

# ESTRUTURAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO MULTICRITERIAL PARA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

*“Artigo a ser submetido ao periódico Gestão e Produção”*

STEFÂNIA CHARCOV PEREIRA (UFRGS) stefaniacpereira@gmail.com

JOANA SIQUEIRA DE SOUZA (UFRGS) joanasiqueiradesouza@gmail.com

**Resumo:** Em um cenário de alta competitividade e redução de investimentos, torna-se essencial a realização de análises consistentes para a tomada de decisão. Para tanto, é necessário que o processo decisório seja abrangente de forma a considerar aspectos qualitativos e quantitativos que influenciam as decisões. Este trabalho, portanto, propõe uma metodologia de desenvolvimento de uma ferramenta multicritério para priorização de obras no setor de construção civil. Baseando-se nos métodos *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e *Multiattribute Utility Theory* (MAUT), desenvolveu-se uma ferramenta de apoio à tomada de decisão, contendo seis critérios e quinze subcritérios. Para estes, foram definidas as suas importâncias e foram elaboradas escalas de pontuação que garantissem menor subjetividade à priorização de obras, garantindo a relevância da ferramenta no processo decisório. Dessa forma, a tomada de decisão teve seus critérios esclarecidos, de acordo com o contexto econômico-financeiro da empresa, e teve redução na sua subjetividade.

**Palavras chave:** Tomada de decisão. Análise multicritério. *Analytic Hierarchy Process*. Construção civil.

**Abstract:** *In a market that presents not only competitiveness, as well as reduction of investments, it is essential that companies support decisions with consistent analysis. In order to do so, the decision-making process must be comprehensive of qualitative and quantitative aspects that influence decisions. This paper proposes a methodology for the development of a multicriteria tool to prioritize projects in the construction sector. Based on the Analytic Hierarchy Process (AHP) and Multiattribute Utility Theory (MAUT) methods, the tool was developed, containing six criteria and fifteen subcriteria, which had their importance determined. Besides that, each of them had scoring scales elaborated in order to assure less subjectivity to the prioritization of projects, guaranteeing the relevance of the tool in the decision making process. Considering that, the decision making criteria were determined accordingly to the company's economic situation, reducing the subjectivity of the process.*

**Keywords:** *Decision making. Multicriteria analysis. Analytic Hierarchy Process. Construction.*

## 1. Introdução

Em um cenário de alta competitividade e de recursos limitados disponíveis, torna-se essencial a realização de investimentos assertivos, capazes de gerar aumento de valor e de garantir sobrevivência às empresas. A eficácia na análise de investimentos torna-se vantagem competitiva, pois garante alocação correta de recursos que geram maior retorno e que possuem alinhamento com os objetivos organizacionais (Alberton et al., 2004). Em meio ao enfraquecimento da economia brasileira e queda do Produto Interno Bruto (PIB) (IBGE, 2016), as empresas têm se mostrado indecisas quanto à realização de investimentos. De acordo com pesquisa realizada pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) (2016), no primeiro trimestre de 2016, a intenção de investimentos na indústria apresentou o menor resultado desde 2012.

Este cenário de retração econômica tem afetado fortemente o setor da construção civil, que tem sofrido elevação de custos e diminuição de investimentos (Tendências, 2016). Projetos de construção civil frequentemente sofrem com circunstâncias em que os tomadores de decisão necessitam priorizar alternativas para atingir objetivos conflitantes (Monghasemi et al., 2015). Com a diminuição de projetos, o setor encara a necessidade de realizar estas priorizações, de forma a proporcionar o melhor benefício para a empresa. Dessa forma, evidencia-se a necessidade da tomada de decisão, apoiada em análises rigorosas que auxiliem na escolha das melhores alternativas.

A tomada de decisão é o processo de avaliação, classificação e seleção das melhores alternativas disponíveis (Dey et al., 2016). Neste processo decisório, um dos pontos críticos é a escolha dos fatores relevantes que auxiliam na avaliação e priorização das alternativas (Saaty, 1990; Huang et al., 2015). Como as decisões não são influenciadas por apenas um critério e não devem ser avaliadas somente por aqueles econômico-financeiros, se faz necessária a avaliação a partir de múltiplos critérios, garantindo melhores análises e consequentes resultados (Casarotto Filho & Kopittke, 2010).

Løken (2007) afirma que os métodos de decisão multicritério auxiliam na organização e sintetização de informações relevantes aos decisores, tornando-os satisfeitos e confiantes na tomada de decisão. Dado este contexto, entende-se que empresas que não utilizam tais métodos no processo decisório possuem escolhas menos estruturadas e precisas. Este é o caso da empresa em estudo, que prioriza seus projetos de forma subjetiva. Desse modo, o objetivo principal deste trabalho é estruturar uma ferramenta de apoio à tomada de decisão multicritério, garantindo maior assertividade à priorização de projetos. Aplicado à área da construção civil, a ferramenta tem o objetivo de avaliar obras quanto a critérios relevantes para a empresa. Mais

especificamente, pretende-se, a partir dos métodos *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e *Multiattribute Utility Theory* (MAUT), definir os principais critérios significativos à tomada de decisão, bem como as suas importâncias, de forma a priorizar projetos.

A utilização da ferramenta reduzirá a imprecisão e a falta de clareza no processo decisório de escolha das obras. Alves & Alves (2015) e Tortorella & Fogliatto (2008) apontam que a utilização de métodos de decisão multicritério na priorização de alternativas possibilitam análises detalhadas e consistentes, bem como objetividade na avaliação das alternativas.

Após contextualização do tema, do objetivo e da justificativa do estudo realizados na seção 1, a seção 2 apresentará o referencial teórico sobre critérios econômico-financeiros de avaliação de projetos, bem como sobre análise multicritério, revisando as principais técnicas utilizadas. A seção 3 apresentará os procedimentos metodológicos, descrevendo o local e a forma de aplicação do trabalho. Os resultados gerados pelo estudo desenvolvido serão expostos na seção 4. Na seção 5, serão apresentadas as considerações finais acerca dos principais resultados obtidos, avaliando o alcance de objetivos, as dificuldades encontradas e as sugestões de melhoria.

## **2. Referencial Teórico**

Para Oliveira (2012), a tomada de decisão exige a utilização de informações que tenham valor para reduzir o grau de incerteza das decisões, além de transformá-las em ações. Chiavenato (2004) caracteriza o processo de tomada de decisão como complexo e subjetivo à opinião do avaliador, que influencia a escolha de acordo com o seu envolvimento com a situação. O autor afirma que o processo decisório contempla a busca das melhores alternativas de solução a partir de objetivos definidos, realizando comparações entre as opções. Løken (2007) afirma que a existência de uma única alternativa ótima existe apenas quando há somente um fator influenciador. Dessa forma, é necessário que os critérios que afetam o problema sejam definidos e avaliados, garantindo o alcance de bons resultados.

Esta seção apresenta uma revisão da literatura referente aos principais critérios econômico-financeiros de avaliação de projetos. Além disso, apresentam-se os principais métodos de análise multicritério que visam à incorporação de diferentes fatores na tomada de decisão.

### **2.1. Critérios de Avaliação Econômico-Financeira de Projetos**

A tomada de decisão requer a consideração dos fatores que influenciam o resultado esperado, avaliando os diversos critérios que impactam a decisão. Entre eles, alguns dos mais relevantes são os econômico-financeiros. A análise da viabilidade econômica de investimentos

é realizada por meio de diversos modelos que consideram fatores como os valores investidos, os fluxos de caixas futuros, os seus períodos de ocorrência e o custo do dinheiro no tempo (Padoveze, 2005). Algumas das técnicas mais utilizadas para avaliação e classificação de projetos são o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Índice de Lucratividade (IL) e o *Payback* (Brigham et al., 2001; Souza, 2008; Abensur, 2012).

