÃO DE DESCARGA DE CONCRETO BOMBEÁVEL POR MEIO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO ELECTRE I

## 1.2 Modelos de apoio multicritério à tomada de decisão

Segundo Almeida (2013), em uma situação onde ocorra a escolha entre alternativas direcionadas pelo desejo de se atender múltiplos objetivos, fica caracterizado um problema de decisão multicritério. As consequências das escolhas entre as alternativas estão diretamente associadas aos objetivos. Por meio da atribuição de variáveis, denominadas critérios, a esses objetivos, torna-se possível a avaliação de cada alternativa.

Foi na década de 1970 quando começaram a surgir os primeiros métodos do apoio ou auxílio multicritério a decisão, com a finalidade de enfrentar ocasiões exclusivas, nas quais um decisor, agindo com racionalidade, deveria solucionar problemas em que múltiplos objetivos deveriam ser obtidos de forma simultânea (GOMES, 2004).

O processo decisório pode abranger somente um decisor ou um conjunto de decisores. O desenvolvimento de modelos e a preferência de métodos, no contexto organizacional, estão inteiramente relacionados aos atores do processo decisório. Contudo, é importante ressaltar que o decisor (seja um indivíduo ou um conjunto de decisores) é encarregado pela tomada de decisão e possui poder sobre a mesma. Então, um atributo relevante associada ao decisor é o fato que ele será responsabilizado pelas consequências da decisão tomada, ou seja, se as decorrências não forem aceitáveis ou suficientes, a organização cobrará por isso. Assim, se há diversos decisores, todos serão responsabilizados pelas consequências da ação escolhida (ALMEIDA, 2013).

Os métodos multicritérios têm sido ampliados para apoiar e encaminhar os decisores no julgamento e preferência das alternativas-solução, em espaços desiguais. O espaço das variáveis de decisão, em particular, incide no conjunto de decisões factíveis e não factíveis para dado problema (GOMES, 2012).

Esses métodos fomentam-se de uma abordagem diferenciada dos problemas e passam a agir sob a forma de amparo a decisão, englobando não apenas um aspecto multidimensional dos problemas, mas ainda congregando uma cadeia de propriedades bem definidas em analogia a sua metodologia. Esses processos tem uma personalidade científica e, ao mesmo tempo, subjetiva, trazendo consigo a competência de acrescentar, de modo amplo, todas os atributos considerados relevantes, até mesmo as não quantitativas, com o desígnio de possibilitar a transparência e sistematização do método alusivo aos problemas de tomada de decisões (GOMES, 2004).

De maneira geral, problemas de decisão podem ser discretos, quando aborda um número finito de alternativas, ou contínuos, quando tal número é considerado infinitamente grande. O emprego desses métodos, tanto discretos como contínuos, é enormemente facilitada por *softwares* especializados. Analisando os métodos multicritério discretos, sobressaem-se a Utilidade Multiatributo (KEENEY E RAIFFA, 1976) e os métodos Electre (ROY E BOUYSSOU, 1993). Enquanto os métodos Electre são os mais respeitáveis da escola francesa, os dois primeiros são considerados os mais relevantes da escola americana do Apoio Multicritério a Decisão (AMD). Os métodos contínuos são também chamados como métodos de otimização multicritério ou métodos interativos, envolvendo fundamentalmente métodos de programação matemática com mais de uma função objetivo (GOMES, 2012).

A diferença entre o AMD e as metodologias tradicionais de avaliação é o grau de absorção dos valores do decisor nos modelos de avaliação. (GERSON E GRANDZOL, 1994). No AMD a estrutura de valores dos decisores é relacionada aos critérios existentes, e procura admitir que as alternativas sejam analisadas e, caso seja

# ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MANGOTES PARA O USO NA APLICAÇÃO DE DESCARGA DE CONCRETO BOMBEÁVEL POR MEIO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO ELECTRE I

admissível, priorizadas. O AMD parte do princípio que a subjetividade está impregnada nos processos de decisão. Isto admite a conclusão de que serão consideradas diferentes ponderações de valor nos múltiplos atores da decisão. Com isso, procuram-se arquitetar modelos que autentiquem a incubação de juízos de valor, juízos estes essencialmente subjetivos.

## 1.2.1 Conceito de Decisão

Para completo entendimento do que são e as respectivas aplicações dos métodos de apoio multicritério a decisão, é necessário conhecer o conceito deste termo. A palavra decisão é formada por *de* (que em latim significa parar, extrair, interromper) que se antepõe à palavra *caedere* (que significa cindir, cortar). Tomada ao pé da letra, a palavra decisão significa "parar de cortar" ou "deixar fluir" (GOMES, 2012).

Abramczuk (2009), diz que decisão é um processo de escolha e renúncia de forma simultânea, ou seja, quando se visa atingir um determinado propósito a partir da escolha de uma alternativa, são renunciadas todas as outras.

Sempre que existe um problema que possui mais de uma alternativa para solução, uma decisão precisa ser tomada. Até mesmo quando existe uma única ação a ser tomada, ainda assim, é necessário decidir tomar ou não está ação (GOMES, 2012).

