

## ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO E COMPETITIVIDADE: ESTUDO DE CASO DE UMA USINA SIDERÚRGICA

### PRODUCTION STRATEGY AND COMPETITIVENESS: A CASE STUDY OF A STEELMAKING PLANT

Agnea Januária de Freitas Rodrigues\*  E-mail: [rodrigues.agnea@gmail.com](mailto:rodrigues.agnea@gmail.com)

Erivelto Fioresi de Sousa\*  E-mail: [erivelto.sousa@ifes.edu.br](mailto:erivelto.sousa@ifes.edu.br)

Tiago José Menezes Gonçalves\*  E-mail: [tiago.goncalves@ifes.edu.br](mailto:tiago.goncalves@ifes.edu.br)

Guilherme Guilhermino Neto\*  E-mail: [guilherme.neto@ifes.edu.br](mailto:guilherme.neto@ifes.edu.br)

\*Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Cariacica, ES, Brasil.

**Resumo:** Dada a significância econômica da indústria siderúrgica, este estudo tem como objetivo identificar os principais fatores que influenciam a estratégia de produção de uma usina, conforme percebidos por profissionais experientes do setor. Para alcançar esse propósito, realizamos uma revisão da literatura com o intuito de identificar os principais determinantes que afetam o processo de tomada de decisão em relação às estratégias de produção. Posteriormente, empregamos o método de *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para efetuar comparações em pares desses fatores e estabelecer suas classificações. Nossa avaliação revelou que o fator ambiental emergiu como o critério principal, provavelmente devido às crescentes preocupações ambientais na sociedade. Com base na análise do AHP e na avaliação das alternativas disponíveis, a estratégia de produção personalizada parece ser a escolha mais favorável dentro do setor siderúrgico. Entretanto, uma avaliação abrangente de outros aspectos permanece indispensável. Este estudo enfatiza a importância de os tomadores de decisão ponderarem meticulosamente os fatores pertinentes ao desenvolver estratégias de produção para suas empresas, com um foco distinto na eficiência e na competitividade. De modo notável, a pesquisa destaca o compromisso genuíno dos tomadores de decisão com a sustentabilidade na formulação das estratégias de produção. Os resultados demonstram claramente uma forte preferência por priorizar os fatores ambientais em detrimento das considerações econômicas no processo de desenvolvimento de estratégias.

**Palavras-chave:** Estratégia de produção; Ponto de Desacoplamento do Pedido; Ponto de Penetração do Pedido; *Analytic Hierarchy Process*; Decisão em Grupo.

**Abstract:** Given the economic significance of the steel industry, this study aims to identify the key factors influencing a mill's production strategy, as perceived by seasoned industry professionals. To achieve this goal, we conducted a thorough literature review to pinpoint the primary determinants impacting the decision-making process concerning the production strategies. Subsequently, we employed the multi-criteria Analytic Hierarchy Process (AHP) method to conduct pairwise comparisons of these factors and establish their rankings. Our assessment unveiled that the environmental factor emerged as the foremost criterion, likely attributed to the mounting environmental concerns within society. Based on the AHP analysis and an examination of available alternatives, the customized production strategy appears to be the most favourable choice within the steel sector. Nevertheless, a comprehensive evaluation of other facets remains indispensable. This study underscores the imperative for decision-makers to meticulously weigh the pertinent factors when crafting production strategies for their companies, with a distinct emphasis on efficiency and competitiveness. Notably, the research accentuates the genuine commitment of decision-makers toward sustainability in the

formulation of production strategies. The findings clearly demonstrate a pronounced preference for prioritizing environmental factors over economic considerations in the strategy development process.

**Keywords:** Production Strategy; Order Decoupling Point; Order Penetration Point; Analytic Hierarchy Process; Group Decision.

## 1 INTRODUÇÃO

A estratégia de produção pode impactar em diversos fatores organizacionais tais como a qualidade, o custo, a flexibilidade, *lead-time* de entrega e a inovação, que exercem influência na competitividade de uma empresa (Leong; Snyder; Ward, 1990) essenciais à sobrevivência das companhias em um mercado cada vez mais exigente (Rafiei; Rabbani, 2011).

Uma classificação de diferentes abordagens relacionadas à estratégia de produção advém do conceito *Order Penetration Point* (OPP) ou Ponto de Penetração do Pedido, que pode ser entendido como o ponto do processo de produção até onde o consumidor exerce influência direta na produção (Olhager, 2003, 2010). Ou ainda, como o ponto de separação entre o que é produzido para estoque e o que é produzido sob encomenda (Olhager, 2003, 2010; Vollmann *et al.*, 2005).

Diferentes abordagens de produção estão relacionadas à diferentes posicionamentos do OPP (Olhager, 2003). É possível identificar duas principais abordagens: Make-To-Order (MTO) e *Make-To-Stock* (MTS) (Pinheiro *et al.*, 2019; Rafiei; Rabbani, 2011; Vasconcellos; Sampaio; Fonseca, 2021; Wolfsgruber; Lichtenegger, 2016). A abordagem de produção *make-to-order* se baseia na demanda real do cliente, enquanto a abordagem de produção *make-to-stock* tem sua base em uma projeção de vendas.

Na literatura, foi possível observar que o OPP foi estudado do ponto de vista estratégico (Olhager, 2003), bem como os impactos do seu posicionamento na produção e cadeia de suprimentos. Além disto, foram propostos modelos matemáticos para avaliar a competitividade das empresas de acordo com o posicionamento do OPP adotado por elas (Fera *et al.*, 2017) e para sugerir o posicionamento do OPP (Daaboul; Laroche; Bernard, 2010; Pournamazi; Ghasemy Yaghin; Jolai, 2021; Teimoury *et al.*, 2012) incluindo a avaliação das características do pedido (Liu *et al.*, 2016) e restrições de tempo e capacidade (Liu *et al.*, 2016). A aplicação do OPP também foi estudada em sistemas híbridos MTO-MTS

(Ghalehkhondabi; Sormaz; Weckman, 2016; Ghalehkhondabi; Suer, 2018; Kerkkänen, 2007; Köber; Heinecke, 2012; Maier *et al.*, 2021; Soman; Van Donk; Gaalman, 2004).

A escolha pela melhor abordagem é uma decisão complexa e envolve a análise de diversos fatores (Kerkkänen, 2007; Wolfsgruber; Lichtenegger, 2016), principalmente no segmento siderúrgico, cujo custo operacional é alto, as instalações industriais são de grande porte e deve-se considerar não apenas o *lead-time* de entrega dos produtos, como também níveis de estoque, utilização dos recursos produtivos, entre outros (Zhang *et al.*, 2015). Entretanto, embora a siderurgia tenha grande importância para a economia, em virtude de ser indústria básica para diversos outros setores da indústria de transformação, como automotivo, construção civil, máquinas em geral etc. (Denton; Gupta; Jawahir, 2003; Setto; Brasil; Da Cruz Vieira, 2005), não foram encontrados trabalhos que tratassem os fatores decisórios para definição da estratégia de produção mais adequada em usinas siderúrgicas.

Diante disso, o estudo buscou responder a seguinte questão: quais os fatores mais importantes a serem considerados no momento de decisão quanto à escolha da estratégia de produção de uma usina siderúrgica segundo a percepção de profissionais experientes deste segmento?

