

**APLICAÇÃO DA LÓGICA FUZZY PARA ESTRATÉGIAS DE COMPRAS EM UMA
INDÚSTRIA DE VIDROS**

APPLICATION OF FUZZY LOGIC TO PURCHASING STRATEGIES IN A GLASS INDUSTRY

**APLICACIÓN DE LA LÓGICA FUZZY A LAS ESTRATEGIAS DE COMPRAS EN UNA
INDUSTRIA DE VIDRIOS**

Liliane da Silva Castanhetti

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Mestre em Administração pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná Cascavel, PR

E-mail: lilianecastanhetti@gmail.com

Cláudio Antonio Rojo

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Professor do Mestrado Profissional em Administração da UNIOESTE, Cascavel-PR

E-mail: rojo_1970@hotmail.com

Ronaldo Bulhões

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Estadual de Campinas.

Professor do Mestrado Profissional em Administração da UNIOESTE, Cascavel-PR

E-mail: ronaldo@melros.com.br

Artigo recebido em 18/12/2020. Revisado por pares em 07/06/2021. Recomendado para publicação em 10/02/2023, por Ademar Dutra (Editor Científico). Publicado em 10/03/2023 Avaliado pelo Sistema *double blind review*. ©Copyright 2022 UNISUL-PPGA/Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios. Todos os direitos reservados. Permitida citação parcial, desde que identificada a fonte. Proibida a reprodução total. Revisão gramatical, ortográfica e ABNT de responsabilidade dos autores.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi aplicar a Lógica Fuzzy para elaborar estratégias para classificação de portfólio de compras em uma indústria de vidros. A coleta de dados foi realizada junto ao setor de compras da referida indústria. Para mensuração dos dados foi utilizado o *software* InFuzzy com análise descritiva. Como resultado observou-se que 94,5% dos produtos, encontram-se no quadrante de itens estratégicos na Matriz de Portfólio. Desses produtos 60%, estão posicionados no quadrante classificados com a estratégia de “explorar”. Os resultados apontaram que o setor de compras da indústria Alfa carece de planejamento estratégico para reduzir custos.

Palavras-chave

estratégia; lógica Fuzzy; matriz de portfólio de compras; metodologia de classificação de materiais; indústria.

Abstract

The objective of this work was to apply Fuzzy Logic to develop strategies for classifying the purchasing portfolio in a glass industry. Data collection was carried out with the purchasing sector of that industry. To measure the data, the InFuzzy software with descriptive analysis was used. As a result, it was observed that 94.5% of the products are in the quadrant of strategic items in the Portfolio Matrix. Of these products, 60% are positioned in the quadrant classified with the “explore” strategy. The results showed that the purchasing sector of the Alfa industry lacks strategic planning to reduce costs.

Keywords

strategy; Fuzzy logic; purchasing portfolio matrix; material classification methodology; industry.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue aplicar Fuzzy Logic para desarrollar estrategias de clasificación del portafolio de compras en una industria del vidrio. La recolección de datos se realizó con el sector de compras de esa industria. Para medir los datos se utilizó el software InFuzzy con análisis descriptivo. Como resultado, se observó que el 94,5% de los productos se encuentran en el cuadrante de ítems estratégicos de la Matriz de Portafolio. De estos productos, el 60% se posicionan en el cuadrante clasificado con la estrategia “explorar”. Los resultados mostraron que el sector de compras de la industria Alfa carece de planificación estratégica para reducir costos.

Palabras clave

estrategia; lógica difusa; matriz de cartera de compras; metodología de clasificación de materiales; industria.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o gerenciamento da cadeia de suprimentos vem ganhando importância em virtude dos desafios da competitividade, da pressão crescente da dinâmica do ambiente econômico e da demanda crescente dos *stakeholders*. Devido a isso, a gestão dos suprimentos das empresas recebeu cada vez mais atenção e assumiu maior importância estratégica. A compra evoluiu da tradicional função clerical a um imperativo estratégico. As empresas se esforçam para encontrar maneiras de melhorar o desempenho de suas compras com o objetivo de fortalecer a vantagem competitiva no mercado. Sobre a questão de como a compra pode ser usada como uma arma estratégica, a literatura aponta diferentes soluções, por meio da execução de exercícios de compra, instrumentos e métodos (GANGURDE; CHAVAN, 2016).

No setor de compras das empresas, enquanto alguns fornecedores desempenham um papel muito crítico, fornecendo uma parte substancial dos suprimentos de uma organização, outros podem desempenhar um papel marginal. Devido a isso, os responsáveis pelo departamento de compras e suprimentos precisam formular diferentes estratégias de relacionamento para diferentes fornecedores. Dado o fato de que muitas organizações têm uma longa lista de fornecedores, é muito difícil formular estratégias de relacionamento diferentes para fornecedores individuais (REZAEI; FALLAH LAJIMI, 2019).

Dentre um dos instrumentos mais utilizados para auxiliar a tomada de decisão no gerenciamento do setor de compras encontra-se o modelo de Matriz de Portfólio de Compras (MPC) desenvolvido por Kraljic (1983), o qual tem sido utilizado até mesmo por grandes empresas como Siemens, Alcatel, Philips e Shell (GELDERMAN; VAN WEELE, 2002). Para adaptar os resultados quantitativos desta metodologia aos critérios qualitativos utilizados pelos gestores no processo de tomada de decisão há trabalhos que fazem uso da Lógica Fuzzy para posicionar categorias na matriz de portfólio de compras, proposta por Kraljic (CHEN, 2000; LIMA, 2017; MEDEIROS; FERREIRA, 2016; OSIRO, 2013).

A proposta deste estudo se justifica pelo fato de que a Matriz de Portfólio de Compras (MPC) possui grande relevância e é muito utilizada por profissionais da atividade de compras, especialmente nos EUA, Canadá e Europa. Porém, as organizações de países em desenvolvimento, como a Índia e o Brasil, encontram-se incipientes com relação à adoção da MPC (IGNACIO; SAMPAIO, 2019). Ademais, esta metodologia tem sido aplicada na indústria

automotiva (NELLORE; SÖDERQUIST, 2000), indústria do petróleo (GELDERMAN; MAC DONALD, 2008), hospital (MEDEIROS; FERREIRA, 2016) indústria de caldeiras (GANGURDE; CHAVAN, 2016), indústria da construção civil (FERREIRA; ARANTES; KHARLAMOV, 2015), entre outros. Entretanto, não foi encontrado trabalhos nesta área aplicados à uma indústria de vidros. Logo, ao preencher essa lacuna, este trabalho pretende servir como exemplo para outras indústrias de vidros, bem como ser utilizada como base para trabalhos acadêmicos futuros nessa área.