Abramczuk (2009) classifica a decisão em dois tipos: sequencial e única. A decisão sequencial como próprio nome retrata, remete a existência de sucessivas ações em consequência de uma decisão tomada anteriormente em um cenário de maior incerteza, como exemplo pode ser citado o dimensionamento das metas dos vendedores para um determinado período, sendo estimado um valor no início do período de análise, e posteriormente com o desenvolvimento do trabalho os resultados esperados não foram atingidos, com isso, tem-se a alternativa de redimensionar os valores, substituir o quadro de vendedores, aumentar o *mix* de produtos, entre diversas alternativas, ou seja, devido uma decisão referente um valor como meta, será necessária uma nova decisão.

Enquanto a decisão única anula a necessidade de novas decisões posterior à primeira tomada, como por exemplo, a escolha de um projeto de instalação de uma nova fábrica, o problema da escolha do projeto foi solucionado mediante a decisão de uma única alternativa.

## 1.2.2 Definição de Alternativa

Para Abramczuk (2009), o termo “alternativa” é empregada para assinalar um dentre duas ou mais opções de ação que se apresentam como meios para consolidação de um fim, classificando-a em:

- *Genérica*: São ações que induzem a meios que já existem prontos e disponíveis para escolha, onde a mesma deverá ser empregada por inteiro e quando necessário e possível, ela deve ser adaptada para suprir a finalidade específica cuja consecução foi escolhida. Exemplos: Escolha de restaurantes, hotéis, automóveis e imóveis residenciais.
- *Específicas*: São ações cuja consecução não existe em meios prontos e disponíveis, mas que em certo sentido devem ser criados e, uma vez criados, atende unicamente ao propósito que motivou sua criação. Um exemplo de alternativa específica é a construção de uma usina hidrelétrica, pois todos os seus elementos componentes são especificados e combinados somente para ela.

# ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MANGOTES PARA O USO NA APLICAÇÃO DE DESCARGA DE CONCRETO BOMBEÁVEL POR MEIO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO ELECTRE I

## 1.2.3 Definição de Critério e Atributo

Para escolher algumas das alternativas do conjunto de escolha, entende-se que o decisor tem múltiplas linhas de avaliação. Essas linhas de avaliação são informações que direcionam a análise e necessitam ser constituídos com apoio na modelagem das decorrências, de maneira que retratem as dimensões significantes do problema. A partir de tais eixos, torna-se viável a comparação entre alternativas (GOMES 2004).

Caso a questão fosse adquirir um carro, por exemplo, dentre os diversos modelos que estão à venda, o decisor poderá analisar o conforto, a segurança, o tamanho, o preço, etc. Esses atributos, designados atributos, são propriedades ou capacidades das alternativas para atender as demandas e/ou anseios, embora em diferentes quantidades ou intensidades. Segundo Gomes (2004, p. 10):

Um critério é uma função que reflete as preferências do decisor quanto a um atributo, no sentido de que, como toda função, pode indicar, por um intermédio de conjunto de regras, se um par de alternativas pertence ao conjunto dos pares indiferentes ou não comparáveis, ou ao conjunto em que a primeira alternativa é preferível a segunda etc. Dessa maneira, pode-se interpretar o conceito de critério como uma função que, em relação a um atributo, faz corresponder o conjunto. Essa função deve ser tal que permita escrever o resultado da comparação entre duas alternativas  $x_1$  e  $x_2$ , segundo um atributo  $j$ , a partir da comparação de dois números reais  $u_j(x_1)$  e  $u_j(x_2)$ . A cada atributo  $j$  associa-se uma escala constituída por um conjunto ordenado de números reais possíveis de serem admitidos por essa função.

## 1.3 Métodos de sobreclassificação

Conforme Almeida (2013, p. 109):

Os métodos de sobreclassificação, cuja denominação em português ainda não tem uma visão uniforme, podem ser chamados também de métodos de superação, prevalência ou subordinação e síntese. A denominação em inglês, portanto, utilizada na literatura internacional é *outranking*. O próprio termo em inglês não traduz a ideia do método, cuja denominação vem da língua francesa: *surclassment*. Alguns pesquisadores da língua portuguesa entendem que os termos “superação” ou “prevalência” traduzem o significado original e a ideia dos métodos nessa linha.

Os métodos de sobreclassificação são uma das mais importantes escolas de métodos AMD. Esses métodos são fundamentados no confronto par a par entre as alternativas, averiguando uma associação de sobreclassificação que tem algumas propriedades que se diferem densamente dos métodos de agregação por meio de critério único de síntese (ALMEIDA, 2013).

Enquanto os métodos de agregação por meio de critério único de síntese são compensatórios, uma particularidade importante nesses métodos de sobreclassificação é que eles oferecem ponderações não compensatórias sendo que a avaliação intercritério poder ser concebida pelos pesos dos critérios, que admite a noção de grau de relevância.

Visto que não há uma equivalência de avaliações intracritérios para uma escala de avaliação global, em que cada alternativa comporta um *score* global, nos métodos de sobreclassificação não existe o problema de uso dessa noção para os pesos, como ocorre com os métodos de agregação por meio de critério único de síntese.

# ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MANGOTES PARA O USO NA APLICAÇÃO DE DESCARGA DE CONCRETO BOMBEÁVEL POR MEIO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO ELECTRE I

## 1.3.1 Método Electre

Foi desenvolvida, na Europa, a Escola Francesa de Apoio Multicritério a Decisão em contra-resposta aos métodos da escola americana (Método AHP e Teoria de Utilidade Multiatributo). Os métodos da escola francesa assumem um modelo mais flexível do problema, pois não pressupõem, obrigatoriamente, a relação entre as alternativas e não impõe ao decisor uma estrutura hierárquica dos critérios existentes (GOMES, 2004).