Técnicas econômicas estão relacionadas à rentabilidade do investimento, e as financeiras referem-se à disponibilidade de recursos (Casarotto Filho & Kopittke, 2010). Ambos os tipos, econômicos e financeiros, são necessários, pois garantem o entendimento de diferentes aspectos dos projetos.

### **2.1.1. Critérios Econômicos**

Sendo uma das técnicas mais utilizadas para a análise de investimentos, o Valor Presente Líquido (VPL) representa os fluxos de todos os períodos de um investimento no momento atual (Souza & Clemente, 2009). Determinado a partir de uma taxa de desconto, a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), o VPL indica ao gestor se o projeto terá retorno superior ao valor investido, descontando o custo do capital no tempo. Consequentemente, a técnica sinaliza a atratividade do investimento. O desconto dos valores futuros a uma taxa de juros é uma das grandes vantagens do VPL, pois leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, que está associado à remuneração dos valores e aos riscos do projeto (Padoveze, 2005).

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de desconto para a qual o VPL do fluxo de caixa do investimento é igual a zero. Souza & Clemente (2009) afirmam que este método pode ser utilizado para análise das dimensões retorno e risco. Entretanto, diferentemente do entendimento de alguns gestores, os autores afirmam que a TIR não representa a rentabilidade do projeto. Este fato só é verdadeiro para quando há coincidência entre os valores de TMA e TIR, pois significaria que os retornos gerados a cada período são aplicados à própria taxa. Apesar disso, a TIR pode ser utilizada na análise de risco do projeto, pois, ao ser comparada com a TMA, é entendida como o limite máximo para que o investimento seja interessante.

O Índice de Lucratividade, ou Índice de Relação Benefício e Custo, representa o retorno esperado a partir de cada unidade de capital investido. Por meio da aplicação da TMA, os valores presentes dos fluxos de benefícios e investimentos são calculados. A relação entre eles determina a viabilidade do projeto, pois apenas aqueles que possuírem benefício superior ao investimento serão aceitos (Souza & Clemente, 2009).

O método *Payback* é uma abordagem para determinação do tempo de retorno de um investimento. O período de *Payback* representa o tempo necessário para que os retornos

acumulados gerados por um projeto se igualem ao valor investido no mesmo. Apesar de ser um método simples e de ampla aplicação (Abensur, 2012), o *Payback* possui duas principais desvantagens: a desconsideração tanto do fluxo de caixa após o período de retorno do capital investido, quanto do valor do dinheiro no tempo (Lefley, 1996).

Para mitigar os erros decorrentes da primeira desvantagem, Brealey & Myers (2014) sugerem que as empresas definam limites de tempo adequados para cada tipo de projeto. Esta necessidade é devido às variadas características das iniciativas, que influenciarão no seu prazo de retorno. Para a segunda desvantagem do método, os autores indicam a utilização do método do *Payback* descontado. Nele, aplica-se a TMA aos fluxos de caixa para que se obtenha um resultado mais próximo à realidade, considerando o valor do dinheiro no tempo.

### **2.1.2. Critérios Financeiros**

A Margem de Contribuição resulta da diferença entre a receita obtida da venda dos produtos e de seus custos e despesas variáveis (Hoji, 2012). Se considerada individualmente para cada produto, denomina-se Margem de Contribuição Unitária, representando o lucro individual de cada produto.

O EBITDA (*Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization*), indicador de destaque utilizado pelas organizações para avaliar empresas, apresenta o lucro da empresa antes de juros, impostos, depreciação e amortização (Coelho, 2004). De acordo com Martins (1998), o EBITDA representa o potencial de geração de caixa de uma empresa a partir de sua capacidade operacional. Entretanto, Coelho (2004) atenta para o fato de que este potencial desconsidera a estrutura de ativos e passivos da empresa, bem como efeitos fiscais. Em função desta desconsideração, o indicador pode sofrer relevantes alterações ao longo do tempo. Assim, o EBITDA oferece uma informação limitada a respeito da qualidade dos lucros da empresa (Alcalde et al., 2013).

Sendo um indicador complementar para análise, o EBITDA pode ser utilizado na comparação de empresas de um mesmo setor. Santana & Lima (2004) afirmam que o indicador pode ser considerado um *benchmark* financeiro para comparação. Contudo, Alcalde et al. (2013) afirma que estas comparações podem apresentar variações relevantes ao longo do tempo. Similar ao EBITDA, o indicador financeiro EBIT (*Earnings Before Interest and Taxes*) representa o lucro da atividade operacional, sendo o lucro antes dos juros e tributos (Hoji, 2012).

Após a dedução do Imposto de Renda e Contribuição Social Participações e Contribuições, obtém-se o lucro líquido de um período, sendo este o resultado final apurado (Hoji, 2012). A partir deste valor, pode-se calcular a margem de lucro líquido. Esta é dada pela relação entre o

lucro líquido e a receita gerada pela venda de um produto. Apresentado como percentual de lucro em relação à venda, ele está associado à lucratividade do produto (Marion, 2012).

Outro critério associado ao Ciclo Financeiro das empresas e que deve ser utilizado na análise da situação financeira das empresas é a Necessidade de Capital de Giro (NCG) (Marion, 2012). Esta, associada a operações de curto prazo, representa os recursos necessários à empresa para que ela mantenha seus negócios em atividade (Silva, 2012). Segundo Hoji (2012), a NCG é a diferença entre o Ativo Circulante Operacional (APO), que representa a aplicação do capital de giro, e o Passivo Circulante Operacional (PCO), que representa as fontes naturais do capital de giro.

Além da consideração de critérios econômico-financeiros, entretanto, é necessária a complementação da análise com fatores qualitativos. Para a utilização destes na tomada de decisão, são apresentados alguns métodos a seguir.

## **2.2. Análise Multicritério**

A tomada de decisão, além de envolver diversos fatores qualitativos e quantitativos que influenciarão a escolha, compreende a opinião de múltiplos decisores (Casarotto Filho & Kopittke, 2010). Dessa forma, o ambiente de tomada de decisão torna-se complexo, necessitando de ferramentas para auxiliar as análises. Os métodos de análise multicritério são adequados para solucionar problemas caracterizados por incerteza, objetivos conflitantes e associados a múltiplos interesses e características (Khorasaninejad et al., 2016).

Constata-se, portanto, a necessidade de se utilizar uma metodologia que auxilie na escolha e na avaliação de fatores importantes de um projeto. Entre os diversos métodos de análise multicritério existentes na literatura, a seguir são apresentados três referentes à aplicação do trabalho, sendo eles o *Multiattribute Utility Theory* (MAUT), o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e o *Non-Traditional Capital Investment Criteria* (NCIC).

O método MAUT permite a estruturação de um problema complexo de maneira simples, avaliando diversos fatores qualitativos e quantitativos subjetivamente (Min, 1994). Neste método, o decisor deve classificar cada critério de acordo com a sua preferência. A agregação das notas recebidas é sintetizada em uma função utilidade, que representará o valor da alternativa (Miranda & Almeida, 2004).

As aplicações do MAUT são diversas, e alguns autores utilizam apenas partes da metodologia para auxiliar a tomada de decisão. Algumas utilizações podem ser destacadas. Miranda & Almeida (2004) aplicaram o método para ordenação e classificação de programas de graduação de acordo com critérios pré-estabelecidos, evidenciando o aspecto subjetivo de

parte do processo de avaliação. Canciglieri Junior et al. (2015) utilizaram o MAUT para auxiliar a escolha da tecnologia mais adequada para um contexto de prototipagem rápida voltada à concepção de novos produtos. Os autores ressaltam a simplicidade do método e a importância de sua utilização para uma escolha estruturada. Min (1994) utilizou o método para a escolha de um fornecedor. Em sua aplicação, a autora destacou benefícios da utilização do MAUT, como a sua capacidade de lidar com critérios conflitantes e a sua flexibilidade para ajustes, bem como a simplicidade de estruturação do problema.