O setor de compras da indústria de vidros da indústria Alfa carece de um planejamento estratégico, em vista da pouca variedade de fornecedores e que, em períodos de crises e altas do dólar e euro, a empresa acaba se obrigando a adquirir determinados produtos com os aumentos estabelecidos pelo fornecedor, pois não possui poder de barganha devido a pouca disponibilidade de fornecedores no mercado. Além disso, há produtos que por serem fornecidos por muitas empresas, a indústria Alfa tem dificuldade em escolher entre uma delas. Sendo assim, a construção de uma Matriz de Portfólio de Compras (MPC) para a indústria Alfa poderá auxiliar a mesma a se posicionar de forma estratégica no mercado de suprimentos. Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho é aplicar a Lógica Fuzzy para elaborar estratégias para classificação de portfólio de compras em uma indústria de vidros.

Este artigo está estruturado em cinco seções, além da presente introdução. Em seguida, é apresentado o referencial teórico, no qual é realizada uma abordagem sobre Matriz de Portfólio de Compras (MPC) e Lógica Fuzzy. Na sequência, são evidenciados os procedimentos metodológicos utilizados, seguidos da descrição e análise dos resultados. Por fim, encerra-se com as conclusões e as referências utilizadas neste estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MATRIZ DE PORTFÓLIO DE COMPRAS (MPC)

Dentre os trabalhos a propor uma classificação para escolha de portfólio, um dos primeiros encontrados foi no contexto da gestão de investimentos em títulos imobiliários, com o intuito de maximizar a rentabilidade para um dado risco ou minimizar o risco para uma determinada rentabilidade (MARKOWITZ, 1952). Desde este trabalho, vários outros modelos para classificação foram propostos, entre eles a teoria de portfólio de produtos relacionado

ao Ciclo de Vida do Produto proposto por Marvin (1972) e o modelo PRESS desenvolvido por Hamelman e Mazze (1972) para fornecer estruturas para a identificação dos produtos a serem removidos do portfólio da empresa.

Wind e Claychamp (1976) propuseram uma abordagem integrativa para o planejamento da linha de produtos usando quatro entradas principais: vendas da indústria, vendas da empresa, participações de mercado e lucratividade. A Matriz BCG elaborada pela Boston Consulting Group propôs que os produtos ou unidades de negócios das empresas sejam classificados em duas dimensões: a taxa de crescimento do mercado e a participação de mercado (HEDLEY, 1977). Dentre os demais modelos apresentados durante esse período, a proposição básica dos modelos de portfólios é que situações diferentes requerem estratégias distintas (TURNBULL, 1990).

A Matriz de Portfólio de Kraljic (1983) baseia-se nas dimensões de Importância de Compra (IC) e Complexidade do Mercado de Fornecimento (CMF), as quais se constituem em um valioso instrumento para definição de estratégia de compras, resultando em quatro categorias de itens: não crítico, alavancagem, gargalo e estratégico. Os métodos multicritério são geralmente utilizados na literatura para tratar de problemas onde a subjetividade do decisor está presente e pela avaliação de alternativas diante de múltiplos critérios. A Matriz de Portfólio de Kraljic (1983) tem sido utilizada no contexto de gestão de compras, avaliação e seleção de fornecedores e em modelos de portfólio de compras (DRAKE; LEE; HUSSAIN., 2013).

Dentre os trabalhos que utilizaram a metodologia da Matriz de Portfólio de Kraljic (1983), encontra-se o de Montgomery, Ogden e Boehmke (2018), que realizaram a aplicação em uma organização com um portfólio de compras de \$10 bilhões. Há também o estudo de caso em uma indústria do setor químico de Garzon *et al.* (2019) que, baseando-se na Green Supply Chain Management (GSCM), propuseram uma metodologia de compras verdes para avaliação de fornecedores.

No estudo de Arantes, Ferreira e Kharlamov (2014) foi aplicada a Matriz de Portfólio de Kraljic (1983) em duas filiais de uma construtora multinacional, uma localizada em Portugal e uma em Angola, mostrando-se uma valiosa ferramenta para apoiar o desenvolvimento de estratégias de compras na indústria da construção. Já no trabalho de Gangurde e Chavan (2016), os autores fizeram uso da Matriz de Portfólio de Kraljic (1983) em uma indústria indiana de caldeiras, no qual foi possível observar que o impacto no lucro é diminuído pela

redução de custos e melhoria da qualidade, enquanto o risco de fornecimento é reduzido pela melhoria do tempo de entrega e do perfil dos fornecedores.

2.2 LÓGICA FUZZY

A teoria da Lógica Fuzzy surgiu com o trabalho de Zadeh (1965) chamado “Fuzzy sets”, no qual, partindo da lógica booleana, o conceito de “verdade não absoluta” é introduzido com o intuito de lidar com os conceitos vagos ou imprecisos. A Lógica Fuzzy vai além da lógica clássica binária, podendo assumir valores entre 0 e 1. Tendo em vista que o raciocínio humano geralmente faz uso de avaliações de caráter qualitativo como bom e ruim, alto e baixo etc., a Lógica Fuzzy pode ser utilizada de forma a transformar dados qualitativos em quantitativos (COSTA; ABRAMCZUK; MARTINEZ JUNIOR, 2007; BOENTE *et al.*, 2016).

Para auxiliar a tomada de decisão, tendo em vista a capacidade da mente do ser humano conseguir resumir informações difusas para então decidir, a Lógica Fuzzy tenta seguir essa mesma perspectiva. Tal abordagem possui três características principais: a) utilização das variáveis "linguísticas" no lugar ou em adição às variáveis numéricas; b) caracterização de relações simples entre variáveis por enunciados fuzzy condicionais; e c) caracterização de relações complexas por algoritmos Fuzzy (ZADEH, 1973). Os julgamentos são de natureza classificatória, sendo assim, a abordagem não se restringe aos dados de preferência ou indiferença. As restrições e funções objetivo são modeladas igualmente por conjuntos Fuzzy (ZIMMERMANN; ZYSNO, 1983). Um determinado elemento pode pertencer a mais de um conjunto Fuzzy, com diferentes graus de pertinência (CHAMOVITZ; COSENZA, 2010).