Os primeiros métodos da Escola Francesa de Apoio Multicritério à Decisão foram os da família Electre (*Elimination Et Choix Traduisant la Réalité*), o Electre I, proposto por Roy em 1968 e, em seguida, o Electre II, proposto por Roy e Berier em 1973. Tais métodos definem uma série de processos sobre as alternativas consideradas, as quais pertencem ao conjunto de possíveis soluções do problema de decisão analisado (GOMES 2004, p. 93).

Uma das mais importantes características inseridas pelos métodos do conjunto Electre foi um novo conceito de modelagem de prioridade que visa ser uma reprodução mais legitimista do que a empregada na teoria da decisão. Apesar de raramente ser mostrada na prática, a modelagem de preferências cumpre papel primordial nos aspectos da pesquisa operacional, nos cálculos econômicos e na teoria da decisão. Comumente, porém, o modelo de preferências atribuído ao decisor pode não absorver inteiramente a sua posição em comparação a duas alternativas.

Possuindo um agente de decisão que anuncia sua precedência em relação a duas ações potenciais, facilmente percebe-se que, embora o agente tenha conhecimento das consequências dessas ações, não essencialmente pode-se garantir que suas informações sejam concisas e completas. A teoria de decisão clássica provê basicamente duas situações de preferências, as quais podem ser chamadas de Indiferença ( $\sim$ ) e de Preferência Estrita (P), sendo essas relações supostamente ditas transitivas. Em outras palavras, a teoria clássica da decisão é fundamentada no que é denominado de *axioma da comparabilidade completa e transitiva* entre alternativas (GOMES, 2012).

### 1.3.1.1 Conceitos Básicos

Seja A um conjunto de ações e  $g_i(a)$  a avaliação de qualquer uma dessas ações segundo um critério  $i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ). Aplicando a relação de sobreclassificação aos elementos do conjunto A, pode-se determinar que uma alternativa “a” sobreclassifica uma alternativa “b”, ou  $aSb$ , se a alternativa “a” é pelo menos tão boa quanto a alternativa “b”. Essa relação de sobreclassificação, que não é necessariamente transitiva, surge como uma possível generalização do conceito de dominância. Sendo dois conceitos básicos utilizados para a construção da relação de sobreclassificação: concordância e discordância (ALMEIDA, 2013).

A discordância está relacionada ao fato de que inexistem critérios em que a magnitude da preferência de “b” em comparação à alternativa “a” ultrapasse um limite inaceitável. Enquanto a concordância está pautada ao fato de que um subconjunto expressivo dos critérios avalia que a alternativa “a” é (fracamente) preferível à alternativa “b” (ALMEIDA, 2013).

Assim sendo, foi desenvolvido o *Sistema Fundamental de Relações de Preferências* (SRFP), conforme apresentado no Quadro 1 a seguir:

**Quadro 1** - Sistema Fundamental de Relações de Preferências (SRFP)



**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MANGOTES PARA O USO NA APLICAÇÃO DE  
DESCARGA DE CONCRETO BOMBEÁVEL POR MEIO DO MÉTODO  
MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO ELECTRE I**

SITUAÇÕES FUNDAMENTAIS QUANDO SE COMPARA DUAS ALTERNATIVAS		
Situação	Definição	Relação Binária
Indiferença	Existem razões claras e positivas que justificam a equivalência entre duas alternativas.	I: Simétrica (reflexiva)
Preferência Estrita	Existem razões claras e positivas que justificam uma preferência significativa a favor de uma (bem definida) das duas alternativas.	P: Assimétrica (irreflexiva)
Preferência Fraca	Existem razões claras e positivas que não implicam uma preferência estrita a favor de uma (bem definida) das duas alternativas. No entanto, essas razões são insuficientes para que seja assumida uma preferência estrita a favor da outra ou uma indiferença entre as alternativas.	Q: Assimétrica (irreflexiva)
Incomparabilidade	Não existem razões claras e positivas que justifiquem uma das três razões situações acima.	R: Simétrica (irreflexiva)

**Fonte:** Adaptado de Almeida (2013).

### 1.3.2 Método Electre I

Conforme Gomes (2012), o método Electre I, o primeiro de uma família de métodos que o utilizam o pensamento de sobreclassificação, visa solucionar o que é conhecido de problemática  $\alpha$  ( $Pa$  – Elucidar a decisão por meio da escolha de um subconjunto, tão limitado quanto possível, abrangendo as ações que foram analisadas como melhores). Para alcançar esse objetivo, a exploração das relações de sobreclassificação deve ser dirigida de tal modo que seja adquirido um subconjunto  $K$  de alternativas possíveis, também denominado de mínimo subconjunto dominante, por possuir as seguintes características:

- a) Uma alternativa pertencente ao subconjunto  $K$  não é sobreclassificada por nenhuma alternativa também pertencente a  $K$ ;
- b) Para toda alternativa não pertencente ao subconjunto  $K$ , existe uma alternativa pertencente a  $K$ , que a sobreclassifica.

Esse método foi fundamentado para a problemática de escolha, para a qual a escolha da melhor alternativa é um caso particular. Nessa problemática, a ideia principal é restringir o tamanho do conjunto das alternativas  $A$ , para um subconjunto de  $A$  com o menor número possível de alternativas (ALMEIDA, 2013).