Entretanto, o MAUT apresenta algumas desvantagens. Como o resultado da avaliação é dado pelo somatório de pesos e notas dos critérios, pequenas modificações podem influenciar fortemente no resultado final, sem que o decisor repare. Além disso, o método não apresenta confronto direto entre as alternativas (Casarotto Filho & Kopittke, 2010).

O AHP é um método desenvolvido por Saaty (1991) para auxiliar a tomada de decisão no ambiente multicritério. A priorização das soluções e a escolha da melhor alternativa acontecem por meio da avaliação de critérios tangíveis e intangíveis, que são confrontados entre si (Ilgin et al., 2015), atuando, assim, em uma das fragilidades do MAUT.

Nas etapas para utilização do método descrito por Saaty (1991), é necessário decompor o objetivo em níveis de critérios de forma a comparar as alternativas. Para determinação do peso dos critérios, elabora-se a matriz pareada, em que todos os critérios são comparados entre si de acordo com uma escala de 1 a 9, em que as notas representam a sua importância frente aos outros critérios. A seguir, elabora-se a matriz de preferências, em que as alternativas são avaliadas em todos os critérios. Por fim, são calculados os autovetores e autovalores, para definição da importância dos critérios e avaliação da consistência dos julgamentos, respectivamente. Esta avaliação é realizada por meio da razão entre o Índice de Consistência (IC), conforme Equação (1), e o Índice Randômico da matriz, apresentado na Tabela 1. Assim, obtém-se a Razão de Consistência (RC), segundo a Equação (2). A consistência da matriz é considerada aceitável para um RC inferior a 0,10.

$$IC = \frac{\lambda_{m\acute{a}x} - n}{n - 1} \quad (1)$$

Onde:

$\lambda_{m\acute{a}x}$  = autovalor máximo;

$n$  = número de critérios da matriz.

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (2)$$

Onde:

$IR$  = índice randômico, dado pela Tabela 1.

Tabela 1 - Índice Randômico do Método AHP

Ordem da Matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IR	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Fonte: Saaty (1991)

Boucher & Macstravic (1991) ressaltam a importância do teste de consistência realizado pela metodologia. Diferentemente de outros métodos de análise multicritério, o AHP analisa se há coerência entre as notas dadas pelos avaliadores. Entretanto, os autores apontam dificuldades na utilização do método. Entre elas, destaca-se a possível variabilidade de resultados de um mesmo problema, pois, dependendo dos decisores, ele pode ser avaliado e estruturado de diferentes formas. Além disso, Boucher et al. (1997) destacam a necessidade de tratar benefícios e custos separadamente para posteriormente chegar à decisão.

Sendo um dos métodos mais utilizados para a tomada de decisão em situações multicritério, o AHP possui aplicabilidade em diferentes campos de conhecimento (Tortorella & Fogliatto, 2008; Vaidya & Kumar, 2006). Diversos autores apresentam resultados provenientes da utilização do método. Briozzo & Musetti (2015) aplicaram a metodologia para escolher a melhor localidade para uma unidade de pronto atendimento. Além de ranquear e classificar as alternativas, a aplicação permitiu a definição da hierarquia entre os critérios, fator relevante para tomadores de decisão. Wei et al. (2005) utilizaram o AHP para a escolha de um sistema ERP, de acordo com os atributos importantes para o sistema e o seu alinhamento à estratégia da empresa. A análise permitiu consistência e simplicidade na estruturação do problema, julgamento lógico dos critérios e utilização de uma abordagem flexível para incorporação de novos fatores. A aplicação do método por Velasco & Freitas (2014), com o objetivo de selecionar uma escola de idiomas entre diversas alternativas, também considerou a estrutura hierárquica e a verificação da consistência dos julgamentos como virtudes do método.

No entanto, o método apresenta complexidade de aplicação para comparação de um elevado número de critérios e alternativas. Além disso, como os critérios são divididos de acordo com a sua relação custo ou benefício, e não tratados simultaneamente, o método AHP torna-se menos atrativo para análises financeiras (Boucher et al. 1997). Casarotto Filho & Kopittke (2010) destaca a importância de utilizar indicadores econômico-financeiros e de que os fatores sejam conversíveis em dinheiro, tornando o método AHP menos vantajoso.



Desenvolvido por Boucher & MacStravic (1991), o NCIC é um método de análise multicritério que incorpora valores monetários por meio do conceito VPL, tornando-se adequado para decisões financeiras (Kimura & Suen, 2003). Realizando comparações paritárias, os critérios são avaliados dentro de cada categoria para cada uma das alternativas, permitindo a monetização de cada critério qualitativo. Dada a estrutura do método, possibilita-se que novas alternativas sejam inseridas e avaliadas sem a necessidade de comparações pareadas entre as alternativas, como no AHP, simplificando a realização de novas análises (Souza, 2008). Wicks & Boucher (1993) utilizaram o método no setor alimentício para a classificação de duas alternativas, a partir da análise de múltiplos critérios. Os autores ressaltaram a importância de combinar os fatores e o VPL. Além disso, Wicks & Boucher (1993) apontaram a complexidade do método na utilização de um grande número de comparações.

### **3. Metodologia**

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de uma pesquisa classificada como aplicada, pois realiza a aplicação de métodos de análise multicritério, visando à qualificação do processo de priorização de projetos de uma empresa. A abordagem do problema é principalmente qualitativa, uma vez que os dados gerados são analisados de forma indutiva, não utilizando técnicas estatísticas (Silva & Menezes, 2005). Em relação aos objetivos do trabalho, a pesquisa é classificada como exploratória, pois gera melhor entendimento da situação, apresentando uma proposta para solução do problema. Os procedimentos são classificados como pesquisa-ação, pois o pesquisador e os participantes se envolveram nas diversas etapas de desenvolvimento da ferramenta (Gil, 2010).

Desenvolvido em uma empresa do setor de construção civil, a metodologia aplicada visou à elaboração de uma ferramenta que qualificasse o processo de tomada de decisão para priorização de obras. Com o envolvimento dos tomadores de decisão, estruturou-se um modelo que sustenta a definição de características relevantes aos projetos, bem como de suas importâncias, de modo a auxiliar na avaliação da obra.

O trabalho foi realizado em cinco etapas principais: (i) Entendimento do processo e identificação dos *stakeholders*; (ii) Levantamento dos critérios; (iii) Definição da importância dos critérios; (iv) Definição das escalas; (v) Teste da ferramenta, conforme representado na Figura 1.

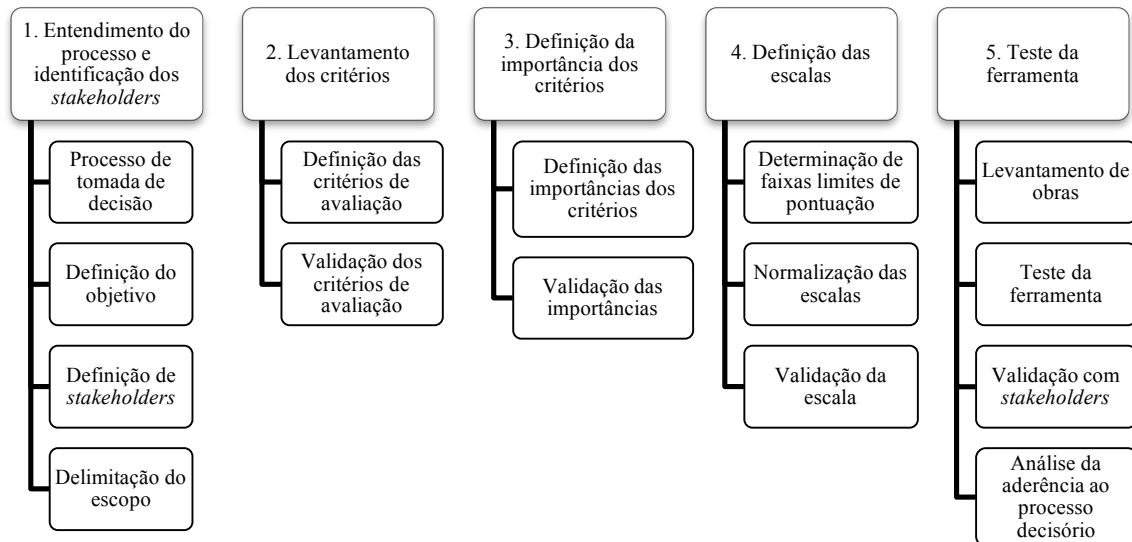


Figura 1 - Metodologia do Trabalho  
 Fonte: Elaborado pelo autor

A elaboração da ferramenta foi realizada ao longo das quatro primeiras etapas, de forma que pudesse ser constantemente revisada e otimizada. Como cada obra é avaliada conforme necessidade, não havendo obrigatoriamente outras para comparação, a ferramenta foi estruturada seguindo o conceito do método MAUT. A simplicidade na aplicação do método facilita a utilização da ferramenta, fazendo com que esta ferramenta seja mais interessante para os tomadores de decisão.