O processo de defuzzificação é a parte final do sistema de inferência, o qual possui quatro métodos:

- a) Centro de Massa ou Centróide;
- b) da Média dos Máximos;
- c) da Média Ponderada dos Máximos;
- d) Critério Máximo (ou Mínimo) (CHOU; CHANG, 2008; IGNACIO; SAMPAIO, 2019).

Esse sistema de inferência pode ser composto de cinco blocos: 1) Base de regras; 2) Base de dados; 3) Unidade de decisão de lógica; 4) Interface de fuzzificação; e 5) Interface de defuzzificação (SILVA, 2005).

Dentre os trabalhos que utilizam a Lógica Fuzzy na tomada de decisão de compra de mercadorias, há o trabalho de Padhi, Wagner e Aggarwal (2012), em que os autores utilizam a pontuação multiatributo difusa para atribuir pontuações de desempenho a diferentes *commodities* adquiridas pelo Departamento de Desenvolvimento Rural de um governo estadual na Índia sobre risco de abastecimento, bem como atributos de impacto no lucro, para então colocá-las na Matriz de Portfólio de Kraljic (1983).

O estudo de García *et al.* (2013) propôs um novo modelo de avaliação e seleção de fornecedores. O modelo homogeneiza a terminologia utilizada em tais processos e cumpre três objetivos principais. Primeiro, permite a avaliação conjunta e comparação entre fornecedores novos antigos, identificando os principais fatores de avaliação em cada caso. Em segundo lugar, permite que o conhecimento seja adaptado de forma flexível ao tipo de produto a ser comprado de acordo com a terminologia de Kraljic. Ao final, apresentam o *Fuzzy Decision Support System* (FDSS). Para validar o modelo, o aplicam às empresas que pertencem ao “metal construção”, localizado no Principado das Astúrias, Espanha.

No trabalho de Sepúlveda e Derpich (2015) são apresentados dois métodos de tomada de decisão multicritério (MCDM) para classificar fornecedores em ambientes industriais, a Electre e FlowSort, e ambos são aplicados à classificação de fornecedores em um caso real da indústria local de engarrafamento de refrigerantes no Chile. Concluiu-se que, devido ao Fuzzy intrínseco de natureza multicritério do problema, que o FlowSort é considerado um método mais adequado para construir um sistema baseado em regras com base em funções de preferência para automatizar o processo de agrupamento de fornecedores ao desenvolver estratégias de gestão de relacionamento no sentido das categorias Kraljic na gestão da cadeia de abastecimento.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho trata-se de um estudo um caso intrínseco e único (STAKE, 2005). Utilizou-se uma metodologia de abordagem quantitativa com uso de análise descritiva. A coleta de dados foi realizada junto ao diretor e pelo responsável setor de compras da referida indústria.

Apesar de existir literatura com emprego da Lógica Fuzzy e até mesmo com o *software* Infuzzy, a principal dificuldade encontrada ao realizar o presente trabalho se deu pelo fato de o referencial teórico encontrado não apontar um caminho claro para parametrização das

variáveis de entrada, definição dos blocos de regras utilizados e definição dos parâmetros. Diante disso, com vistas a contribuir para outros trabalhos que venham a utilizar tal metodologia, o desenvolvimento do presente trabalho também se configura como um “roteiro” para o emprego da Lógica Fuzzy através do *software* Infuzzy, a começar pela metodologia.

Este estudo foi estruturado em três etapas: a primeira etapa foi a coleta dos dados dos insumos e matérias-primas da indústria Alfa. Os materiais selecionados foram retirados do Demonstrativo de Resultados de Exercício (DRE) da referida indústria, conforme exposto no Quadro 1.

Quadro 1 – Materiais utilizadas no processo de produção da indústria Alfa

Materiais da Indústria Alfa	
Agulha	Papel toalha rolo
Álcool	Papelão
Cola para vidro	Película
Detergente	Plástico bolha
Disco de corte	Prego
Eucatex	Primer
Ferro	Rebolo
Fita produção	Resina
Fita dupla face	Seringa
Fitilho	Solução para película
Gás-solda	Talco
Grampos papelão	Thiner
Inserto diamantado	Tinta
Isopor	Vidro
Lâmina de ratinho	Papel fiberfrax 1,00mm
Lixa	Borracha
Madeira	Silicone
Papel filme	Fita arquear
Papel madeira	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Essa lista foi entregue para o setor de compras para a avaliação de cada material de acordo com as dimensões Importância de Compra (IC) e Complexidade do Mercado de Fornecimento (CMF) propostas por Kraljic (1983). A Importância de Compra (IC) está relacionada ao valor agregado por linha de produto, a percentagem de matérias-primas nos custos totais e seu impacto na lucratividade. A Complexidade do Mercado de Fornecimento

(CMF) está vinculado ao risco de escassez de oferta, ao ritmo de substituição de tecnologia e/ou materiais, barreiras de entrada, custo ou complexidade de logística e condições de monopólio ou oligopólio.

Na implantação convencional da Matriz de Portfólio de Compras (MPC) desenvolvido por Kraljic (1983) é usada uma escala dicotômica ('baixo' e 'alto') em cada uma das duas dimensões. Porém, esse julgamento subjetivo torna a avaliação imprecisa, às vezes transmitindo arbitrariedade e multiplicidade de significado. Para resolver esse problema, foi utilizado como base o trabalho desenvolvido por Padhi, Wagner e Aggarwal (2012). A abordagem de tomada de decisão multicritério difusa é usada para calcular os pesos de prioridade das dimensões e atributos de cada material.

O questionário para avaliar as dimensões Importância de Compra (IC) e Complexidade do Mercado de Fornecimento (CMF) foi adaptada dos trabalhos de Padhi, Wagner e Aggarwal (2012) e Ignacio e Sampaio (2019), conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Questionário para avaliação das dimensões propostas por Kraljic (1983)

Importância de Compra (IC)	
1	Esse material possui uma demanda alta no mercado?
2	Você compra com frequência essa mercadoria? (em meses)
3	Qual o grau de impacto caso não houver essa mercadoria no estoque?
Complexidade do mercado de fornecimento (CMF)	
1	Esse material possui muitos fornecedores?
2	Esse material é caro? (valor unitário)
3	Essa mercadoria é comprada em grandes volumes?

Fonte: Adaptado de Padhi, Wagner e Aggarwal (2012) e Ignacio e Sampaio (2019).

O responsável pelo departamento de compras realizou a avaliação para cada pergunta de acordo com a escala de 1 a 10 proposta a seguir (Tabela 1).