Na primeira fase desse método se constitui a constituição das relações de sobreclassificação, tendo como efeito uma matriz com a relação par a par entre as alternativas (ALMEIDA, 2013).

Na segunda fase, tem-se a análise das relações de sobreclassificação. Aplica-se uma metodologia para selecionar o *kernel* ou subconjunto que designe a solução para o problema nessa problemática de escolha. O *kernel* resume-se no subconjunto e alternativas de  $A$  que não é sobreclassificado por nenhuma alternativa do *kernel* (ALMEIDA, 2013).

A primeira fase, com a constituição da relação de sobreclassificação, leva as propriedades que conduzem a aceitar a relação  $aSb$ , que podem ser apontadas por meio de dois índices (ALMEIDA, 2013):

- $C(a,b)$ : Índice de Concordância com a afirmativa  $aSb$ .
- $D(a,b)$ : Índice de Discordância com a afirmativa  $aSb$ .

Pode-se notar que os índices acima estabelecem limites para a validação ou não da hipótese  $aSb$ . O índice de concordância é dado pela equação (1):

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MANGOTES PARA O USO NA APLICAÇÃO DE  
DESCARGA DE CONCRETO BOMBEÁVEL POR MEIO DO MÉTODO  
MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO ELECTRE I**

$$C(a, b) = \sum_{i: g_i(a) \geq g_i(b)} p_i$$

sendo,

$$\sum_i p_i = 1$$

Esse índice satisfaz a somatória dos pesos de todos os critérios  $i$  para os quais a alternativa “a” tenha vantagem sobre “b”, ou seja,  $g_i(a) \geq g_i(b)$ . Isto mostra que  $aSb$ , se “a” tiver a maioria dos pesos dos critérios a seu benefício. Esse índice será um valor entre 0 e 1 (ALMEIDA, 2013).

O valor da discordância da proposição  $aSb$ ,  $D(a,b)$ , também será um valor entre 0 e 1. Há formas diferentes de se determinar esse indicador. A seguir é apresentada por meio da equação (2) uma das formas:

$$D(a, b) = \max \left[ \frac{g_i(b) - g_i(a)}{escala_i} \right], \forall i \mid g_i(b) > g_i(a)$$

Onde,

$$escala_i = \max[g_i(c) - g_i(d)], \forall i, c, d$$

$D(a,b)$  é o máximo intervalo entre valores de  $g(b)$  e  $g(a)$  para todos os critérios em que  $g(b) > g(a)$ , dividida pelo intervalo da escala do critério analisado (que será igual a 1, quando se usa a escala de 0 a 1). Esse índice considera a desvantagem da alternativa “a” em relação à alternativa “b”, para os critérios em favor de “b”, que são em menor quantidade. Se esse valor estiver superior a certo limiar haverá discordância de que  $aSb$ . Isso denota um possível veto à concordância de que  $aSb$ , já dada por  $C(a,b)$ . A motivação para essa condição vem da visão de dar voz às minorias (critérios em favor de “b”), caso a vantagem de “b” seja superior de certo valor aceitável para qualquer desses critérios. Outra forma de se obter o índice de discordância é apresentada pela equação (3) (ALMEIDA, 2013):

$$D(a, b) = \max \left[ \frac{p_i [g_i(b) - g_i(a)]}{p_i escala_i} \right]$$

Esses dois índices, nessa maneira, não possuem aplicabilidade para o caso em que as ponderações das alternativas sejam qualitativas (ou com escala ordinal). Nesse cenário, utiliza-se um conjunto de discordância  $D_i$  para cada critério  $i$ . Esse conjunto satisfaz a pares ordenados  $(x_i, y_i)$ , tais que, quando  $g_i(a) = x_i$  e  $(b) = y_i$ , então recusa-se a relação  $aSb$ . Como exemplo supõem-se a escala verbal: MB = muito bom, B = bom, R = regular, F = Fraco, D = Deficiente. Se um dos elementos de  $D_i$  para o critério  $i$  for (MB, R),  $aSb$  não será aceita, caso  $g_i(a) = R$  e  $g_i(b) = MB$  (ALMEIDA, 2013).

Deve-se agora definir um limiar de concordância  $c$  e um limiar de discordância  $d$ , o que permitirá estabelecer a relação de sobreclassificação da seguinte forma (ALMEIDA, 2013):

$$aSb \text{ se e somente se } \begin{cases} C(a, b) \geq c \\ D(a, b) \leq d \end{cases}$$

## ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MANGOTES PARA O USO NA APLICAÇÃO DE DESCARGA DE CONCRETO BOMBEÁVEL POR MEIO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO ELECTRE I

No caso de ocorrer  $aS_b$  e  $bS_a$ , obtém-se um circuito e neste caso há uma igualdade, considerando-se como indiferença (ALMEIDA, 2013).

Na segunda fase, aplica-se a análise de sensibilidade, que nada mais é do que a análise da robustez das respostas frente as alterações nos parâmetros. Esta análise consiste, usualmente, em mudar os valores dos índices de concordância e discordância e observar o que ocorre no resultado final. É uma fase importante na aplicação de qualquer modelo, contribuindo para superar a falta de precisão na determinação dos valores dos parâmetros, gerar conhecimento sobre o problema e, finalmente, aumentar a confiança nos resultados obtidos (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001).