Para responder à questão da pesquisa e alcançar os objetivos do estudo, buscou-se: i) identificar quais os principais fatores que interferem no processo decisório de definição do OPP por meio de revisão sistematizada da literatura; ii) desenvolver um instrumento de entrevistas para aplicar à profissionais experientes de uma usina siderúrgica; iii) aplicar método de apoio à decisão para hierarquização dos fatores de influência na competitividade da indústria siderúrgica; iv) mapear os fatores mais relevantes para competitividade na percepção de profissionais da usina; e v) avaliar os impactos dos fatores mais relevantes na escolha da estratégia de produção.

Este artigo está organizado em cinco seções. A seção 2 apresenta uma revisão da literatura sobre estratégias de produção e análise multicritério. A Seção 3 apresenta os procedimentos de coleta e aplicação de método de decisão dos dados no desenvolvimento deste estudo, enquanto a Seção 4 apresenta e discute os

resultados da pesquisa. A seção 5 aborda as conclusões deste estudo, bem como as limitações e as direções de estudos futuros.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Estratégias de produção

A área de planejamento e controle da produção (PCP) tem uma função crítica, uma vez que envolve muitos desafios para os gerentes que coordenam a produção por se tratar de um ambiente muito dinâmico (Oluyisola; Sgarbossa; Strandhagen, 2020). Seu principal objetivo é planejar e controlar todos os aspectos da produção, incluindo o gerenciamento de materiais, programação das máquinas, equipamentos e pessoas, além de coordenar o relacionamento com os fornecedores e principais clientes (Banerjee; Kourouklis; Penman, 1994; Bonney, 2000; Vollmann et al., 2005), de maneira que o atendimento ao mercado seja realizado com qualidade, volumes e prazos esperados, custos minimizados, ajustável às interrupções no Sistema, quando necessário, e de modo contínuo (Wiendahl; Von Cieminski; Wiendahl, 2005).

O PCP geralmente é representado por uma estrutura hierárquica de 3 níveis, que auxilia os gerentes a entenderem e controlarem as operações pelas quais são responsáveis. O plano de nível superior determina o contexto em que o plano nível inferior opera, como apresentado na Figura 1 (Banerjee; Kourouklis; Penman, 1994; Bonney, 2000; Vollmann et al., 2005).

**Figura 1** - Estrutura do PCP

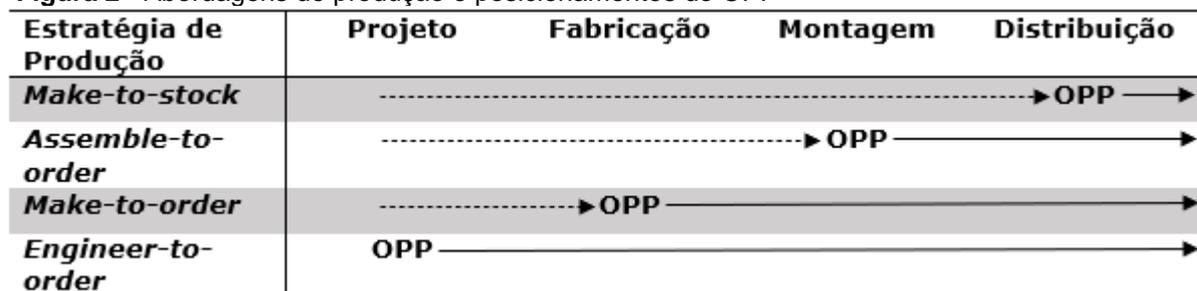


**Fonte** - Adaptado de Banerjee; Kourouklis e Penman (1994); Bonney (2000) e Vollmann et al.(2005).

A elaboração do Plano Mestre de Produção (PMP), documento resultante da integração do gerenciamento da demanda e planejamento de recursos, vendas e operações, é etapa essencial e, comumente, uma das primeiras atividades do PCP (Bonney, 2000). O PMP apoia o planejamento de operações (Vollmann *et al.*, 2005). As operações, por sua vez, necessitam estar alinhadas estrategicamente com às exigências do Mercado, a fim de que se mantenham competitivas (Olhager, 2003). Neste sentido, o gerenciamento da demanda é uma atividade de extrema importância uma vez que vincula o PCP às necessidades e “desejos” do Mercado. As atividades relacionadas ao gerenciamento da demanda devem ser realizadas de acordo com a estratégia da empresa, a capacidade de produção e a necessidade dos clientes. Diferentes estratégias, capacidades e necessidades do mercado definem diferentes abordagens de produção (Vollmann *et al.*, 2005).

Conforme destacado anteriormente, as diferentes abordagens de produção são relacionadas Ponto de Penetração do Pedido e essas abordagens de produção estão ligadas aos diferentes momentos do OPP (Olhager, 2003), conforme pode ser observado na Figura 2.

**Figura 2 -** Abordagens de produção e posicionamentos do OPP



**Fonte:** Adaptado de Olhager (2003).

Qualquer alteração no OPP deve ter motivação estratégica, uma vez que seu reposicionamento afeta vários fatores que tem influência na competitividade de uma companhia (Leong; Snyder; Ward, 1990; Olhager, 2003). Ao reposicionar o OPP para frente, pode-se reduzir o *lead-time* de entrega e otimizar o processo produtivo, reduzindo o custo deste processo, entretanto a flexibilidade de mix e volume pode ser prejudicada, além de haver um possível aumento dos estoques, que ocasiona maior custo com a operacionalização dos estoques e maior risco de obsolescência, uma vez que a produção é planejada de acordo com a previsão da demanda

(Olhager, 2003). Ao reposicionar o OPP para trás, pode-se aumentar o grau de customização do produto, reduzir estoques e risco de obsolescência, visto que a produção é baseada em demanda real, no entanto, o *lead-time* é maior, além de haver redução da produtividade, uma vez que as oportunidades de otimização são prejudicadas, impactando no custo do processo produtivo (Olhager, 2003).

Em atividades industriais, responsáveis por grande parte da emissão de gases de efeito estufa (Linke, 2015), o fator ambiental também deve ser considerado na avaliação do reposicionamento do OPP; dado que existe uma pressão crescente para que as companhias tenham responsabilidade ambiental em todas as atividades (Singh *et al.*, 2008), devido as mudanças climáticas e seus efeitos globais representam a maior ameaça da sociedade atual (Linke, 2015).

O presente estudo buscou analisar as estratégias *Make-to-Order* e *Make-to-Stock* (Quadro 1) pelo fato de serem as abordagens adotadas pela indústria siderúrgica em seus processos produtivos.

**Quadro 1** - Comparativo entre as estratégias *Make-to-Order* e *Make-to-Stock*

	<b><i>Make-to-Order (MTO)</i></b>	<b><i>Make-to-Stock (MTS)</i></b>
Foco do planejamento	Atendimento ao cliente	Previsão da demanda
Vantagens competitivas	Flexibilidade de mix e volume (Customização) e qualidade	tempo de entrega, confiabilidade (disponibilidade) e preço
Problemas operacionais	Planejamento da capacidade, aceitação/rejeição de pedidos e atendimento do cliente dentro do prazo	Planejamento de estoque, definição do tamanho do lote de produção e previsão de demanda

**Fonte:** Olhager (2003); Soman *et al.* (2004); Rafiei e Rabbani (2011).

Na indústria de siderurgia, para melhorar a qualidade do produto e reduzir o custo total de produção, geralmente, observa-se a utilização da estratégia de produção MTO, uma vez que alta variabilidade e baixo volume, usualmente, são características dos pedidos (Zhang *et al.*, 2015). Algumas indústrias siderúrgicas adotaram a abordagem híbrida que combina as estratégias MTO e MTS para extrair os benefícios de ambas as abordagens (Denton; Gupta; Jawahir, 2003; Kerkkänen, 2007).