Tabela 1 – Classificação para a avaliação dos materiais

Classificação	Escala
Nenhum	1
Extremamente baixo	2
Muito baixo	3
Baixo	4
Médio baixo	5
Médio	6
Médio alto	7
Alto	8
Muito alto	9
Extremamente alto	10

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com a escala avaliada pelo setor de compras de cada mercadoria para os atributos das duas dimensões, é realizada a segunda etapa onde dá-se início ao processo de inferência Fuzzy, com base no método Mamdani (MAMDANI, 1974). Primeiramente, é realizado o processo de fuzzificação das variáveis de entrada, onde os valores discretos são mapeados em valores Fuzzy. Assim, a fuzzificação acontece por meio de funções de pertinência. As seis variáveis de entrada, correspondendo a cada uma das perguntas, além das saídas das duas dimensões, foram definidas conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Definição das variáveis de entrada

Termo linguístico	Função	Parâmetros
Baixo	Rampa Esquerda	(1, 4)
Médio	Trapézio	(3, 5, 6, 8)
Alto	Rampa Direita	(6, 10)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Logo após, é definida a base de regras do tipo “se-então”, relacionando as entradas dos sistemas à sua respectiva saída. Foram criadas 25 regras, conforme os exemplos do Quadro 3.

Quadro 3 – Exemplos dos blocos de regras utilizados

Antecedente	Consequente
Se (Demanda = Baixo) AND (Compras = Baixo) AND (Estoque = Baixo)	Então (Saída-IC = Baixo)
Se (Demanda = Baixo) AND (Compras = Baixo) AND (Estoque = Médio)	Então (Saída-IC = Baixo)
Se (Demanda = Baixo) AND (Compras = Médio) AND (Estoque = Baixo)	Então (Saída-IC = Baixo)
Se (Demanda = Médio) AND (Compras = Baixo) AND (Estoque = Baixo)	Então (Saída-IC = Baixo)
Se (Demanda = Médio) AND (Compras = Médio) AND (Estoque = Médio)	Então (Saída-IC = Médio)
Se (Demanda = Médio) AND (Compras = Médio) AND (Estoque = Baixo)	Então (Saída-IC = Médio)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Por conseguinte, são definidas as funções de cada operador do projeto, de acordo com o método de inferência Mamdani, conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 – Etapa definição dos parâmetros

Definições do projeto	
AND	Mínimo
OR	Máximo
Implicação	Mínimo
Agregação	Máximo
Defuzzificação	Centro de gravidade

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na sequência, ocorre a defuzzificação, em que um número Fuzzy transforma-se em um número discreto, através do cálculo do Centro de Gravidade, conforme demonstra-se na Equação 1:

$$CG = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} \quad (1)$$

Onde,

CG = Centro de Gravidade

a_1 = valor atribuído à 1ª pergunta da dimensão

a_2 = valor atribuído à 2ª pergunta da dimensão

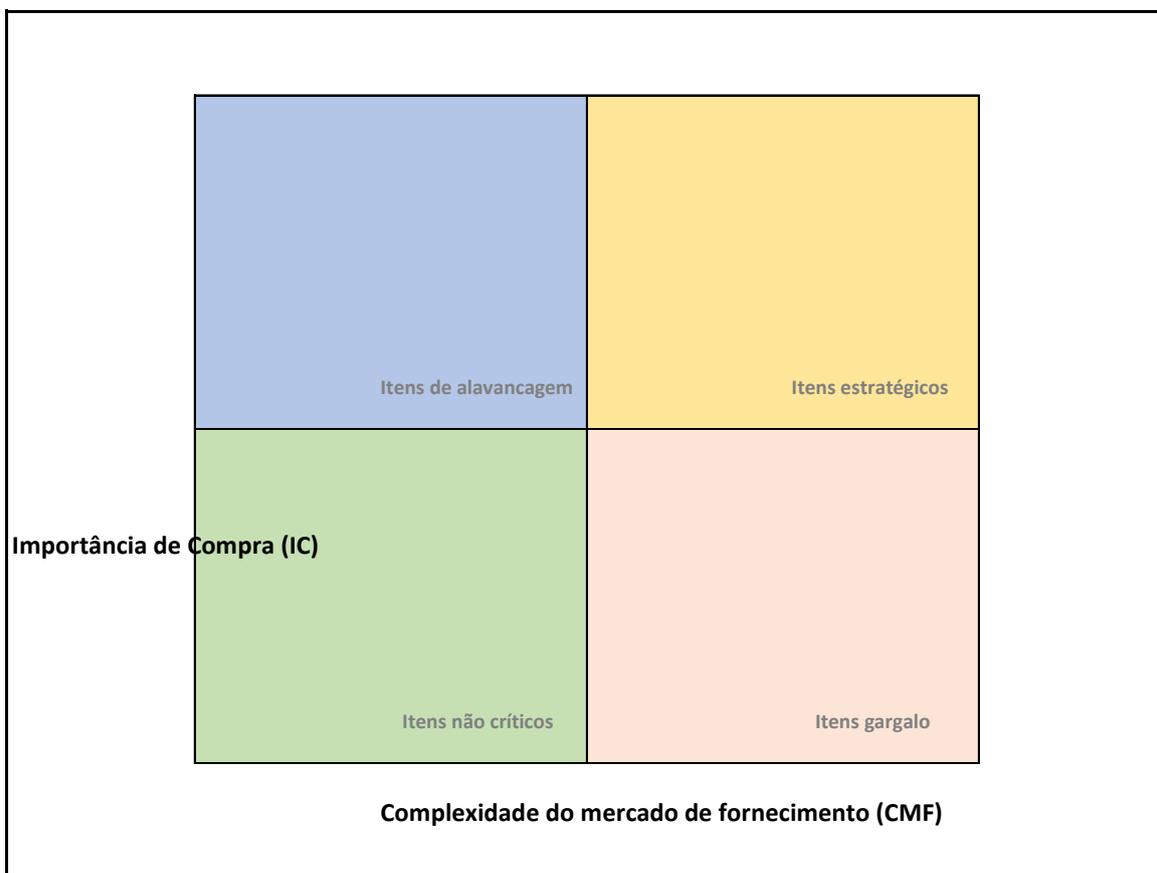
a_3 = valor atribuído à 3ª pergunta da dimensão

Na terceira etapa, foi organizado um gráfico de dispersão com os valores defuzzificados gerados para as dimensões Importância de Compra (IC) e Complexidade do

Mercado de Fornecimento (CMF) plotados em duas matrizes, conforme proposto por Kraljic (1983), para verificar em qual quadrante ela se encontra. Ou seja, Kraljic (1983) sugere posicionar os materiais identificados na primeira Matriz de Portfólio de Compras em uma segunda Matriz de Portfólio de Compras, com o intuito de identificar áreas de oportunidade ou vulnerabilidade, além de avaliar riscos de fornecimento e analisar impulsos estratégicos básicos para esses itens. Com isso, a empresa pode verificar a sua força de compra no mercado em relação às forças do mercado de abastecimento, podendo utilizar contra estratégias com seus fornecedores-chave, conceito também chamado de "marketing reverso".