A primeira parte para realização da análise de sensibilidade é a formação da matriz superação que é feita pelo algoritmo:

$$\text{Se } C_{i,j} > C \text{ e } D_{i,j} < D \text{ então } S_{i,j} = 1$$

$$\text{Se não } S_{i,j} = 0$$

Posteriormente é feita a construção da tabela dominância conforme modelo Quadro 2, onde inicialmente se definem duas listas com as dominâncias, primeiro uma com as comparações por linha das alternativas, de duas em duas, e logo outra com as comparações por coluna, se cumprem os testes de dominância. Segundo Se determina a lista de preferências das alternativas, ordenando-as segundo o maior número de dominâncias por linha e o menor número de dominâncias por coluna. Assim, em primeiro lugar fica aquela que domina as demais e nenhuma a domina (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001).

**Quadro 2** – Tabela Dominância

	Dominância por Linha (L)	Dominância por Coluna (K)	L - K	Preferência
Alt 1				
Alt 2				
Alt 3				
Alt 4				
Alt 5				

**Fonte:** Adaptado de (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o emprego do método de apoio multicritério de decisão Electre I na resolução da problemática é necessário que as alternativas possuam uma “pontuação” em relação aos critérios desejados, essa ponderação foi realizada por meio de aplicação de dois questionários, onde posterior a coleta dos dados foi aplicado o modelo matemático para eleger a melhor a alternativa.

# ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MANGOTES PARA O USO NA APLICAÇÃO DE DESCARGA DE CONCRETO BOMBEÁVEL POR MEIO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO ELECTRE I

O território englobado pelo estudo foi delimitado pela região do extremo sul catarinense. Foram feitos contato com 45 empresas diferentes, entre concreteiras, revendas de mangueiras e fabricantes de mangotes.

A população da pesquisa englobou engenheiros, técnicos, compradores e operadores das empresas relacionadas, no qual a amostragem foi coletada de forma aleatória.

A coleta dos dados ocorreu por meio da aplicação de questionários, sendo eles em sua maioria aplicados de forma presencial entre entrevistado e entrevistador, e em alguns casos em que houve a impossibilidade dessa forma, os dados foram coletados por e-mail e por telefone.

## 2.1 Consideração das alternativas

Foram objetos do estudo 11 modelos de mangotes de 7 fabricantes diferentes, nos quais foram encontrados nas concreteiras da região delimitada. A fim de preservar os fabricantes, o estudo apresentará os modelos de mangotes como “*Alternativa 1, Alternativa 2... Alternativa n*” não revelando a origem dos mesmos.

## 2.2 Consideração dos critérios

Os critérios que foram considerados para análise dos mangotes foram propostos pelas próprias concreteiras, que são o mercado consumidor desse material, chegando a consideração de que as análises de 10 critérios seriam relevantes para o estudo, sendo eles:

### 2.2.1 Critérios Quantitativos

- C1: Vida útil ( $m^3$ ) - a função-objetivo deve ser maximizada (quanto maior melhor);
- C2: Raio de curvatura (mm) - a função-objetivo deve ser minimizada (quanto menor melhor);
- C3: Densidade linear (Kg/m) - a função-objetivo deve ser minimizada (quanto menor melhor);
- C4: Faixa de pressão (Bar) - a função-objetivo deve ser minimizada (quanto menor melhor).
- C5: Pressão Mínima de Ruptura (Bar) - a função-objetivo deve ser maximizada (quanto maior melhor);
- C6: Preço unitário (R\$): a função-objetivo deve ser minimizada (quanto menor melhor);

Para a ponderação dos critérios de ordem quantitativa, foram coletados os dados nos catálogos técnicos dos fabricantes e consultado as revendas dos mangotes.

### 2.2.2 Critérios Qualitativos

- C7: Relacionamento com o fornecedor: a função-objetivo deve ser maximizada (quanto maior melhor);
- C8: Atendimento: a função-objetivo deve ser maximizada (quanto maior melhor);
- C9: Assistência técnica: a função-objetivo deve ser maximizada (quanto maior melhor);

## ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MANGOTES PARA O USO NA APLICAÇÃO DE DESCARGA DE CONCRETO BOMBEÁVEL POR MEIO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO ELECTRE I

- C10: Disponibilidade de material: a função-objetivo deve ser maximizada (quanto maior melhor).

Para análise dos dados qualitativos foi aplicado o questionário com perguntas fechadas. Sendo que a ponderação das alternativas nesses critérios se deu por meio da média aritmética obtida pelas respostas dos entrevistados em relação ao Quadro 3 a seguir:

**Quadro 3** – Relação de pontuação por resposta

OPÇÃO	PONTUAÇÃO
ÓTIMO	10
BOM	7,5
REGULAR	5
RUIM	2,5
PÉSSIMO	1

**Fonte:** Elaboração própria

### 2.2.3 Relevância dos Critérios

Para que o modelo matemático proposto pelo Electre I possa ser aplicado, é necessário que seja atribuído “pesos” aos critérios, no qual aqueles que apresentam valores maiores de pesos, possuem maior relevância na escolha da alternativa. Para consideração desses pesos, foi efetuada pesquisa com as concreteiras, obtendo-se a relação conforme Quadro 4 a seguir:

**Quadro 4** – Relação de Pesos por Critérios

CRITÉRIO	PESO
VIDA ÚTIL	20
PREÇO	18
ATENDIMENTO DO FORNECEDOR	16
ASSISTÊNCIA TÉCNICA	14
PRESSÃO MIN. DE RUPTURA	12
DENSIDADE LINEAR	10
PRESSÃO DE TRABALHO	8
DISPONIBILIDADE DE ESTOQUE	6
RAIO MIN. DE CURVATURA	4
RELACIONAMENTO COM FORNECEDOR	2

**Fonte:** Elaboração própria.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Relações alternativas x Critérios

Por meio dos dados coletados na pesquisa, o Quadro 5, apresenta a ponderação das alternativas em relação aos critérios.