Diante da complexidade do processo de tomada de decisão em relação a essas estratégias de produção, o presente estudo, buscou analisar, através de um estudo de caso, os fatores mais significativos no processo de definição da abordagem de produção para a competitividade de uma indústria de siderurgia.

## 2.2 Análise Multicritério

O processo de tomada de decisão pode ser complexo, visto que pode envolver diferentes perspectivas, preferências e valores dos responsáveis e impactados pelas decisões tomadas (Marttunen; Lienert; Belton, 2017). Neste contexto, a análise multicritério na tomada de decisão (AMD) é um conjunto de abordagens sistemáticas desenvolvidas especificamente para apoiar a avaliação de alternativas com objetivos múltiplos e conflitantes (Belton; Stewart, 2002).

A AMD se constitui por procedimentos sistemáticos e analíticos que lidam com diferentes tipos de problemas de decisão, como classificação, ordenação e escolha, a fim de ajudar especialistas e tomadores de decisão a encontrar soluções robustas e inteligentes para problemas multicritérios (Zare *et al.*, 2016).

Aplicações recentes de AMD não tem tido como foco apenas o processo de tomada decisão entre as alternativas, tem também contribuído para explorar as alternativas, facilitar a comunicação, melhorar o aprendizado e auxiliar na busca por soluções conjuntas (Belton; Stewart, 2002). Em função disto, têm sido utilizadas extensivamente na ciência e indústria para melhorar a qualidade das decisões tornando o processo mais explícito, racional e eficiente (Lai; Ishizaka, 2020; Zare *et al.*, 2016).

Na análise de decisão multicritério (AMD), o objetivo geral é determinar a ordem de preferência entre as alternativas disponíveis ( $A_1, A_2, \dots, A_n$ ). As preferências dos tomadores de decisão dependem da importância relativa das alternativas de acordo com uma série de critérios ( $C_1, C_2, \dots, C_n$ ) que foram identificados por especialistas e/ou *stakeholders* relevantes como fatores que devem ser considerados durante a tomada de decisão.

Inicialmente, as opções são avaliadas de acordo com cada critério separadamente, ou seja, para cada critério, o decisor deve fornecer uma pontuação à cada alternativa. A partir de então, os métodos de AMD são aplicados a fim de

combinar as pontuações dos critérios obtidos para cada alternativa em uma classificação geral de preferência de alternativas (Adiat; Nawawi; Abdullah, 2012).

Existem diversos métodos AMD, sendo um dos mais populares, o método Processo Hierárquico Analítico (AHP do inglês *Analytic Hierarchy Process*), que utiliza a comparação par-a-par para a classificação das alternativas a fim de identificar as prioridades (Feizizadeh; Jankowski; Blaschke, 2014; Lai; Ishizaka, 2020; Saaty, 1977; Zare *et al.*, 2016). Este método foi escolhido para a análise realizada no presente estudo, pois permite a consideração tanto de fatores quantitativos quanto de fatores qualitativos (Lai; Ishizaka, 2020; Zare *et al.*, 2016).

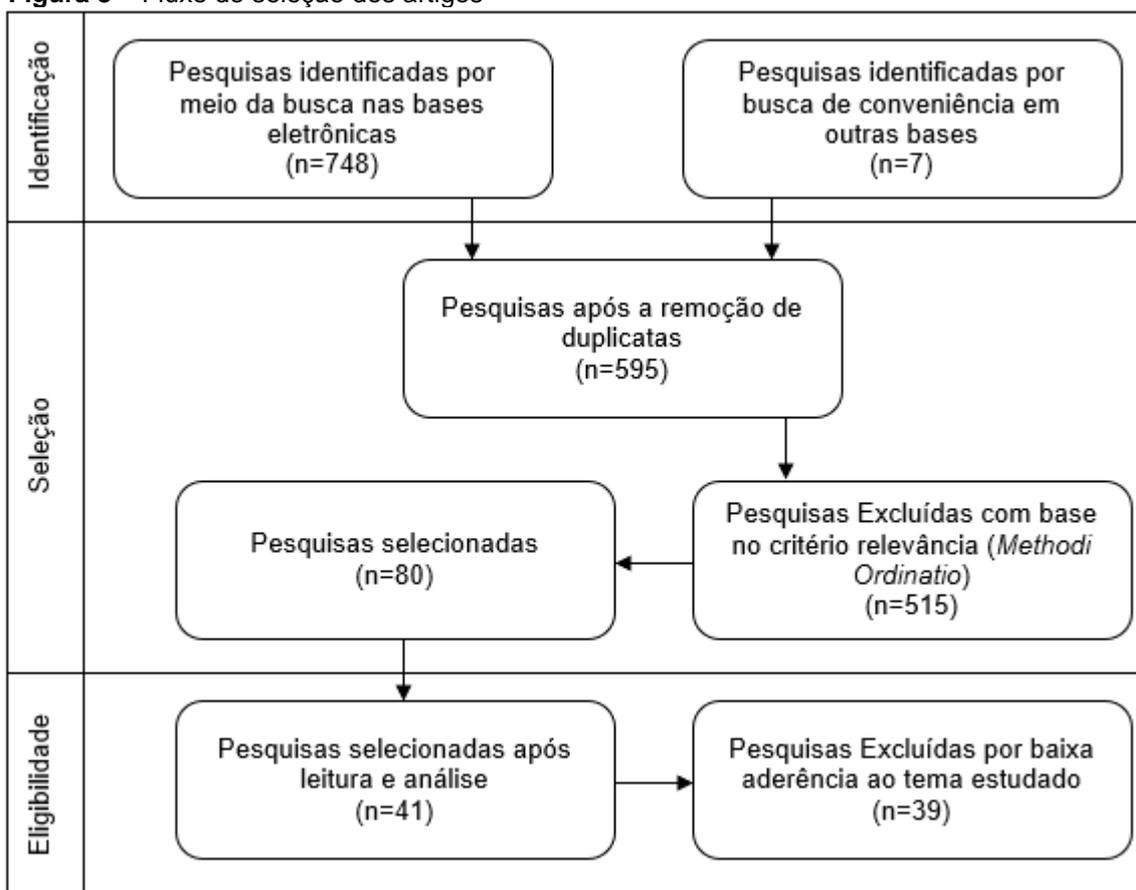
### 3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada a partir da abordagem de estudo de caso, que tem como objetivo descrever fenômenos em um contexto real e contemporâneo (Eisenhardt Kathleen, 1989; Yin, 2010). Foi ainda conduzida uma revisão sistematizada da literatura como forma de identificar na literatura os principais estudos desenvolvidos na área da pesquisa.