A primeira Matriz de Portifólio de Compras apresenta quatro quadrantes contendo na parte superior esquerda Itens de Alavancagem; na superior direita Itens Estratégicos; na parte inferior esquerda Itens Não Críticos e inferior direito Itens Gargalo. Em tal Matriz se combina nas linhas as dimensões Importância de Compra (IC) e nas colunas a Complexidade do Mercado de Fornecimento (CMF), conforme pode ser visualizado na Figura 1.

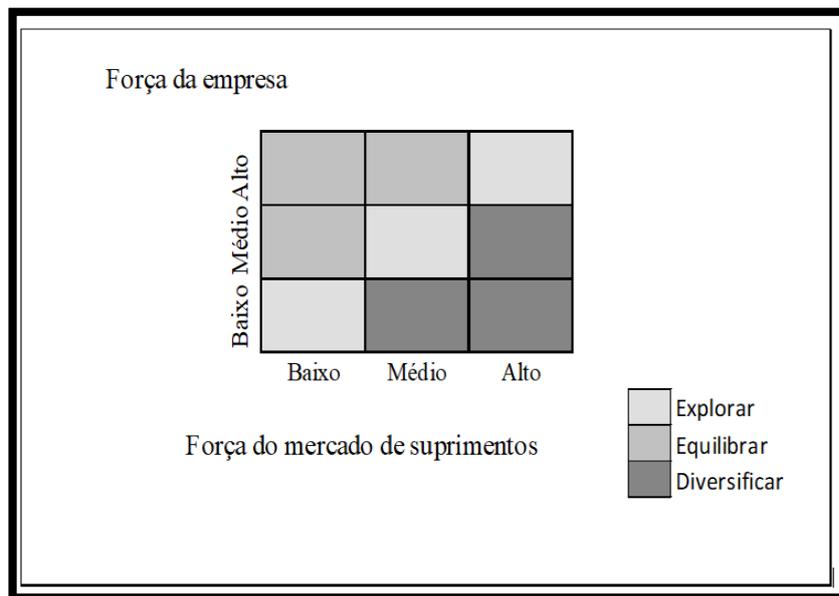
Figura 1 - 1ª Matriz de portfólio de Kraljic



Fonte: Adaptada de Kraljic (1983).

A segunda Matriz de Portfólio de Compras apresenta seis quadrantes contendo nas linhas as Forças da Empresa (Alta, Média e Baixa) e nas colunas contendo as Forças do Mercado de Suprimentos (Baixo, Médio e Alto). Essa Matriz, conforme a dispersão dos valores defuzzificados, pode apontar para Explorar, Equilibrar ou Diversificar; também se combinam nas linhas as dimensões Importância de Compra (IC) e nas colunas a Complexidade do Mercado de Fornecimento (CMF), conforme pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2 - 2ª Matriz de portfólio de Kraljic



Fonte: Adaptada de Kraljic (1983).

Na segunda Matriz de Portfólio de Kraljic, as células correspondem a três categorias básicas de risco, cada uma associada a um impulso estratégico diferente. Nas mercadorias que a empresa desempenha um papel dominante no mercado e a força dos fornecedores é avaliada como média ou baixa, a empresa pode adotar uma estratégia mais agressiva ("explorar"). Tendo em vista que o risco de fornecimento é baixo, a indústria tem uma chance melhor de obter uma contribuição de lucro positiva por meio de preços favoráveis e acordos contratuais. Porém, não se deve ter uma atitude demasiadamente agressiva, evitando prejudicar a relação com o fornecedor (KRALJIC, 1983).

No caso de produtos em que a empresa exerce um papel secundário no mercado de fornecimento e os fornecedores são fortes, orienta-se agir na defensiva e começar a procurar substitutos de materiais ou novos fornecedores ("diversificar"). Já em itens de suprimentos

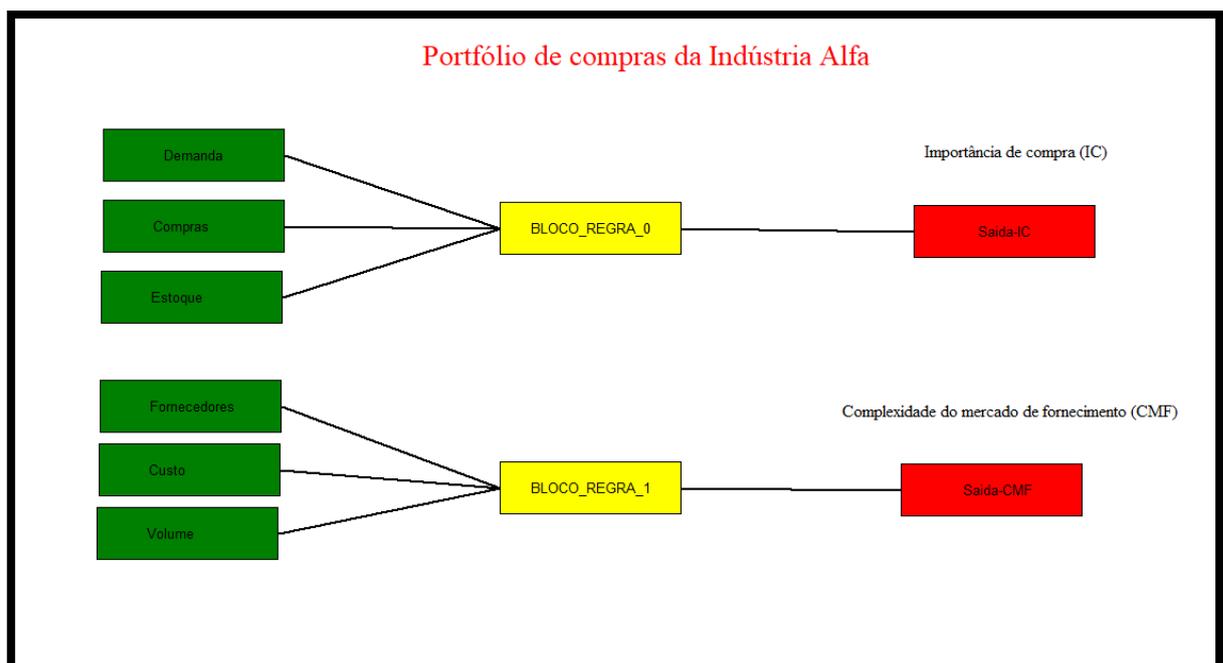
sem grandes riscos visíveis nem maiores benefícios, uma postura defensiva seria excessivamente conservadora e custosa. Por outro lado, uma agressividade desnecessária pode prejudicar as relações com fornecedores e levar à retaliação. Nesse caso, a empresa deve buscar uma estratégia intermediária bem equilibrada ("equilíbrio") (KRALJIC, 1983).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A indústria de vidros Alfa produz vidros de segurança para máquinas agrícolas e pesadas. O departamento de compras é considerado um setor estratégico, pois seu desempenho pode comprometer a produção e a geração de lucro da empresa. Na gama de mercadorias adquiridas pela indústria de vidros Alfa, 37 produtos são os mais relevantes para o processo de produção e constam no Demonstrativo de Resultados de Exercício (DRE). Estes produtos foram avaliados pelo setor de compras numa escala de 0 a 10.