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MANGOTES PARA O USO NA APLICAÇÃO DE  
DESCARGA DE CONCRETO BOMBEÁVEL POR MEIO DO MÉTODO  
MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO ELECTRE I**

**Quadro 5 – Ponderação Alternativas X Critérios**

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Σ
<b>PESOS</b>	20	4	10	8	12	18	2	16	14	6	110
<b>A1</b>	2800	400	4,39	40	100	1000	7,5	7,5	5	2,5	
<b>A2</b>	4600	380	4,54	85	170	1750	5	5	7,5	10	
<b>A3</b>	5000	1016	9,376	85	200	2200	10	7,5	10	5	
<b>A4</b>	3000	762	3,381	40	120	1230	10	10	7,5	2,5	
<b>A5</b>	4000	360	4,69	85	170	1350	5	7,5	10	5	
<b>A6</b>	4400	400	3,16	85	165	1680	5	5	1	7,5	
<b>A7</b>	4700	450	4,9	85	170	2000	5	2,5	5	10	
<b>A8</b>	4200	700	3,985	70	140	1400	7,5	7,5	2,5	10	
<b>A9</b>	4700	375	4,5	85	170	1900	10	5	7,5	7,5	
<b>A10</b>	4800	830	7,55	90	170	2050	7,5	10	5	1	
<b>A11</b>	3000	830	6,45	50	110	1200	7,5	7,5	10	5	
<b>Σ</b>	45200	6503	56,92	800	1685	17760	80	75	71	66	

Fonte: Elaboração própria.

É possível observar por intermédio dos dados coletados que os critérios C1 (Vida Útil), C6 (Preço) e C8 (Atendimento), juntos somam 49% dos pesos de relevância dos critérios, isso demonstra que as alternativas que possuem melhores avaliações nesses critérios tenderão a estar entre as melhores alternativas para escolha.

Considerando os critérios de ordem quantitativa (C1 a C7) é possível observar que possuem os maiores valores de relevância, somando juntos 72 pontos dos 110 totais. Visto que os critérios de ordem quantitativa são diretamente relacionados a constituição técnica do mangote, dependendo fortemente da qualidade do material empregado, é possível deduzir que os clientes ainda visam a qualidade do insumo aos demais critérios.

### 3.2 Índices de concordância

Por meio da Equação (1) e dos dados apresentados no Quadro 5, obteve-se os índices de concordância conforme Quadro 6 a seguir:

**Quadro 6 – Índices de Concordância**

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	Σ
A1		0,4182	0,4364	0,3273	0,4182	0,4909	0,5818	0,4909	0,4000	0,4909	0,4545	4,5091
A2	0,5818		0,4182	0,5818	0,5273	0,7455	0,8182	0,5818	0,6727	0,5818	0,5455	5,4727
A3	0,7091	0,6545		0,5636	0,7091	0,6545	0,6545	0,6545	0,6545	0,4909	0,7091	5,7455
A4	0,9091	0,3273	1,2364		0,2000	0,4182	0,3273	0,3273	0,3273	0,3455	0,6182	4,1273
A5	0,7273	0,6727	0,6909	0,5818		0,6727	0,7636	0,6545	0,6545	0,5818	0,8182	6,0909
A6	0,5455	0,4909	0,4182	0,5455	0,4182		0,5273	0,4909	0,5273	0,3455	0,5455	4,3091
A7	0,5455	0,4364	0,4182	0,4545	0,4364	0,5636		0,5818	0,4182	0,5818	0,5455	4,4364
A8	0,6727	0,4727	0,4909	0,4545	0,4909	0,5091	0,4727		0,4545	0,3636	0,7091	4,4182
A9	0,6000	0,7818	0,4364	0,6000	0,5273	0,7455	0,9455	0,5455		0,6000	0,5636	5,7455
A10	0,6545	0,5273	0,5091	0,5091	0,5273	0,6545	0,6545	0,6545	0,5091		1,2727	5,8182

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MANGOTES PARA O USO NA APLICAÇÃO DE  
DESCARGA DE CONCRETO BOMBEÁVEL POR MEIO DO MÉTODO  
MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO ELECTRE I**

A11	0,7091	0,4545	0,6182	0,6000	0,5091	0,4545	0,4545	0,4545	0,4364	0,4909		4,4727
											Σ	55,1455

**Fonte:** Elaboração própria.

Quanto maior o índice de concordância, mais vezes a alternativa se sobrepôs as demais, com isso é possível observar que as alternativas A5, A10, A3 e A9 apresentaram os melhores resultados. Enquanto as alternativas A4, A6 e A8 possuíram os piores índices, o que indica que poucas vezes essas alternativas sobreclassificaram as outras.