A revisão sistematizada foi realizada nas bases Web of Science e Scopus, utilizando como parâmetros as seguintes palavras-chave e combinação de operadores: "*Manufacturing Planning Control*" OR "*Production Planning Control*" OR "*Strategy Manufacturing*" OR "*Customer Order Decoupling Point*" OR "*Order Penetration Point*", no período dos últimos 5 (cinco) anos, de 2018 a 2022. Adicionalmente, foram realizadas, por conveniência, buscas nas bases do *Google School* e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Foram analisadas qualidade e relevância da pesquisa por meio do método chamado *Methodi Ordinatio*, que constrói um *ranking* das pesquisas levando em consideração o fator de impacto do periódico, o ano de em que a pesquisa foi desenvolvida e o ano em que foi publicada, além do número de vezes que foi citada na literatura (Pagani; Kovaleski; Resende, 2015). O estudo considerou os artigos que apresentaram o indicador do *methodi ordinatio* maior que 10.

**Figura 3 – Fluxo de seleção dos artigos**



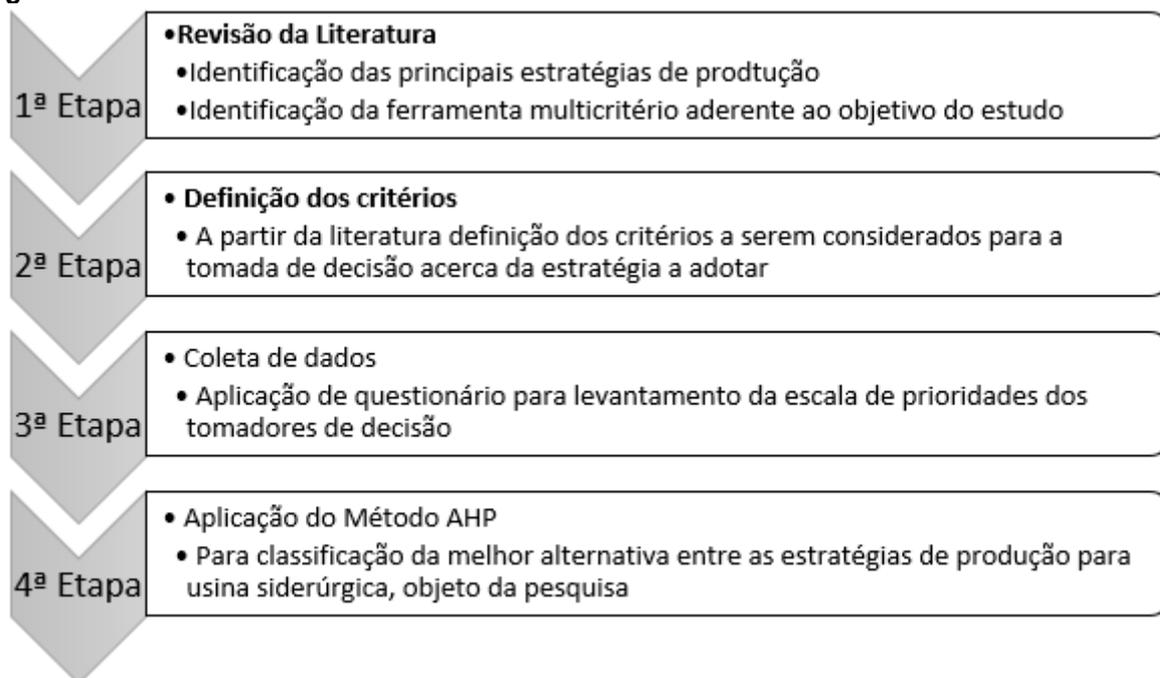
**Fonte:** Elaborado pelos autores.

A partir da definição dos critérios a serem considerados, foi elaborado um instrumento de coleta de dados em forma de um questionário estruturado de questões fechadas, com escala numérica de 1 (um) a 9 (nove) baseada na escala fundamental de Saaty (Tabela 1) de forma que, por meio dele, fosse possível construir uma matriz de comparação pareada dos critérios.

Em seguida, o questionário foi aplicado a um grupo de dez decisores com experiência mínima de 12 anos no segmento siderúrgico por macro áreas distintas de atuação, como Logística, Aciaria, Comercial etc, de forma a evitar vieses nos resultados da pesquisa. Com base nos resultados obtidos pós-aplicação do questionário, o método AHP foi aplicado e os resultados foram analisados e discutidos, na seção 4.

A Figura 4, apresenta graficamente o fluxo do desenvolvimento do estudo.

**Figura 4** – Fluxo do desenvolvimento do estudo



Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3.1 Método AHP

O AHP pode ser aplicado para ajudar os tomadores de decisão a fazer comparações entre os critérios e facilitar o processo de avaliação da importância relativa dos muitos critérios de uma só vez.

Uma escala de importância de 1 a 9 é proposta por Saaty (1977) para essas comparações (Tabela 1).

**Tabela 1** - Escala Fundamental de Saaty

Intensidade da importância	Descrição
1	Mesma importância
3	Importância moderada
5	Importância forte
7	Importância muito forte
9	Importância extrema
2, 4, 6, 8	Valores intermediários

Fonte: Saaty (1977).

A entrada básica é a matriz de comparação de n critérios, estabelecida com base nas razões de Escala Fundamental de Saaty, que é da ordem (n x n) conforme definido pela Equação 1 (Saaty, 1977):

$$A = [a_{ij}], i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

Onde A é a matriz dos elementos  $a_{ij}$ . A matriz A geralmente tem a propriedade de reciprocidade, expressa matematicamente por (Eq. 2) (Saaty, 1977):

$$A_{ij} = 1/a_{ji} \quad (2)$$

A matriz A geralmente também tem a propriedade de transitividade, onde:

Se  $a_{i1} \leq a_{i2}$  e  $a_{i2} \leq a_{i3}$ , então  $a_{i1} \leq a_{i3}$ , para  $\forall a_{i1}, a_{i2}, a_{i3} \in R$

Para a aplicação do método AHP é importante que os pesos derivados da matriz estejam consistentes. Para avaliar a consistência dos pesos, o método AHP fornece um indicador de consistência (C) dado por (Eq. 3) (Saaty, 1977):

$$C = \frac{IC}{IA} \quad (3)$$

Onde, IA, índice de aleatoriedade, é a média do resultado da consistência de acordo com a ordem da matriz dado por Saaty (1977) (Tabela 2):

**Tabela 2** - Valores tabelados para IA

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

O índice de consistência (IC) pode ser expresso por (Eq. 4):

$$IC = \quad (4)$$

Onde  $\lambda_{max}$  é o maior ou principal autovalor da matriz e n é a ordem da matriz. Um indicador de consistência cujo valor é menor ou igual a 0,10 indica que a comparação par-a-par da matriz tem consistência aceitável, seus pesos são válidos e podem ser utilizados, caso contrário, a matriz precisa ser ajustada (Saaty, 1977).

Após a avaliação da consistência da matriz, o AHP calcula a ponderação dos pesos dos critérios ( $p_c$ ) (Saaty, 1977). Vários métodos foram propostos a fim de calcular as prioridades a partir de uma matriz de comparação pareada, dentre eles: o método da soma normalizada, o método do autovetor e o método da média geométrica (Ishizaka; Nemery, 2013).