Na ferramenta elaborada, os critérios e subcritérios definidos foram listados de forma aleatória em formato de tabela. As importâncias e as escalas para pontuação foram evidenciadas para facilitar o preenchimento e a compreensão do resultado. Para cada obra, cada critério deve receber uma nota respeitando a escala determinada, gerando um indicador cujo resultado representa a atratividade da obra para a empresa.

### 3.1. Entendimento de processo e identificação de *stakeholders*

Para a etapa inicial do trabalho, foi realizada uma entrevista não estruturada com a controladoria para entendimento do processo de escolha das obras. Esta etapa é fundamental para identificação do problema e definição do objetivo do trabalho. Uma vez compreendido o processo, evidenciou-se a necessidade de se estruturar uma ferramenta de apoio à tomada de decisão. Para desenvolvimento e utilização desta, foram definidas as partes interessadas com conhecimento do processo e de seus pontos críticos.

Além disso, foi necessária a delimitação do escopo da ferramenta, pois os critérios significativos à tomada de decisão variam para os diferentes segmentos de atuação da empresa.

### **3.2. Levantamento dos critérios**

Para levantamento dos critérios, foi realizada uma segunda entrevista não estruturada com participação dos *stakeholders*. Por meio de *brainstorming*, foram levantados os critérios de avaliação dos projetos e, para cada, foram levantados os subcritérios que os influenciavam.

Entre todos os critérios de análise levantados, aqueles mais importantes foram validados por meio de discussão entre os participantes. Estes foram, então, utilizados nas etapas seguintes.

### **3.3. Definição da importância dos critérios**

Determinados os critérios e os subcritérios, foram definidas as importâncias de cada. Para considerar a opinião de cada *stakeholder* e definir a relevância dos critérios de forma consistente, foi utilizado o método AHP. Elaborou-se um questionário com a estrutura deste método para comparação e julgamento dos critérios. O questionário foi enviado por e-mail aos *stakeholders*, e as suas respostas foram posteriormente tabuladas em Excel.

A seguir, realizou-se a média ponderada entre as respostas dos participantes para definição das importâncias (Etges & Souza, 2016). Os resultados foram discutidos e validados pelo grupo de trabalho.

### **3.4. Definição das escalas**

Para cada critério definido, identificou-se a necessidade de determinação de uma escala de pontuação para que as obras fossem analisadas de forma analítica. Primeiramente, definiram-se as escalas de avaliação dos critérios, que poderiam variar em uma faixa determinada pelos *stakeholders*, em que números negativos representavam influência negativa ao projeto.

Determinadas as escalas de pontuação de cada critério, discutiu-se com os participantes as características correspondentes a cada nota. Em conjunto com os envolvidos, foram realizadas adaptações nas características correspondentes a cada nota. Entretanto, como a faixa limite da escala não era única para todos os critérios, foi necessária realizar a sua normalização. Esta atividade é essencial para que as importâncias determinadas na terceira etapa sejam determinantes para o resultado final do indicador.

Assim, todos os critérios foram adequados para uma escala padrão determinada pelos envolvidos. As escalas normalizadas foram apresentadas aos *stakeholders* e validadas pelos mesmos.

### **3.5. Teste da ferramenta**

A última etapa realizada foi o teste da ferramenta desenvolvida. Para tanto, realizou-se o levantamento de cinco obras já finalizadas do ano anterior. Esta premissa foi utilizada, uma vez

que estes seriam projetos conhecidos pelos participantes, tornando suas avaliações mais consistentes. Estes projetos receberam notas de acordo com as escalas estabelecidas, e os dados foram tabulados em Excel. Os resultados consolidados foram apresentados aos *stakeholders* e analisados, de forma a identificar a necessidade de ajustes.

Após a validação, realizou-se uma discussão com os *stakeholders* para análise da aderência da ferramenta ao processo decisório. O objetivo desta atividade é avaliar se os objetivos foram cumpridos, bem como identificar possíveis pontos de melhoria e oportunidades para futuras intervenções.

#### **4. Desenvolvimento da ferramenta**

A empresa escolhida possui forte tradição no setor de construção civil, atuando com unidades fabris e com competente corpo técnico. Dividida em três unidades de negócio, de acordo com a estrutura demandada pelos tipos de obra, sendo esta leve, média ou pesada, a empresa possui projetos diversos, adequando-se para diferentes segmentos. Pertencendo a um setor que tem sido fortemente afetado pela economia (Exame, 2016), a empresa sinalizou a necessidade de utilizar seus recursos de forma ótima. Sendo uma empresa de grande porte, conforme definição do SEBRAE (2013), e de forte reconhecimento no mercado, esta possui capacidade e carteira de clientes suficientes para identificar e optar pelas obras que mais agregam valor para si. Para tanto, deve priorizá-las de acordo com os critérios mais relevantes para o seu contexto.

##### **4.1. Entendimento do processo e identificação dos *stakeholders***

No entendimento do processo de tomada de decisão da empresa, evidenciou-se que a priorização de obras é frequente, uma vez que cada negócio deve ser analisado quanto à sua atratividade para a empresa. Além disso, notou-se o envolvimento de diversos setores neste processo, tais como as áreas comercial, engenharia, orçamentação, controladoria e diretoria.

O início do processo é realizado pelo comercial, que determina as necessidades e expectativas do cliente. A seguir, o projeto é elaborado pela engenharia, para que seja orçado e repassado ao cliente. Se este aceita a proposta apresentada pelo comercial, os custos e as receitas são analisados pela controladoria, que refina os cálculos de rentabilidade e fluxo de caixa da obra. Os valores finais são avaliados em conjunto com a diretoria, a fim de optar pela realização da obra. Para esta etapa, em que há maior subjetividade associada ao processo, elaborou-se a ferramenta de priorização, a fim de garantir decisões melhor fundamentadas.

Definido o momento de aplicação da ferramenta, optou-se por elaborar a ferramenta prioritariamente para obras de estrutura leve, pois estas são as mais comuns na empresa. Determinadas estas premissas com a controladoria, definiram-se os *stakeholders* para desenvolvimento da ferramenta. O grupo de trabalho foi composto por seis colaboradores, sendo três da controladoria e três da engenharia. Eles foram escolhidos devido ao seu conhecimento do processo, facilitando as discussões para levantamento de critérios.

#### 4.2. Levantamento dos critérios

Em reunião de *brainstorming* com os *stakeholders*, foram levantados os critérios relevantes à avaliação de obras de estrutura leve, seja por sua interferência na execução do projeto ou no resultado financeiro do mesmo. Dos critérios sugeridos pelo grupo de trabalho, seis foram validados. Para três destes, identificou-se a necessidade de uma subdivisão, pois haviam diversos subcritérios que os influenciavam. Assim, estes foram levantados e validados, tendo sido definidos quinze subcritérios a serem considerados no processo decisório. Os critérios e subcritérios validados são apresentados na Figura 2.