Na sequência, foi elaborado o projeto no *software* Infuzzy, com seis variáveis de entrada, sendo três para cada dimensão, dois blocos de regras e duas saídas, conforme a apresentado na Figura 3.

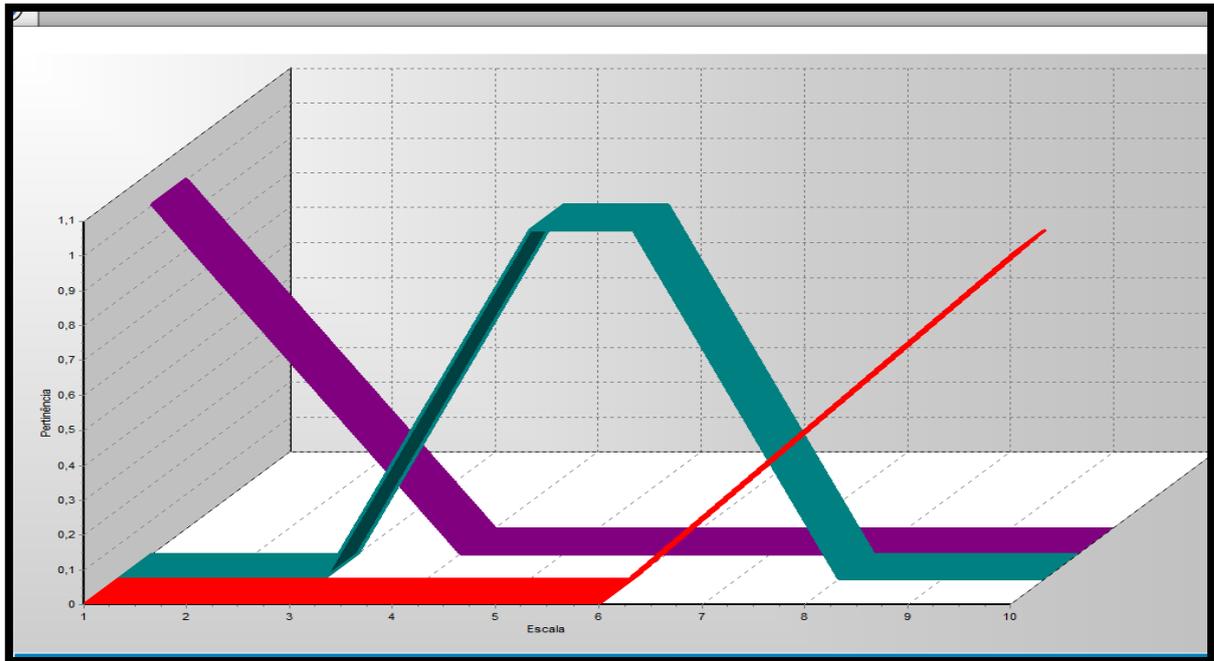
Figura 3 - Projeto portfólio de compras da Indústria Alfa



Fonte: Elaborada pelos autores.

Nas entradas e nas saídas, foram inseridos os termos linguísticos, funções e parâmetros, gerando as atribuições dos valores de pertinência, conforme exposta na Figura 4.

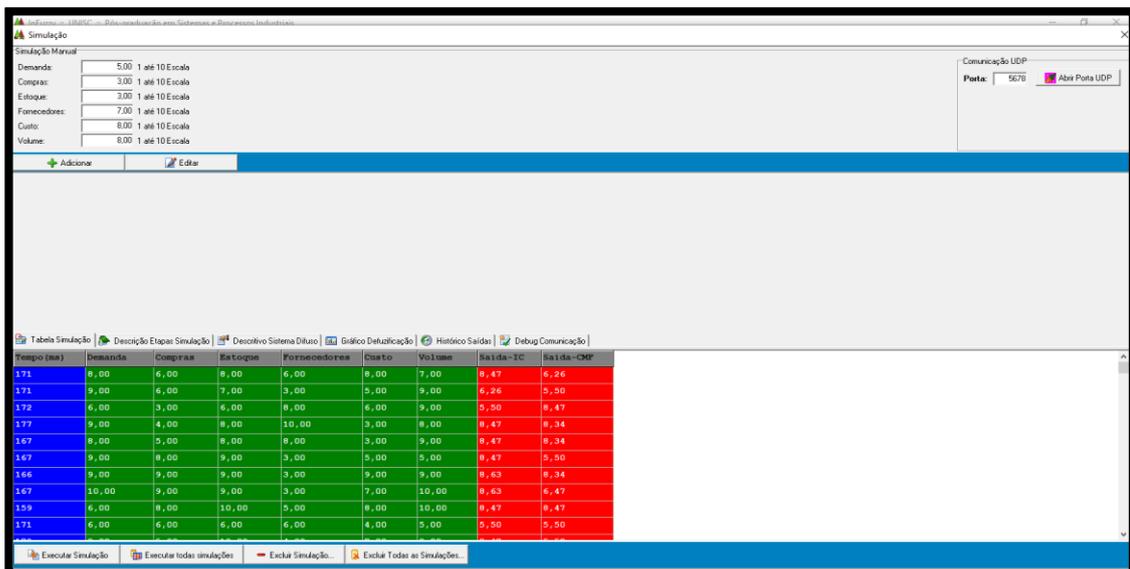
Figura 4 - Variável linguística e termos linguísticos



Fonte: Elaborada pelos autores.