O método da soma normalizada requer apenas adições e médias, mas não calcula a consistência das matrizes. O método do autovetor calcula não somente as prioridades, mas também o grau de consistência das matrizes, entretanto, ao utilizar-se deste método, em alguns casos, pode ocorrer o fenômeno de reversão de classificação após uma inversão de escala (Ishizaka; Nemery, 2013). Para

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 23, n. 3, e-5007, 2023.

solucionar este problema, foi proposto por Crawford e Williams (1985), o método da média geométrica, em que as prioridades são obtidas a partir da média geométrica dos elementos de uma linha dividido pela soma das médias geométricas de todas as linhas da matriz A (Eq. 5):

$$p_c = \frac{(\prod_{j=1}^n a_{ij})^{1/n}}{\sum_{i=1}^n (\prod_{j=1}^n a_{ij})^{1/n}}, i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (5)$$

De forma análoga, a fim de se obter a ponderação dos pesos das alternativas para cada critério ( $p_i$ ), as diversas alternativas são analisadas a luz de cada critério individualmente e o vetor de peso das alternativas para cada critério ( $p_i$ ) é calculado. Então, a partir da agregação dos vetores de peso das alternativas para cada critério ( $p_i$ ), elabora-se a matriz de pontuações P que é da ordem (m x n), onde m é o número de alternativas e n é o número de critérios. Sendo assim, o vetor de prioridades global ( $\vec{g}$ ) é calculado por (Eq. 6):

$$\vec{g} = P p_c \quad (6)$$

Quando a decisão é tomada em grupo, os julgamentos individuais realizados devem ser agregados. Para isto, segundo Forman e Peniwati (1998), é preciso analisar as características do grupo a fim de se definir a melhor forma de realizar a agregação. Se o grupo atua como uma unidade, usualmente, utiliza-se a abordagem Agregação Individual de Julgamentos (AIJ), onde obtém-se uma única matriz de decisão por meio agregação das matrizes individuais de decisão. Se a análise é realizada de maneira individual, geralmente, utiliza-se a Agregação Individual de Prioridades (AIP), onde são agregados os vetores de prioridades após os julgamentos completos de cada decisor do grupo.

Para a abordagem AIJ, a condição de reciprocidade entre os julgamentos deve ser satisfeita. Portanto, a agregação das matrizes individuais de decisão só deve ser realizada por meio da média geométrica uma vez que, desta forma, são satisfeitas duas condições: unanimidade (princípio de Pareto) (Eq. 6) e homogeneidade, onde se estabelece que caso todos os decisores julguem um critério A como n vezes mais importante que um critério B, o resultado do julgamento final após agregação também deve apresentar A n vezes mais importante que B (Forman; Peniwati, 1998). Em relação à abordagem AIP, pode-se utilizar tanto a média aritmética quanto a média geométrica para realizar a agregação dos vetores

individuais de prioridade, entretanto, a média geométrica é mais recomendada visto que é mais consistente em relação ao significado dos julgamentos e prioridades, existente em medidas em escala de magnitude, que é o caso do AHP (Forman; Peniwati, 1998).

Se  $a_i \geq b_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , então  $\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n a_i} \geq \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n b_i}$ , dado que  $a_i \geq 0$  e  $b_i \geq 0$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  (6)

#### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Dentre os fatores competitivos que são afetados pelo posicionamento do OPP (Olhager, 2003), identificados na revisão da literatura, foram eleitos os mais pertinentes no contexto de uma usina siderúrgica por profissionais experientes do segmento (Quadro 2).

Os critérios avaliados são descritos no Quadro 2.

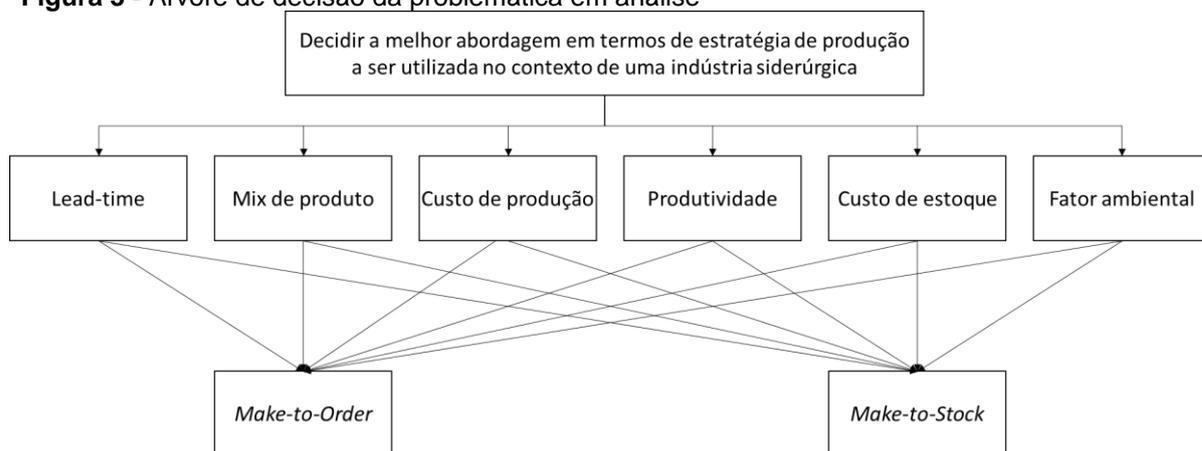
**Quadro 2** - Descrição dos critérios avaliados

Critério	Descrição
C1 <i>Lead-time</i>	O <i>lead-time</i> mede o tempo de entrega ao cliente a partir do recebimento do pedido de venda. Geralmente, a maioria dos clientes deseja seus produtos o mais rápido possível, por isto o prazo de entrega do produto é um dos critérios avaliados.
C2 Mix de produto	O mix de produto mede o grau de customização e variedade de produtos. Quando o mix de produto é alto, pode-se ampliar a variedade de produtos e o grau de customização.
C3 Produtividade	A produtividade se trata da capacidade de realizar o máximo de trabalho possível com o mínimo de recursos necessários.
C4 Custo de produção	O custo de produção corresponde ao custo total para se produzir determinado produto.
C5 Custo de estoque	O custo de estoque está relacionado à quantidade de produtos acabados ociosos. Quando o estoque está alto, o fluxo de caixa é impactado, além de ser necessário uma grande área de depósito. Pode acontecer também dos produtos em estoque serem descartados ou ficarem obsoletos devido à ferrugem do metal.
C6 Fator ambiental	A questão ambiental é de extrema relevância, principalmente para atividades industriais. O critério fator ambiental está relacionado ao impacto ambiental.

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

As alternativas da problemática em análise estão relacionadas às estratégias de produção que podem ser aplicadas à indústria siderúrgica, as quais são *Make-to-Order* e *Make-to-Stock*. Deste modo, foi possível estruturar a árvore de decisão do problema em questão (Figura 3).

**Figura 3** - Árvore de decisão da problemática em análise



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Pós-aplicação de questionário, com base nos julgamentos realizados pelo primeiro decisor, foi possível obter a Matriz de Julgamentos exposta na Tabela 3.