Critérios	Financeiro	Marketing	Gestão do Contrato	Gestão da Obra	Engenharia	Cronograma
Subcritérios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Margem</li> <li>• Margem de Contribuição/</li> <li>• Peso</li> <li>• Risco de Crédito</li> <li>• NCG Máxima</li> <li>• Sinal</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presença de Intermediários</li> <li>• Tamanho da Obra</li> <li>• Interferência do Cliente</li> <li>• Segurança da Obra</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessidade de Liberações Externas</li> <li>• Tempo Padrão</li> <li>• Necessidade de Terceirização</li> <li>• Espaço de Armazenamento de Material</li> <li>• Necessidade de Matéria Prima Especial</li> <li>• Disponibilidade de Matéria Prima</li> </ul>

Figura 2 – Critérios e subcritérios definidos para a avaliação de obras

Fonte: elaborado pelo autor

Primeiramente, definiu-se o critério financeiro, para o qual foram levantados cinco subcritérios. A Margem de Lucro apresenta o percentual de lucro em relação ao faturamento total da obra. A Margem de Contribuição por Peso, por sua vez, é um indicador utilizado pela empresa que fornece ao avaliador uma informação referente à margem de contribuição da obra em relação ao seu peso, em quilograma. Assim, há uma informação parametrizada para avaliação do lucro da obra. Outro subcritério analisado foi o Risco de Crédito, que representa o valor máximo que o contratante deverá quitar com a empresa no período de execução da obra. Assim, é o risco de crédito do cliente com a empresa. O indicador é dado pela relação entre este valor máximo e o faturamento da obra, sendo apresentado percentualmente. Também analisada, a Necessidade de Capital de Giro Máxima (NCG) indica o valor máximo que a empresa deverá

dispor de capital de giro próprio para realizar a execução da obra. Por fim, incorporou-se o subcritério Sinal. Este é o percentual, em relação ao faturamento da obra, que será quitado no período inicial de execução da obra caso a mesma seja aceita.

O segundo critério definido foi Marketing, que está relacionado ao impacto de imagem que será gerado pela execução da obra. Este critério é determinado pela influência do cliente e pela visibilidade do projeto avaliado.

A seguir, identificou-se o critério Gestão do Contrato, que se relaciona à demanda necessária para gerir o contrato estabelecido com o cliente. Estão associados a este critério questões como multas, vencimentos e complexidade na geração de notas fiscais.

Para o próximo critério definido, Gestão da Obra, foram identificados quatro subcritérios. Primeiramente, definiu-se a Presença de Intermediários com um subcritério influenciado positiva ou negativamente por gerenciadoras e construtoras associadas ao projeto. Sendo determinado a partir do histórico da empresa, a relação com intermediários pode afetar fortemente a execução da obra. Além deste, definiu-se o subcritério Tamanho da Obra, pois a metragem quadrada ou o peso da obra influenciam sua gestão, de forma a torná-la mais complexa ou simples e organizada. Além destes, estabeleceu-se a Interferência do Cliente como influenciadora da Gestão da Obra, pois seu grau de interferência pode influenciar negativamente a execução da obra. Este deve ser determinado a partir do histórico de experiências da empresa. Finalmente, definiu-se o subcritério Segurança da Obra. Este está relacionado ao padrão de segurança exigido pelo cliente em comparação ao realizado de forma padrão pela empresa. Exigências superiores demandadas pelo cliente dificultam a gestão da obra.

O quinto critério definido foi a Engenharia, relacionando-se ao projeto da obra. Variando entre o padrão da própria empresa e uma solução técnica complexa desenvolvida pelo cliente, o projeto possui graus de complexidade que dificultam a realização da obra.

O sexto critério a ser determinado foi o Cronograma, relacionado ao prazo de execução do projeto. Identificaram-se seis subcritérios que influenciam o cumprimento deste prazo. Primeiramente, a Necessidade de Liberações Externas que está associada a pendências provenientes de fontes externas, tais como com a prefeitura e os órgãos ambientais. Além disso, determinou-se o subcritério Tempo Padrão, relacionado ao tempo exigido pelo cliente para finalização da obra. Em alguns casos, este pode determinar um prazo inferior ao padrão utilizado pela empresa, dificultando o cumprimento do cronograma estabelecido. A Necessidade de Terceirização de algumas atividades foi identificada como um subcritério com risco ao cronograma, pois estas não são de responsabilidade da empresa. Além disso, a

disponibilidade de Espaço para Armazenamento de Matéria Prima foi considerada um subcritério com impacto no cronograma. Isto, pois a limitação de espaço gera atraso em entregas de materiais. Por fim, a Necessidade de Matéria Prima Especial e a Disponibilidade de Matéria Prima foram definidos como subcritérios, uma vez que a imprevisibilidade de fornecedores pode gerar impacto no cronograma.

Apesar de terem sido sugeridos critérios econômicos, como a TIR e o *Payback*, e financeiros, como o EBITDA, o grupo de trabalho optou por não os incluir na ferramenta. Embora considerados indicadores importantes para a empresa, eles não são calculados a cada obra. Assim, seriam critérios incoerentes com a rotina de utilização da ferramenta. Além disso, o critério econômico VPL é avaliado em conjunto com outras informações dos projetos, tendo sido desconsiderado para a ferramenta.

Todos os critérios e subcritérios definidos foram, então, consolidados em Excel para validação. Em seguida, foram utilizados na etapa seguinte para terem suas importâncias determinadas.

#### 4.3. Definição da importância dos critérios

A definição da importância dos critérios foi realizada por meio da aplicação de um questionário *online* com a estrutura do método AHP. O questionário foi elaborado de forma que as comparações entre os critérios e subcritérios fossem apresentadas de forma aleatória. Em cada comparação, o respondente deveria indicar o grau de superioridade de um critério em relação a outro. As intensidades e suas correspondências numéricas foram baseadas em Saaty (1991) e são apresentadas na Figura 3.

Intensidade	Definição	Explicação
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente fortalecida em relação à outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições

Figura 3: Escala fundamental de Saaty.  
Fonte: adaptado de Saaty (1991)

Primeiramente, foram realizadas comparações pareadas entre os seis critérios. Além disso, foram comparados de forma pareada os subcritérios referentes aos critérios ‘Financeiros’ e

‘Gestão da Obra’. Os seis subcritérios de ‘Cronograma’, considerados de igual importância, receberam importância de 1/6 cada.

Na consolidação dos resultados, realizada em Excel, todos os respondentes obtiveram RC superior a 0,10, caracterizando inconsistência, em pelo menos duas das matrizes. Impossibilitou-se, assim, a realização da média ponderada entre os respondentes para obtenção do resultado. Dessa forma, foi necessário realizar uma reunião presencial com os envolvidos para apresentação anônima das respostas inconsistentes e reaplicação do questionário. Em virtude do tempo limitado disponível para discussão, apenas quatro dos respondentes originais se envolveram na reavaliação dos critérios. Por meio de uma discussão com duração de cerca de duas horas, os *stakeholders* convergiram para as intensidades que julgavam mais adequadas. Em razão da correta utilização das escalas de pontuação, os resultados obtidos nas matrizes apresentaram RC de até 0,07, considerado consistente para a utilização na ferramenta. As matrizes preenchidas são apresentadas no Apêndice A. As importâncias validadas pelo grupo de trabalho são apresentadas na Figura 4.

<b>Matriz</b>	<b>Critério ou Subcritério</b>	<b>Importância (Vetor Nota)</b>
1. Geral	Financeiro	47%
	Marketing	2%
	Gestão do Contrato	20%
	Gestão da Obra	5%
	Engenharia	13%
	Cronograma	13%
2. Financeiro	Margem	9%
	Margem de Contribuição/Peso	5%
	Risco de crédito	38%
	NCG Máxima	30%
	Sinal	17%
3. Gestão da Obra	Presença de Intermediários	40%
	Tamanho da Obra	8%
	Interferência do Cliente	39%
	Segurança da Obra	12%

Figura 4: Importâncias dos critérios e subcritérios.