Após a inserção das 25 condições em cada um dos blocos de regras, foram efetuadas as simulações, conforme demonstrado na Figura 5.

Figura 5 – Simulações no *software* Infuzzy



Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir das simulações apresentadas na Figura 5, foram gerados os números de saída defuzzificados para cada material conforme apresentado na Tabela 3.

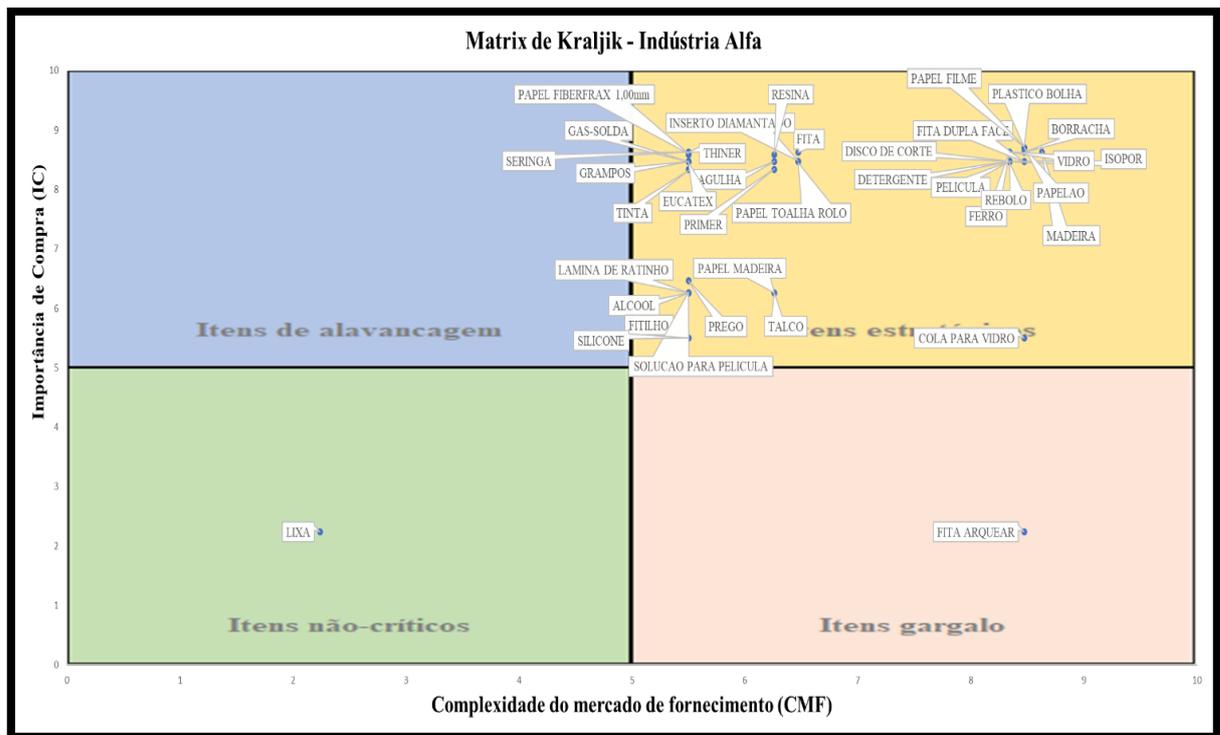
Tabela 3 – Números de saída defuzzificados

Materiais	Importância de Compra (IC)	Complexidade do Mercado de Fornecimento (CMF)
Agulha	8,47	6,26
Álcool	6,26	5,50
Cola para vidro	5,50	8,47
Detergente	8,47	8,34
Disco de corte	8,47	8,34
Eucatex	8,47	5,50
Ferro	8,63	8,34
Fita	8,63	6,47
Fita dupla face	8,47	8,47
Fitilho	5,50	5,50
Gás-solda	8,47	5,50
Grampos	8,47	5,50
Inserto diamantado	8,47	6,47
Isopor	8,47	8,34
Lâmina de ratinho	6,26	5,50
Lixa	2,24	2,24
Madeira	8,63	8,63
Papel filme	8,70	8,47
Papel madeira	6,26	6,26
Papel toalha rolo	8,47	6,47
Papelão	8,70	8,47
Película	8,47	8,34
Plástico bolha	8,70	8,47
Prego	6,47	5,50
Primer	8,34	6,26
Rebolo	8,47	8,34
Resina	8,58	6,26
Seringa	8,63	5,50
Solução para película	6,26	5,50
Talco	6,26	6,26
Thiner	8,63	5,50
Tinta	8,34	5,50
Vidro	8,63	8,34
Papel Fiberfrax1,00mm	8,58	5,50
Borracha	8,63	8,47
Silicone	5,50	5,50
Fita arquear	2,24	8,47

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os números de saída defuzzificados apresentados na Tabela 3, foram colocados em um gráfico de dispersão para que fossem alocadas na primeira Matriz de Portfólio de Kraljic (1983), conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6 – Primeira Matriz de Portfólio de Kraljic da Indústria Alfa



Fonte: Elaborado pelos autores.