**Tabela 3** - Matriz de Julgamento do decisor 1

<b>Crítérios</b>	<b>Lead-time</b>	<b>Mix de Produto</b>	<b>Custo de Produção</b>	<b>Produtividade e</b>	<b>Custo Estoque</b>	<b>Fator ambiental</b>
Lead-time	1	2	1	1/5	2	1/5
Mix de Produto	½	1	¼	1/3	1	1/5
Custo Produção	1	4	1	2	6	1/2
Produtividade	5	3	½	1	5	1/3
Custo de Estoque	½	1	1/6	1/5	1	1/6
Fator Ambiental	5	5	2	3	6	1

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

A Matriz de Julgamentos do decisor 1 tem consistência aceitável, uma vez que seu indicador de consistência é igual a 0,073 (menor que 0,10), ou seja, seus pesos são válidos e podem ser utilizados. Desta forma, foi possível obter o vetor de pesos associado a esta matriz (Tabela 4).

**Tabela 4** - Vetor de pesos associado à Matriz de Julgamento do decisor 1

<b>Crítérios</b>	<b>Pesos</b>
Lead-time	0,093
Mix de Produto	0,057
Custo Produção	0,215
Produtividade	0,193
Custo de Estoque	0,048
Fator Ambiental	0,394

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

De forma análoga, o processo de construção da matriz de julgamentos, análise de consistência e obtenção do vetor de pesos foi realizado com base nos julgamentos dos demais decisores. Todas as matrizes de Julgamentos obtiveram indicador de consistência aceitável (Tabela 5).

**Tabela 5** - Indicador de consistência da Matriz de Julgamento de cada decisor

<b>Decisor</b>	<b>C</b>	<b>IC</b>	$\lambda_{max}$
1	0,073	5,190	6,436
2	0,076	5,218	6,470
3	0,086	5,267	6,531
4	0,033	5,006	6,207
5	0,089	5,282	6,550
6	0,085	5,262	6,525
7	0,083	5,255	6,516
8	0,055	5,108	6,334
9	0,073	5,202	6,451
10	0,098	5,328	6,607

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Sendo assim, foi possível obter um vetor de pesos para cada decisor, conforme exposto na Tabela 6.

**Tabela 6** - Vetores de pesos associados à Matriz de Julgamento de cada decisor

<b>Decisores</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Lead-time	0,093	0,088	0,134	<b>0,056</b>	0,260	0,040	0,050	0,071	0,137	0,091
Mix de Produto	0,057	0,116	0,160	0,077	0,078	0,357	0,084	<b>0,053</b>	0,399	0,172
Custo Produção	0,215	0,180	0,085	0,077	0,070	<b>0,056</b>	0,296	0,307	0,071	0,169
Produtividade	0,193	0,116	<b>0,030</b>	0,064	<b>0,058</b>	0,076	0,091	<b>0,314</b>	0,053	0,054
Custo de Estoque	<b>0,048</b>	<b>0,034</b>	0,120	0,323	0,064	0,135	<b>0,049</b>	0,259	<b>0,034</b>	<b>0,031</b>
Fator Ambiental	<b>0,394</b>	<b>0,467</b>	<b>0,625</b>	<b>0,488</b>	<b>0,791</b>	<b>0,407</b>	<b>0,739</b>	0,035	<b>0,592</b>	<b>0,763</b>

● Critério com menor peso

● Critério com maior peso

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

O grupo dos decisores em questão se trata de uma equipe multidisciplinar. Por isto, a análise foi realizada de maneira individual, sendo assim, para unificar os resultados deve-se optar pela Agregação Individual, em que os vetores são agregados após os julgamentos completos de cada decisor do grupo, ou seja, por meio do cálculo da média geométrica das linhas da Tabela 6. Deste modo, foi obtida a classificação do vetor final de pesos dos critérios apresentada na Tabela 7.

**Tabela 7 - Classificação do vetor final de pesos dos critérios**

<b>Classificação</b>	<b>Critérios</b>	<b>Pesos</b>
1°	Fator Ambiental	0,429
2°	Custo Produção	0,127
3°	Mix de Produto	0,121
4°	Lead-time	0,088
5°	Produtividade	0,083
6°	Custo de Estoque	0,077

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Como é possível observar por meio da Tabela 6, o critério Fator Ambiental foi considerado o critério mais relevante no momento de decisão em relação à estratégia de produção no contexto siderúrgico da empresa analisada. Isto pode ser devido aos impactos ambientais causados pela indústria atrelados à crescente preocupação ambiental da sociedade atual (Linke, 2015; Singh *et al.*, 2008) e a preocupação ambiental existente nas políticas internas da empresa. Muitas usinas lançam atenção especial à questão ambiental, não somente por conta das leis ambientais que determinam limites de impacto aceitáveis, como também por conta da imagem da empresa perante a sociedade, além dos danos já causados pela ação antrópica no planeta Terra.

Neste sentido, ao analisar as estratégias de produção, o *Make-to-Order* parece ser uma alternativa interessante em busca de atender as questões ambientais, uma vez que, por exemplo, a emissão de gás carbônico (CO<sup>2</sup>) dos equipamentos para movimentação do estoque é menor em consequência dos menores níveis de estoque desta estratégia.

Adicionalmente, observou-se o custo de produção como segundo fator mais relevante segundo este estudo, e que está relacionado à viabilidade da produção.

Usualmente, os custos de produção de indústrias siderúrgicas são altos e é preciso sempre avaliar os impactos da produção de determinado produto (a margem comercial, as consequências do não atendimento etc.). É uma análise complexa que deve considerar inúmeros fatores (Zhang *et al.*, 2015). É possível, em determinada situação, por exemplo, aumentar o custo de produção com o objetivo de reduzir o impacto ambiental. De qualquer forma, em relação à estratégia de produção, ao considerar somente o custo de produção, a abordagem *Make-to-Stock* pode ser a melhor alternativa visto que é possível otimizar todo o processo produtivo, aumentando a produtividade (quinto critério mais relevante segundo este estudo). Entretanto, não se pode desconsiderar a avaliação final a partir do conjunto de critérios como um todo e o impacto que cada um critério pode gerar em outro.

A melhor abordagem de produção considerando o mix de produto, terceiro critério mais relevante segundo este estudo, é a *Make-to-Order*, em função da possibilidade de maior grau de customização de produto. A oferta de uma gama de produtos mais variada confere maior competitividade uma vez que possibilita a diversificação dos segmentos de mercado atendidos (Denton; Gupta; Jawahir, 2003; Zhang *et al.*, 2015), o que elimina a dependência de determinado segmento de mercado, resultando em menor risco para o negócio. Entretanto, o mix de produto pode aumentar custo de produção, reduzir a produtividade e aumentar a complexidade da gestão da carteira.

Reduzir o *lead-time* e/ou o entregar o produto de acordo com o prazo acordado, pode favorecer a competitividade, dado que contribui para a fidelização dos clientes. Em indústrias *JIT (Just-In-Time)*, por exemplo, receber o produto conforme planejado é de extrema importância para a continuidade da operação. Ao avaliar apenas o critério *lead-time*, a abordagem *Make-to-Stock* pode se mostrar a melhor alternativa devido a manutenção de maiores níveis de estoque. Porém, é necessário considerar os custos de estoque associados à esta estratégia, posto que altos níveis de estoque demandam de espaço e estrutura física disponível para armazenagem dos produtos, além do risco de ocorrer o sucateamento dos produtos devido à oxidação do aço. Neste sentido, ao avaliar o critério custo de estoque, a abordagem *Make-to-Order* pode ser a melhor alternativa.

Por meio da análise previa da relação dos critérios e alternativas, propõe-se os julgamentos para as alternativas em relação aos critérios expostos na Tabelas 8.