Fonte: elaborado pelo autor

#### 4.4. Definição das escalas

Uma vez definidas as importâncias dos critérios e subcritérios, iniciou-se a elaboração de escalas de pontuação que visam à mitigação de subjetividade no processo decisório. Definiu-se que as escalas seriam estabelecidas para o menor nível hierárquico, sendo este subcritério quando existente. Para tanto, realizou-se uma aproximação com um integrante da controladoria,



a fim de elaborar as pontuações. Este membro foi escolhido por possuir amplo conhecimento do processo, bem como acesso a outros integrantes quando necessário.

Para cada critério e subcritério, iniciou-se a definição da escala a partir do resultado cuja influência para a obra seria nula, sendo o comportamento esperado ou o mais comum. Para os critérios quantitativos, este valor baseava-se na média realizada no ano anterior e, para os qualitativos, foi definido a partir da experiência de dois *stakeholders*. Dando sequência, foram estabelecidas as pontuações negativas, cujas características tornavam a obra menos atrativa, e, então, as pontuações positivas, que possuíam comportamento acima do esperado e tornavam a obra mais atrativa. Os extremos negativo e positivo foram determinados a partir da pior e da melhor situação ocorrida no critério no ano anterior. Finalmente, as pontuações intermediárias de critérios qualitativos foram definidas a partir do conhecimento dos envolvidos. Para os critérios quantitativos, utilizou-se a distribuição dos resultados do ano anterior para determinação das escalas individuais.

Após a definição das escalas individuais dos critérios, observaram-se algumas discrepâncias, tais como suas diferentes amplitudes que variavam de dois a duzentos pontos. Assim, foi necessário realizar a normalização das escalas, a fim de que elas não sobrepusessem as importâncias definidas pelo método AHP. Primeiramente, conforme escolha dos *stakeholders*, definiu-se uma amplitude padrão de dez pontos para todos os critérios. Assim, as notas originais foram ajustadas de tal maneira que seus extremos negativo e positivo receberam as notas -5 e 5, respectivamente. As pontuações intermediárias, por sua vez, foram adequadas proporcionalmente à nova escala.

Na Figura 5 apresenta-se um exemplo de resultado obtido a partir da construção e normalização das escalas. Todas as escalas geradas e normalizadas são apresentadas no Apêndice B. Finalmente, todas as faixas de pontuação foram apresentadas e validadas pelos *stakeholders*.

Subcritério	Resultado	Nota Original	Nota Normalizada
Sinal	Superior a 50%	5,0	5,0
	Entre 50% e 30%	4,0	3,0
	Entre 30% e 10%	3,0	1,0
	Entre 10% e 5%	1,0	-3,0
	Inferior a 5%	0,0	-5,0

Figura 5: Exemplo de escala.  
Fonte: autoria própria

#### 4.5. Teste da ferramenta

Determinadas todas as informações necessárias à construção da ferramenta, finalizou-se seu desenvolvimento. Para facilitar a visualização e operacionalização das avaliações, os critérios e seus subcritérios foram apresentados com suas próprias importâncias. Além disso, a pontuação é gerada pela própria ferramenta no momento em que o avaliador define o resultado em que a obra mais se encaixa em determinado critério. Todas as opções de escolha foram dispostas por meio de uma lista suspensa, elaborada com a funcionalidade ‘Validação de dados’ do Excel.

Para validação da ferramenta, os *stakeholders* tiveram a oportunidade de avaliar cinco obras recentes e já finalizadas, a partir dos critérios e das escalas definidas. A Figura 6 apresenta a aparência final da ferramenta após a realização de uma avaliação.

Critério	Peso Critério	Subcritério	Peso Subcritério	Peso Global	Resultado	Nota	Pontuação
Financeiro	47%	Margem	9%	4,4%	Superior a 10%	5,0	0,22
		Margem de Contribuição/Peso	5%	2,6%	Entre 1 e 2	2,0	0,05
		Risco de crédito	38%	17,7%	Entre -30% e -10%	-1,7	-0,30
		NCG Máxima	30%	14,2%	Entre 10% e 30%	3,3	0,47
		Sinal	17%	8,3%	Entre 50% e 30%	3,0	0,25
Marketing	2%			2,1%	Impacto zero	0,0	0,00
Gestão do Contrato	20%			20,2%	Padrão	5,0	1,01
Gestão da Obra	5%	Presença de Intermediários	40%	2,0%	Presença de construtora ou gerenciadora com impacto negativo	-3,6	-0,07
		Tamanho da Obra	8%	0,4%	Até 5.000 m <sup>2</sup> ou 250 ton	-5,0	-0,02
		Interferência do Cliente	39%	1,9%	Média	0,5	0,01
		Segurança da Obra	12%	0,6%	Padrão da empresa	5,0	0,03
Engenharia	13%			12,6%	Engenharia padrão solução da empresa	5,0	0,63
Cronograma	13%	Necessidade de liberações externas	17%	2,2%	Necessário	-5,0	0,22
		Tempo Padrão	17%	2,2%	Prazo apertado	-5,0	
		Necessidade de Terceirização	17%	2,2%	Não é necessário	5,0	
		Espaço de armazenamento de material	17%	2,2%	Possui	5,0	
		Necessidade de matéria prima especial	17%	2,2%	Não é necessário	5,0	
		Disponibilidade de matéria prima	17%	2,2%	MP interna	5,0	
<b>Pontuação Final</b>							<b>2,51</b>

Figura 6 – Ferramenta de avaliação de obras preenchida  
Fonte: elaborado pelo autor

Com a realização das cinco avaliações, o grupo de trabalho avaliou os resultados de acordo com suas expectativas de pontuação das obras, concluindo que não estavam totalmente alinhadas à sua visão subjetiva, anterior à utilização da ferramenta. Por meio de discussão, evidenciou-se o motivo desta diferença. Identificou-se que, no momento de preenchimento do questionário, os *stakeholders* estavam fortemente influenciados pela situação financeira macroeconômica. Assim, os critérios financeiros Risco de Crédito e NCG Máxima, associados ao risco da obra para a empresa, foram considerados mais importantes que outros. Entretanto, após realização do teste e comparação das pontuações geradas, os envolvidos notaram a necessidade de dar maior importância ao critério financeiro Margem, pois este possui grande relevância independentemente da situação macroeconômica.

Apesar das discussões realizadas, a ferramenta foi validada por ter sido considerada coerente ao momento da empresa. No entanto, demonstra-se que, apesar de a ferramenta estruturar o processo decisório, este não é estático. Assim, evidencia-se a necessidade de revisões periódicas das importâncias dos critérios, de forma que a ferramenta se adeque às visões de curto e longo prazo da empresa.

Por fim, validou-se a ferramenta e sugeriu-se a implementação de uma revisão anual para que ela estivesse coerente à situação da empresa. Como a ferramenta foi estruturada de acordo com o método MAUT, que é de simples utilização, os *stakeholders* afirmaram que ela será incorporada ao processo decisório. Sendo complementar à análise econômica dos projetos para apoio à tomada de decisão, a ferramenta auxiliou no fortalecimento do processo decisório. Apesar de haver um grau de subjetividade na escolha pela realização das obras, a utilização dos critérios e das importâncias e escalas determinadas mitiga este ponto. Além disso, a definição dos critérios qualitativos relevantes à avaliação dos projetos foi essencial para garantir maior conhecimento e transparência ao processo decisório.

## **5. Considerações Finais**

Em um cenário de dificuldades para a construção civil, em que o mercado apresenta redução de investimentos, a priorização das melhores alternativas torna-se essencial. Neste contexto, a tomada de decisão deve ser precisa e clara. Para tanto, o processo decisório deve ser realizado por meio de análises consistentes, contemplando critérios quantitativos e qualitativos que influenciam o resultado. Apesar de critérios quantitativos serem amplamente utilizados pelas empresas, há dificuldade na mensuração dos qualitativos, que qualifica a tomada de decisão, tornando-a menos subjetiva.