### 3.3 Índices de discordância

Aplicando a Equação (3) com os dados apresentados no Quadro 5, obteve-se os índices de discordância segundo Quadro 7 a seguir:

**Quadro 7 – Índices de Discordância**

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	Σ
A1		0,8333	0,5164	0,2582	0,5164	0,5556	0,8333	0,8333	0,5556	0,4583	0,5164	5,8770
A2	0,3097		0,4583	0,4889	0,2582	0,1778	0,0162	0,2444	0,4583	0,4889	0,2582	2,8493
A3	0,6947	0,7172		0,7723	0,7398	0,8008	0,6383	0,6945	0,7228	0,2444	0,4129	5,7431
A4	0,4082	0,8333	0,4125		0,4533	0,5556	0,8333	0,8333	0,5556	0,4583	0,2778	5,2131
A5	0,2292	0,5556	0,4583	0,4583		0,2778	0,5556	0,5556	0,4583	0,2444	0,2292	3,7931
A6	0,4131	0,6714	0,9296	0,6714	0,9296		0,4131	0,2778	0,6714	0,4889	0,9296	5,9826
A7	0,4889	0,2582	0,5164	0,7333	0,5164	0,2444		0,4889	0,4583	0,7333	0,5164	4,4658
A8	0,3383	0,5164	0,7746	0,5164	0,7746	0,3383	0,2819		0,5164	0,2582	0,7746	4,7517
A9	0,3716	0,2778	0,2582	0,4889	0,2582	0,1726	0,2778	0,2778		0,4889	0,2890	2,7892
A10	0,4849	1,0000	0,5164	0,5371	0,5300	0,7222	1,0000	1,0000	0,7222		0,5164	6,5444
A11	0,4849	0,5556	0,3917	0,3954	0,5300	0,4849	0,5556	0,5556	0,5131	0,3667		4,3484
											Σ	52,3577

**Fonte:** Elaboração própria.

O valor desse índice aponta que haverá uma discordância na proposição aSb caso este valor fique acima de determinado limite. No quadro 6 é possível identificar que as alternativas A10, A6 e A1 apresentaram os melhores resultados.

### 3.4 Análise de sensibilidade

Aplicando o algoritmo citado no item 4.1.2 e as diretrizes do Quadro, chegou-se aos seguintes resultados:

**Quadro 8 – Análise de Sensibilidade**

C	D	POS 1	POS 2	POS 3
0,51	0,48	Alt 2	Alt 5 e Alt 9	Alt 4
0,581818	0,258216	Alt 2 e Alt 5	Alt 9	Alt 3, Alt 4 e Alt 8
0,654545	0,453329	Alt 5 e Alt 9	Alt 4	Alt 2 e Alt 8
0,763636	0,371622	Alt 9	Alt 5	Alt 1, Alt 2, Alt3, Alt4, Alt 6, Alt 8 e Alt 10

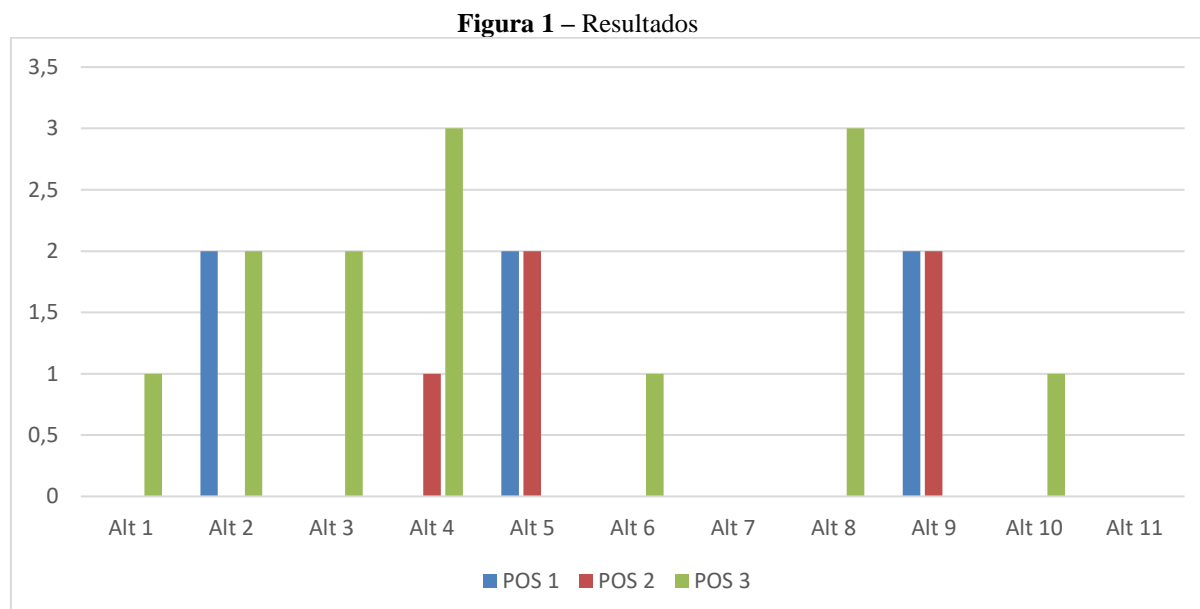
**Fonte:** Elaboração própria.

## ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MANGOTES PARA O USO NA APLICAÇÃO DE DESCARGA DE CONCRETO BOMBEÁVEL POR MEIO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO ELECTRE I

Foram realizados os testes com diversos valores diferentes para os índices de concordância e discordância com a finalidade de constatar a alternativa que mais vezes se sobrepõe as demais com os diferentes valores dos parâmetros. Contudo, somente os 4 valores abordados trouxeram resultados conclusivos para o estudo, visto que os demais testes apresentaram muitas alternativas empatadas nas mesmas posições, impossibilitando a interpretação das respostas. Isso se deve ao fato de que quando se passa a extrapolar os valores dos índices todas as alternativas passam a estar dentro da mesma “faixa”, contudo, quando se altera de maneira muito pequena os índices, os resultados não apresentam diferenças.

### 3.5 Resultados finais

A partir dos testes realizados para a análise da sensibilidade foi possível avaliar as alternativas que estavam presente como melhores opções com os diferentes parâmetros de concordância e discordância, como pode ser observado no gráfico 1 a seguir:



**Fonte:** Elaboração própria.

Assim sendo, é possível observar que as alternativas 5 e 9, de 4 testes ficaram duas vezes como melhor alternativa e duas vezes como segunda melhor alternativa, destacando-se entre as demais. Com isso, é possível inferir que diante todas as alternativas em relação aos critérios analisados no estudo as alternativas 5 e 9 foram as que apresentaram melhores resultados e que, segundo o estudo, trariam as concreteiras melhores resultados com a compra desse insumo, melhorando aspectos como perda de concreto provocado pelo rompimento do mangote, repetitividade de compra do material e manuseio dos operadores.

Por outro lado, as alternativas 7 e 11, em nenhum momento estiveram entre as 3 melhores alternativas nos quatro testes efetuados, o que representa que as mesmas são opções ruins para satisfazer as necessidades relacionadas pelas concreteiras.



# ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MANGOTES PARA O USO NA APLICAÇÃO DE DESCARGA DE CONCRETO BOMBEÁVEL POR MEIO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO ELECTRE I

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta seção conclusiva reitera-se que a Teoria da Decisão apresenta diversas ferramentas para análise de problemas complexos de tomada de decisão. E essas ferramentas vão se tornando mais importantes à medida em que o ambiente institucional se torna cada vez mais competitivo.

Diariamente, líderes, gerentes, compradores, engenheiros e profissionais precisam lidar com os desafios de tomar decisões cruciais. Este quadro remete à um cotidiano no qual as informações transitam de forma muito rápida e dinâmica, não existindo margem para erros e, portanto, não admitindo que decisões sejam tomadas por meros acasos ou intuição do decisor.

A análise técnica de informações quantitativas e qualitativas aliadas as ferramentas de apoio a decisão (em atributos dados ou construídos) apresentam uma solução que minimiza a margem de erro na escolha de uma alternativa frente a uma problemática de decisão.

Com o desenvolvimento do presente estudo, foi possível observar a existência de alternativas que vão ao encontro da demanda das concreteiras com mangotes para a descarga do concreto bombeável. Esse segmento é caracterizado pela alta competitividade visto o grande número de empresas atuantes. A partir do momento que essas concreteiras conseguem optar pelo melhor insumo para a determinada aplicação, isso torna-se um diferencial competitivo, trazendo resultados em toda a cadeia produtiva. Seria humanamente impossível o decisor avaliar de maneira empírica todos os fatores levantados no estudo e tomar a decisão da compra do mangote de forma adequada. Ou ainda, tomar a decisão levando em consideração unicamente um ou outro critério, como preço, por exemplo. Neste contexto, a chance de a alternativa escolhida não ser a melhor para a situação é de grande probabilidade.

Por fim, considerando a possibilidade de ampliação de estudos desta natureza, entende-se que as empresas deveriam implantar (em seus diversos níveis hierárquicos) ferramentas de apoio à decisão como meio de garantir a eficiência nas decisões tomadas por seus colaboradores, minimizando erros no processo produtivo.

## Agradecimentos:

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Chamada MCTIC/CNPqNº 28/2018 - Universal/Faixa A Processo - 438932/2018-8, ao Núcleo de Estudos em Engenharia de Produção (NEEP) do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Produtivos (PPGSP) e ao Grupo de pesquisa em Estratégia, Competitividade e Desenvolvimento (GECOMD) do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Socioeconômico da UNESC.

## REFERÊNCIAS

ABRAMCZUK, A. A. A prática da tomada de decisão. 1. ed São Paulo: Atlas, 2009. 151 p.

ALMEIDA, A. T. de. Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério. São Paulo: Atlas, 2013. 231 p.

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MANGOTES PARA O USO NA APLICAÇÃO DE  
DESCARGA DE CONCRETO BOMBEÁVEL POR MEIO DO MÉTODO  
MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO ELECTRE I**

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER NETO, G.; NORONHA, S. M. Apoio à decisão: metodologia para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas. Florianópolis: Insular, 2001. 295 p.

GERSHON, M.; GRANDZOL, J.. Multiple Criteria Decision Making, Quality Progress, pp. 69-73. January, 1994.

GOMES, L. F. A. M. Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério. 4. ed., rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2012. 331 p.

GOMES, L. F. A. M. Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão. São Paulo: Thomson, 2004. 168 p.

KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. Decision making with multiple objectives preferences and value tradeoffs. New York: Wiley, 1976.

ISAIA, G. C. Concreto: ciência e tecnologia. 2. ed. São Paulo: Ibracon, 2011.

ROY, B.; BOUYSSOU, D. Aide multicritère à la décision: méthodes et cas. Paris: Economica, 1993. p. 695.