**Tabela 8** – Matriz de comparação dos pares em função dos Critérios

<b>Fator Ambiental</b>	MTS	MTO
MTS	1	1/3
MTO	3	1
<b>Custo de produção</b>	MTS	MTO
MTS	1	3
MTO	1/3	1
<b>Flexibilidade</b>	MTS	MTO
MTS	1	1/7
MTO	7	1
<b>Lead-time</b>	MTS	MTO
MTS	1	7
MTO	1/7	1
<b>Produtividade</b>	MTS	MTO
MTS	1	5
MTO	1/5	1
<b>Custo de Estoque</b>	MTS	MTO
MTS	1	1/5
MTO	5	1

Fonte: Elaborado pelos autores.

Desta forma, foi possível obter um vetor de pesos em relação a cada critério analisado (Tabela 9).

**Tabela 9** - Vetores de pesos das alternativas em relação a cada critério

	Fator ambiental	Custo de Produção	Flexibilidade	Lead-time	Produtividade	Custo de estoque
MTS	0,250	0,750	0,125	0,875	0,833	0,167
MTO	0,750	0,250	0,875	0,125	0,167	0,833

Fonte: Elaborado pelos autores.

Por fim, foi possível obter a classificação final das alternativas (Tabela 10).

**Tabela 10** - Classificação das alternativas

Alternativas	Pesos	Classificação
MTO	0,414	1°
MTS	0,377	2°

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se, portanto que existe um indicativo de que a melhor alternativa para o segmento siderúrgico seja a abordagem *Make-to-Order*, entretanto ao analisar os valores dos pesos das duas alternativas (Tabela 14), percebe-se que estão relativamente próximos (diferença de 0,037). Sendo assim, caso os julgamentos propostos para as alternativas em relação aos critérios sejam minimamente revistos, a classificação final das alternativas pode sofrer alteração, o que pode indicar que a combinação de ambas as estratégias também seja uma boa alternativa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo, através de um estudo de caso, avaliar quais são os fatores mais importantes a serem considerados no momento de decisão quanto à escolha da estratégia de produção de uma usina siderúrgica. Para isso foi utilizada uma abordagem de análise multicritério com a aplicação do método AHP.

Os resultados apresentaram a hierarquização dos fatores mais relevantes a serem considerados no momento de decisão quanto à estratégia de produção no contexto siderúrgico diante das políticas organizacionais da empresa em análise.

Ademais, por meio da hierarquização obtida e análise dos critérios realizada, foram propostos julgamentos das alternativas em relação aos critérios, de forma a constatar a existência de indicativo de que a melhor alternativa pode ser a abordagem *Make-to-Order*. No entanto, devido os valores dos pesos estarem relativamente próximos, talvez a combinação das abordagens *Make-to-Order* e *Make-to-Stock* também possa ser uma boa estratégia de modo a extrair os benefícios de ambas as abordagens.

Destaca-se que o estudo se limitou a uma única empresa do segmento de siderurgia e, portanto, às políticas próprias a organização. Desta forma, acredita-se na possibilidade de reaplicação do estudo em outras organizações do segmento como forma de corroborar com o modelo reafirmando os critérios de decisão ou contestando-os.

Adicionalmente, sugere-se trabalhos futuros, que proponham simulação que possam conduzir a análise da combinação das estratégias *Make-to-Order* e *Make-*

*to-Stock*, assim como os fatores competitivos se relacionam e seus impactos em cada abordagem de estratégia de produção principalmente em relação ao fator ambiental que se mostrou o critério mais importante por meio da aplicação do AHP. É preciso estudar mais profundamente qual abordagem confere maior impacto ambiental e quais seriam estes impactos.

## REFERÊNCIAS

ADIAT, K. A. N.; NAWAWI, M. N. M.; ABDULLAH, K. Assessing the accuracy of GIS-based elementary multi criteria decision analysis as a spatial prediction tool--a case of predicting potential zones of sustainable groundwater resources. **Journal of Hydrology**, [S. l.], v. 440, p. 75–89, 2012.

BANERJEE, S. K.; KOUROUKLIS, A. P.; PENMAN, J. Manufacturing planning and control decision model: A design methodology. **International journal of production economics**, [S. l.], v. 34, n. 3, p. 283–292, 1994.

BELTON, Valerie; STEWART, Theodor. **Multiple criteria decision analysis: an integrated approach**. [S. l.]: Springer Science & Business Media, 2002. *E-book*.  
BONNEY, Maurice. Reflections on production planning and control (PPC). **Gestão & produção**, [S. l.], v. 7, p. 181–207, 2000.

CRAWFORD, Gordon; WILLIAMS, Cindy. A note on the analysis of subjective judgment matrices. **Journal of mathematical psychology**, [S. l.], v. 29, n. 4, p. 387–405, 1985.

DAABOUL, Joanna; LAROCHE, Florent; BERNARD, Alain. Determining the CODP position by value network modeling and simulation. *In*: 2010, **2010 IEEE International Technology Management Conference (ICE)**. [S. l.: s. n.] p. 1–10.

DENTON, Brian; GUPTA, Diwakar; JAWAHIR, Keith. Managing increasing product variety at integrated steel mills. **Interfaces**, [S. l.], v. 33, n. 2, p. 41–53, 2003.

EISENHARDT KATHLEEN, M. Building Theories form Case Study Research. **Academy of Management Review**, [S. l.], v. 14, n. 4, 1989.

FEIZIZADEH, Bakhtiar; JANKOWSKI, Piotr; BLASCHKE, Thomas. A GIS based spatially-explicit sensitivity and uncertainty analysis approach for multi-criteria decision analysis. **Computers & geosciences**, [S. l.], v. 64, p. 81–95, 2014.

FERA, M. *et al.* The role of uncertainty in supply chains under dynamic modeling. **International Journal of Industrial Engineering Computations**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 119–140, 2017.

FORMAN, Ernest; PENIWATI, Kirti. Aggregating individual judgments and priorities with the analytic hierarchy process. **European journal of operational research**, [S. l.], v. 23, n. 3, e-5007, 2023.

*I.*, v. 108, n. 1, p. 165–169, 1998.

GHALEHKHONDABI, Iman; SORMAZ, Dusan; WECKMAN, Gary. Multiple customer order decoupling points within a hybrid MTS/MTO manufacturing supply chain with uncertain demands in two consecutive echelons. **Opsearch**, [*S. I.*], v. 53, p. 976–997, 2016.

GHALEHKHONDABI, Iman; SUER, Gursel. Production line performance analysis within a MTS/MTO manufacturing framework: a queueing theory approach. **Production**, [*S. I.*], v. 28, 2018.

ISHIZAKA, Alessio; NEMERY, Philippe. **Multi-criteria decision analysis: methods and software**. [*S. I.*]: John Wiley & Sons, 2013. *E-book*.

KERKKÄNEN, Annastiina. Determining semi-finished products to be stocked when changing the MTS-MTO policy: Case of a steel mill. **International Journal of Production Economics**, [*S. I.*], v. 108, n. 1–2, p. 111–118, 2007.

KÖBER, Jonathan; HEINECKE, Georg. Hybrid production strategy between make-to-order and make-to-stock--a case study at a manufacturer of agricultural machinery with volatile and seasonal demand. **Procedia Cirp**, [*S. I.*], v. 3, p. 453–458, 2012.