Observa-se que o objetivo deste artigo, a estruturação de uma ferramenta multicritério que garantisse maior consistência à priorização de projetos, foi atingido. Foi alcançado, também, o objetivo específico, pois os critérios relevantes à tomada de decisão foram identificados e tiveram suas importâncias definidas. Dessa forma, reduziu-se a subjetividade na tomada de decisão para priorização de obras.

Este resultado foi alcançado por meio do desenvolvimento de uma ferramenta multicritério, que forneceu à uma empresa de construção civil uma forma de qualificar a priorização de seus projetos. Com base no método AHP, foi realizado o levantamento dos principais critérios e subcritérios relevantes para a empresa. Para estes, foram determinadas as suas importâncias e definidas escalas de pontuação. Finalmente, com a estrutura do método MAUT, estruturou-se uma ferramenta de avaliação de obras que qualificou o processo decisório da empresa.

Para pesquisas futuras, sugere-se a inclusão de critérios econômicos e indicadores estratégicos à ferramenta. Esta complementação tornaria a ferramenta mais ampla, agregando maior valor à sua utilização e fornecendo mais informações significativas ao processo decisório. Sugere-se também a mensuração econômica do impacto dos critérios qualitativos, de forma a reduzir mais a subjetividade na tomada de decisão. Além disso, propõe-se a revisão das matrizes individualmente com os envolvidos para que a definição dos resultados seja realizada de forma mais transparente.

### **Referências**

- Abensur, E. (2012). Um modelo multiobjetivo de otimização aplicado ao processo de orçamento de capital. *Gestão e Produção*, 19(4), 747-758.
- Alberton, A., Marcon, R., Silva, A. & Cancellier, E. (2004). Seleção de investimentos: aspectos e ferramentas relevantes na perspectiva dos gestores. In *Anais do XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Florianópolis.
- Alcalde, A., Favero, L. & Takamatsu, R. (2013). EBITDA margin in brazilian companies Variance decomposition and hierarchical effects. *Contaduría y Administración* 58 (2), 197-220.
- Alves, J. & Alves, J. (2015). Definição de localidade para instalação industrial com o apoio do método de análise hierárquica (AHP). *Production*, 15(1), 13-26.
- Boucher, T., Gogus, O. & Wicks, E. (1997) A comparison between two multiattribute decision methodologies used in capital investment decision analysis. *The Engineering Economist*, 42(3), 179-202.
- Boucher, T. & MacStravic, E. (1991). Multiattribute evaluation within a present worth framework and its relation to the analytic hierarchy process. *The Engineering Economist*, 37(1), 1-32.
- Brealey, R. & Myers, S. (2014). *Principles of corporate finance* (11 ed.). New York: McGraw-Hill.
- Brigham, E., Gapenski, L. & Ehrhardt, M. (2001). *Administração financeira: Teoria e prática*. São Paulo: Atlas.
- Briozo, R. & Musetti, M. (2015). Método multicritério de tomada de decisão: Aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto Atendimento – UPA 24 h. *Gestão e Produção*, 22(4), 805-819.

Canciglieri, O., Jr., Selhorst, A., Jr. & Sant'Anna, A. (2015). Método de decisão dos processos de prototipagem rápida na concepção de novos produtos. *Gestão e Produção*, 22(2), 345-355.

Casarotto Filho, N. & Kopittke, B. (2010). *Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial* (11 ed.). São Paulo: Atlas.

Chiavenato, I. (2004). *Introdução à teoria geral da administração* (7 ed.). São Paulo: Elsevier.

Coelho, F. (2004). EBITDA: a busca de uma melhor compreensão do maior *vox populi* do mercado financeiro. *Pensar Contábil* 6 (26): 41-49.

Dey, B., Bairagi, B., Sarkar, B. & Sanyal, S. (2016). Multi objective performance analysis: A novel multi-criteria decision making approach for a supply chain. *Computers & Industrial Engineering*, 94, 105-124.

Etges, A. & Souza, J. (2016). Estruturação de uma metodologia para análise do risco financeiro envolvido em empreendimentos imobiliários. *Espacios*, 37(9).

Exame (2016). Construção civil tem queda no emprego e na atividade. Recuperado em 22 de junho de 2016, de <http://exame.abril.com.br/economia/noticias/construcao-civil-tem-queda-no-emprego-e-na-atividade>

Fundação Getúlio Vargas (FGV) (2016). Sondagem de investimentos. FGV/IBRE.

Gil, A. (2010). *Como Elaborar projetos de pesquisa* (5 ed.). São Paulo: Atlas.

Hoji, M. (2012). *Administração Financeira e orçamentária: matemática financeira aplicada, estratégias financeiras, orçamento empresarial* (10 ed.). São Paulo: Atlas.

Huang, T., Chen, Y. & Chang, T. (2015). A novel summarization technique for the support of resolving multi-criteria decision making problems. *Decision Support Systems*, 79, 109-124.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2016) Contas nacionais trimestrais: indicadores de volume e valores correntes. *Indicadores IBGE*, jan./mar.

Ilgin, M., Gupta, S. & Battaia, O. (2015). Use of MCDM techniques in environmentally conscious manufacturing and product recovery: State of the art. *Journal of Manufacturing Systems*, 37, 746-758.

Khorasaninejad, E., Fetanat, A. & Hajabdolahi, H. (2016). Prime mover selection in thermal power plant integrated with organic Rankine cycle for waste heat recovery using a novel multi criteria decision making approach. *Applied Thermal Engineering*, 102, 1262-1279.

- Kimura, H. & Suen, A. (2003). Ferramentas de análise gerencial baseadas em modelos de decisão multicriteriais. *Revista de Administração de Empresas – RAE*, 2(1).
- Lefley, F. (1996). The payback method of investment appraisal: A review and synthesis. *International Journal of Production Economics*, 44, 207-224.
- Løken, E. (2007). Use of multicriteria decision analysis methods for energy planning problems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11, 1584–1595.
- Marion, J. (2012). *Análise das demonstrações contábeis: contabilidade empresarial (7 ed.)*. São Paulo: Atlas.
- Martins, E. (1998). EBITDA: O que é isso?. *Boletim IOB*, 6(19), 1-7.
- Min, H. (1994). International supplier selection: A multi-attribute approach. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 24(5), 24-33.
- Miranda, C. & Almeida, A. (2004). Visão multicritério da avaliação de programas de pós-graduação pela capes: O caso da área engenharia III baseado nos métodos ELECTRE II e MAUT. *Gestão e Produção*, 11(1), 51-64.
- Monghasemi, S., Nikoo, M., Fasaee, M. & Adamowski, J. (2015). A novel multi criteria decision making model for optimizing time–cost–quality trade-off problems in construction projects. *Expert Systems with Applications*, 42, 3089–3104.
- Oliveira, D. (2012). *Sistemas de informações gerenciais: estratégicas, táticas e operacionais (15 ed.)*. São Paulo: Atlas.
- Padoveze, C. (2005). *Introdução à administração financeira: Texto e exercícios*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- Saaty, T. (1990). How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48, 9-26.
- Saaty, T. (1991). *Método de Análise Hierárquica*. São Paulo: Makron Books.
- Santana, F & Lima, F. (2004). EBITDA: uma análise de correlação com os retornos totais aos acionistas no mercado de capitais brasileiro. In *Anais do Congresso USP de Controladoria e Contabilidade*. São Paulo.
- SEBRAE (2013). *Anuário do trabalho na micro e pequena empresa (6 ed.)*. São Paulo: Dieese.
- Silva, E. & Menezes, E. (2005). *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação (4 ed.)*. Florianópolis: UFSC.

- Silva, A. (2012). Estrutura, análise e interpretação das demonstrações contábeis (3 ed.). São Paulo, Atlas.
- Souza, J. (2008). Proposta de uma sistemática para análise multicriterial de investimentos. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Souza, A. & Clemente, A. (2009). Decisões financeiras e análise de investimentos (6 ed.). São Paulo: Atlas.
- Tendências (2016). Construção civil: conjuntura e *clipping* de investimentos. São Paulo: Tendências Consultoria Integrada.
- Tortorella, G. & Fogliatto, F. (2008). Planejamento sistemático de layout com apoio de análise de decisão multicritério. *Produção*, 18(3), 609-624.
- Vaidya, O. & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, 169, 1-29.
- Velasco, M. & Freitas, A. (2014). Emprego de métodos de apoio multicritério à decisão para seleção de uma escola de idiomas. *Revista Produção Online*, 14(4), 1433-1451.
- Wei, C., Chien, C. & Wang, M. (2005). An AHP-based approach to ERP system selection. *International Journal of Production Economics*, 96, 47-62.
- Wicks, E. & Boucher, T. (1993). NCIC: A software tool for capital investment analysis in manufacturing. *Computers ind. Engineering*, 24(2), 237-248.

## Apêndice A – Matrizes AHP

Matriz 1: Geral							
	Financeiro	Marketing	Gestão do Contrato	Gestão da Obra	Engenharia	Cronograma	
Financeiro	1,0	9,0	5,0	7,0	5,0	5,0	
Marketing	0,1	1,0	0,1	0,3	0,1	0,2	
Gestão do Contrato	0,2	7,0	1,0	5,0	3,0	1,0	
Gestão da Obra	0,1	3,0	0,2	1,0	0,3	0,3	
Engenharia	0,2	7,0	0,3	3,0	1,0	1,0	
Cronograma	0,2	5,0	1,0	3,0	1,0	1,0	
	1,9	32,0	7,7	19,3	10,5	8,5	

	Financeiro	Marketing	Gestão do Contrato	Gestão da Obra	Engenharia	Cronograma	Vetor Nota	Matriz Mult	Verificação
Financeiro	0,5	0,3	0,7	0,4	0,5	0,6	47%	3,29	6,99
Marketing	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2%	0,16	7,80
Gestão do Contrato	0,1	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1	20%	1,19	5,90
Gestão da Obra	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	5%	0,30	6,28
Engenharia	0,1	0,2	0,0	0,2	0,1	0,1	13%	0,71	5,63
Cronograma	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	13%	0,80	6,14
	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0			

Auto valor Max	6,5
IC	0,1
RC	0,07

Matriz 2: Financeiro					
	Margem	Margem de Contribuição/Peso	Risco de crédito	NCG Máxima	Sinal
Margem	1,0	3,0	0,2	0,3	0,3
Margem de Contribuição/Peso	0,3	1,0	0,1	0,3	0,2
Risco de crédito	5,0	7,0	1,0	1,0	3,0
NCG Máxima	3,0	3,0	1,0	1,0	3,0
Sinal	3,0	5,0	0,3	0,3	1,0
	12,3	19,0	2,7	3,0	7,5

	Margem	Margem de Contribuição/Peso	Risco de crédito	NCG Máxima	Sinal	Vetor Nota	Matriz Mult	Verificação
Margem	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0	9%	0,49	5,22
Margem de Contribuição/Peso	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	5%	0,27	5,07
Risco de crédito	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	38%	2,05	5,45
NCG Máxima	0,2	0,2	0,4	0,3	0,4	30%	1,65	5,46
Sinal	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	17%	0,95	5,45
	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0			

Auto valor Max	5,3
IC	0,1
RC	0,07

Matriz 3: Gestão da Obra				
	Presença de Intermediários	Tamanho da Obra	Interferência do Cliente	Segurança da Obra
Presença de Intermediários	1,0	3,0	1,0	5,0
Tamanho da Obra	0,3	1,0	0,2	0,3
Interferência do Cliente	1,0	5,0	1,0	3,0
Segurança da Obra	0,2	3,0	0,3	0,3
	2,5	12,0	2,5	8,7

	Presença de Intermediários	Tamanho da Obra	Interferência do Cliente	Segurança da Obra	Vetor Nota	Matriz Mult	Verificação
Presença de Intermediários	0,4	0,3	0,4	0,6	40%	1,67	4,12
Tamanho da Obra	0,1	0,1	0,1	0,0	8%	0,34	4,06
Interferência do Cliente	0,4	0,4	0,4	0,3	39%	1,58	4,08
Segurança da Obra	0,1	0,3	0,1	0,0	12%	0,50	4,02
	1,0	1,0	1,0	1,0			

Auto valor Max	4,1
IC	0,0
RC	0,02



## Apêndice B – Escalas de pontuação

Critério ou Subcritério	Característica	Nota Original	Nota Normalizada	
Margem	Inferior a -10%	-3,0	-5,0	
	Entre -10% e 0%	-1,0	-1,7	
	Entre 0% e 5%	1,0	1,7	
	Entre 5% e 10%	2,0	3,3	
Margem de Contribuição/Peso	Superior a 10%	3,0	5,0	
	Inferior a -2	-5,0	-5,0	
	Entre -2 e 0	-1,0	-1,0	
	Entre 0 e 1	1,0	1,0	
	Entre 1 e 2	2,0	2,0	
Risco de Crédito	Entre 2 e 3	3,0	3,0	
	Superior a 3	5,0	5,0	
	Inferior a -50%	-7,0	-5,0	
	Entre -50% e -30%	-4,0	-2,5	
	Entre -30% e -10%	-3,0	-1,7	
	Entre -10% e 0%	-1,0	0,0	
NCG Máxima	Entre 0% e 10%	1,0	1,7	
	Entre 10% e 30%	3,0	3,3	
	Superior a 30%	5,0	5,0	
	Superior a 50%	5,0	5,0	
	Entre 50% e 30%	4,0	3,0	
	Entre 30% e 10%	3,0	1,0	
Sinal	Entre 10% e 5%	1,0	-3,0	
	Inferior a 5%	0,0	-5,0	
	Impacto muito negativo	-100,0	-5,0	
	Impacto negativo	-10,0	-0,5	
Marketing	Impacto zero	1,0	0,0	
	Impacto positivo	10,0	0,5	
	Impacto muito positivo	100,0	5,0	
	Padrão	2,0	5,0	
	Fora do padrão moderado	0,0	0,0	
Gestão do Contrato	Extremamente fora do padrão	-2,0	-5,0	
	Presença de construtora e gerenciadora com impacto	-7,0	-5,0	
	Presença de construtora ou gerenciadora com impacto	-5,0	-3,6	
Presença de Intermediários	Ausência de intermediários	0,0	0,0	
	Presença de construtora ou gerenciadora com impacto	5,0	3,6	
	Presença de construtora e gerenciadora com impacto	7,0	5,0	
	Até 5.000 m <sup>2</sup> ou 250 ton	-10,0	-5,0	
	5.001 a 20.000 m <sup>2</sup> ou 250 a 1.000 ton	1,0	-0,6	
Tamanho da Obra	20.001 a 50.000 m <sup>2</sup> ou 1001 a 2.500 ton	10,0	3,0	
	Acima 50.000 m <sup>2</sup> ou 2.500 ton	15,0	5,0	
	Baixa	10,0	5,0	
	Média	1,0	0,5	
Interferência do Cliente	Alta	-10,0	-5,0	
	Padrão medabil	1,0	5,0	
	Padrão superior medabil	-10,0	-0,2	
Segurança da Obra	Padrão muito superior	-20,0	-5,0	
	Necessidade de liberações externas (prefeitura, licença)	Não é necessário	1,0	5,0
	Necessário	-1,0	-5,0	
Tempo Padrão	Não é necessário	1,0	5,0	
	Prazo apertado	-1,0	-5,0	
Necessidade de Terceirização	Não é necessário	1,0	5,0	
	Necessário	-1,0	-5,0	
Espaço de armazenamento de material	Possui	1,0	5,0	
	Não possui	-1,0	-5,0	
Necessidade de matéria prima especial	Não é necessário	1,0	5,0	
	Necessário	-1,0	-5,0	
Disponibilidade de matéria prima	MP interna	1,0	5,0	
	MP do fornecedor	-1,0	-1,7	
	MP com restrição no fornecedor	-2,0	-5,0	