LAI, Yi-Ling; ISHIZAKA, Alessio. The application of multi-criteria decision analysis methods into talent identification process: A social psychological perspective. **Journal of Business Research**, [*S. I.*], v. 109, p. 637–647, 2020.

LEONG, G. Keong; SNYDER, David L.; WARD, Peter T. Research in the process and content of manufacturing strategy. **Omega**, [*S. I.*], v. 18, n. 2, p. 109–122, 1990.

LINKE, Paula Piva. **Controle de Emissões de CO2 na Siderurgia**: Estratégias empresariais da Arcelor Mittal Tubarão. <http://www.usp.br/mudarfuturo/cms/wp-content/uploads/08-ArcelorMittal-Controle-de-Emissao%CC%83es-de-CO2-na-Siderurgia.pdf>. Acesso em, [*S. I.*], v. 20, n. 05, p. 2016, 2015.

LIU, Weihua *et al.* The optimal decision of customer order decoupling point for order insertion scheduling in logistics service supply chain. **International journal of production economics**, [*S. I.*], v. 175, p. 50–60, 2016.

MAIER, Janine Tatjana *et al.* The effects of hybrid order processing strategies on economic and logistic objectives. **Procedia CIRP**, [*S. I.*], v. 96, p. 266–271, 2021.

MARTTUNEN, Mika; LIENERT, Judit; BELTON, Valerie. Structuring problems for Multi-Criteria Decision Analysis in practice: A literature review of method combinations. **European journal of operational research**, [*S. I.*], v. 263, n. 1, p. 1–17, 2017.

OLHAGER, Jan. Strategic positioning of the order penetration point. **International journal of production economics**, [*S. I.*], v. 85, n. 3, p. 319–329, 2003.

OLHAGER, Jan. The role of the customer order decoupling point in production and supply chain management. **Computers in industry**, [S. l.], v. 61, n. 9, p. 863–868, 2010.

OLUYISOLA, Olumide Emmanuel; SGARBOSSA, Fabio; STRANDHAGEN, Jan Ola. Smart production planning and control: Concept, use-cases and sustainability implications. **Sustainability**, [S. l.], v. 12, n. 9, p. 3791, 2020.

PAGANI, Regina Negri; KOVALESKI, João Luiz; RESENDE, Luis Mauricio. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, [S. l.], v. 105, n. 3, p. 2109–2135, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1744-x>

PINHEIRO, Nathália Marcia Goulart *et al.* Performance evaluation of pulled, pushed and hybrid production through simulation: a case study. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, [S. l.], v. 16, n. 4, p. 685–697, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.14488/bjopm.2019.v16.n4.a13>

POURNAMAZI, Seyedeh Roya; GHASEMY YAGHIN, R.; JOLAI, Fariborz. Positioning push--pull boundary in a hesitant fuzzy environment. **Expert Systems**, [S. l.], v. 38, n. 2, p. e12616, 2021.

RAFIEI, Hamed; RABBANI, Masoud. Order partitioning and order penetration point location in hybrid make-to-stock/make-to-order production contexts. **Computers & Industrial Engineering**, [S. l.], v. 61, n. 3, p. 550–560, 2011.

SAATY, Thomas L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of mathematical psychology**, [S. l.], v. 15, n. 3, p. 234–281, 1977.

SETTO, Giani Cláudia; BRASIL, Gutemberg H.; DA CRUZ VIEIRA, Wilson. A inserção do setor siderúrgico na economia capixaba: uma análise de insumo-produto. **Revista de economia e agronegócio**, [S. l.], v. 3, n. 1, 2005.

SINGH, R. Kumar *et al.* Development and implementation of environmental strategies for steel industry. **International Journal of Environmental Technology and Management**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 69–86, 2008.

SOMAN, Chetan Anil; VAN DONK, Dirk Pieter; GAALMAN, Gerard. Combined make-to-order and make-to-stock in a food production system. **International journal of production economics**, [S. l.], v. 90, n. 2, p. 223–235, 2004.

TEIMOURY, E. *et al.* A queuing approach for making decisions about order penetration point in multiechelon supply chains. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, [S. l.], v. 63, p. 359–371, 2012.

VASCONCELLOS, Luis Henrique Rigato; SAMPAIO, Mauro; FONSECA, Henrique. Implementando a Lógica de Produção Puxada: Uma Pesquisa-Ação. **Journal of Contemporary Administration**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 181–196, 2021. Disponível em:

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 23, n. 3, e-5007, 2023.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2022210151>

VOLLMANN, T. E. *et al.* **Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management**. New York, NY, USA: [s. n.], 2005. *E-book*.

WIENDAHL, H. H.; VON CIEMINSKI, G.; WIENDAHL, H. P. Stumbling blocks of PPC: Towards the holistic configuration of PPC systems. **Production Planning & Control**, [S. l.], v. 16, n. 7, p. 634–651, 2005.

WOLFSGRUBER, Christoph; LICHTENEGGER, Gerald. Optimal Configuration in Production Planning and Control. **BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte**, [S. l.], v. 161, n. 5, p. 221–224, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00501-016-0474-6>

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre - RS: Bookman, 2010. *E-book*.

ZARE, Mojtaba *et al.* Multi-criteria decision making approach in E-learning: A systematic review and classification. **Applied Soft Computing**, [S. l.], v. 45, p. 108–128, 2016.

ZHANG, Tao *et al.* Multi-level inventory matching and order planning under the hybrid Make-To-Order/Make-To-Stock production environment for steel plants via Particle Swarm Optimization. **Computers & Industrial Engineering**, [S. l.], v. 87, p. 238–249, 2015.

## **AUTORES**

### **Agneia Januária de Freitas Rodrigues**

Estudante de pós-graduação em engenharia de produção com ênfase em tecnologias de decisão.

### **Erivelto Fioresi de Sousa**

Professor e pesquisador no Instituto Federal do Espírito Santo. Seus interesses de pesquisa atualmente incluem contabilidade gerencial e custos, gestão portuária e desenvolvimento, finanças corporativas e desenvolvimento econômico regional. Coordenador do grupo de Estudos e Pesquisas em Portos. Trabalhando em finanças, contabilidade gerencial e custos, gestão portuária.

### **Tiago José Menezes Gonçalves**

Pesquisador e professor do Instituto Federal do Espírito Santo no Brasil. Ele foi membro da equipe de manufatura digital no Centro de Competência em Manufatura (CCM-ITA) do ITA, onde prestou serviços de consultoria em modelagem, simulação e otimização de layouts de manufatura, melhoria de sistemas de entrega de serviços, desenvolvimento de planos de negócios para institutos de tecnologia e inovação, e análise para processos de privatização de aeroportos. Participou do projeto de desenvolvimento do satélite ITA-SAT, onde atuou no escopo e gestão de riscos do projeto.

**Guilherme Guilhermino Neto**

Pesquisador e professor no Instituto Federal do Espírito Santo no Brasil, onde ministra aulas em Engenharia, Gestão Empresarial e Finanças, desde níveis técnicos até pós-graduação. Seus principais interesses de pesquisa são Ciência de Dados, Previsão de Demanda e Inovação Regional.



Artigo recebido em: 18/09/2023 e aceito para publicação em: 04/11/2023  
DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v23i3.5007>