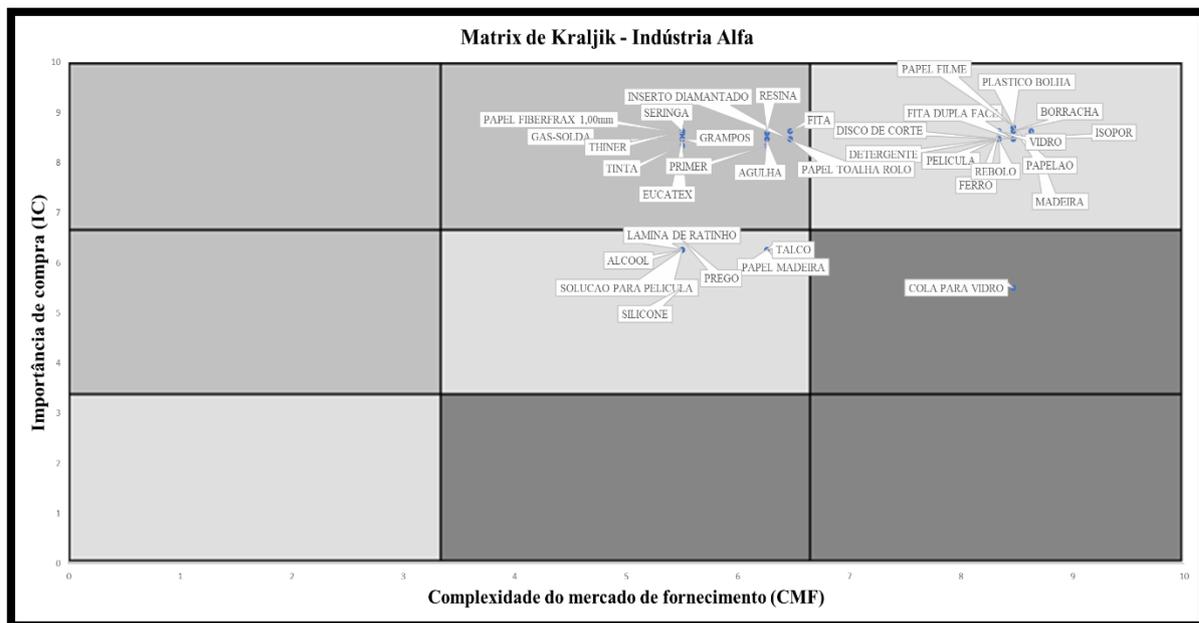
De acordo com a Figura 6, observa-se que 94,5% dos produtos (35 mercadorias) encontram-se no quadrante de itens estratégicos. De acordo com Kraljic (1983), com relação aos itens que se enquadram como estratégicos, aconselha-se ao setor de compra, o uso de diferentes técnicas analíticas como estratégia, incluindo: análise de mercado, análise de risco, simulações em *softwares* e modelos de otimização, previsão de preços e vários outros tipos de análises microeconômicas.

Apenas a mercadoria “lixas” encontra-se no quadrante de itens não críticos. Esse tipo de material requer apenas análises simples de mercado, sendo que políticas de decisão e algum modelo de otimização de estoque já são suficientes. No quadrante de itens “gargalo” está somente a “fita de arquear”, a qual pode exigir alguma análise de mercado e modelos de decisão específicos para resolução. Entretanto, mudanças nos padrões de oferta e demanda

do mercado podem acabar alterando a categoria do material. Sendo assim, é importante que a classificação dos materiais seja realizada regularmente.

Na Figura 7, encontra-se a Segunda Matriz de Portfólio de Kraljic da Indústria Alfa, na qual observa-se que 60% (21 itens) encontram-se no quadrante classificados com a estratégia de “explorar”. Já 37,14% (13 itens) são considerados mercadorias com a estratégia de “equilibrar”. Por outro lado, 2,86% (1 item) é classificado com a estratégia de “diversificar”.

Figura 7 – Segunda Matriz de Portfólio de Kraljic da Indústria Alfa



Fonte: Elaborada pelos autores.

Os resultados apresentados na Figura 7 vêm ao encontro do que prega Kraljic (1983), o qual menciona que no curto prazo, nos casos que a força do fornecedor é maior e a estratégia adotada é a diversificação, a empresa pode consolidar a sua posição de abastecimento concentrando volumes em um único fornecedor, podendo aceitar preços altos para cobrir a necessidade de volumes. No longo prazo, para reduzir o risco da dependência de apenas um fornecedor, a empresa pode ir em busca de novos fornecedores ou materiais alternativos ou até mesmo considerar a integração retroativa para permitir a produção interna.

Como 60% (21 itens) encontram-se no quadrante classificados com a estratégia de “explorar”, ou seja, os produtos nos quais a empresa exerce um papel mais forte que os

fornecedores, o setor de compras pode distribuir o volume adquirido entre vários fornecedores, além de explorar vantagens de preço, poder aumentar as compras à vista, e reduzir os níveis de estoque. Nesse caso, em conformidade com Kraljic (1983), a empresa pode explorar uma série de cenários de fornecimento nos quais ela expõe suas estratégias para garantir o fornecimento de longo prazo e para explorar oportunidades de curto prazo.

5 CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi aplicar a Lógica Fuzzy para elaborar estratégias para classificação de portfólio de compras em uma indústria de vidros. Como resultado observou-se que 94,5% (35 itens) dos produtos adquiridos pela indústria Alfa, encontram-se no quadrante de itens estratégicos na Matriz de Portfólio. Desses produtos, 60% (21 itens) encontram-se no quadrante classificados com a estratégia de “explorar”; 37,14% (13 itens) são considerados mercadorias com a estratégia de “equilibrar”; e 2,86% (1 item) é classificado com a estratégia de “diversificar”.

Os resultados apontaram que o setor de compras da indústria de vidros Alfa carece de um planejamento estratégico para reduzir custos e aumentar a lucratividade. Ou seja, a construção da Matriz de Portfólio de Compras (MPC) para a indústria Alfa foi de grande valia para auxiliar a empresa a se posicionar de forma estratégica no mercado.

Além da contribuição deste trabalho para a gestão da carteira de compras da indústria Alfa, o mesmo também pode ser utilizado como um “roteiro” para aplicação da Lógica Fuzzy através do *software* Infuzzy.

Sugere-se para trabalhos futuros, aplicar este método em empresas de outros segmentos de mercado. Ademais, pode-se realizar um trabalho com mais de uma empresa de um mesmo setor, com a finalidade de efetuar uma comparação entre os resultados. Além disso, pode-se usar a Lógica Fuzzy com outras matrizes de portfólio de compras.

REFERÊNCIAS

ARANTES, A.; FERREIRA, L. M. D. F.; KHARLAMOV, A. A. Application of a purchasing portfolio model in a construction company in two distinct markets. **Journal of Management in Engineering**, v. 30, n. 5 Sept. 2014.

BOENTE, A. N. P. *et al.* A importância da intermodalidade/multimodalidade no transporte de cargas no Brasil: uso da Lógica Fuzzy como ferramenta de aferição. *In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO*, 7.; INOVARSE–RESPONSABILIDADE SOCIAL APLICADA, 3., 2016, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2016. v. 29.

CHAMOVITZ, I.; COSENZA, C. A. N. Lógica Fuzzy: alternativa viável para projetos complexos no Rio de Janeiro. *In: PROFUNDÃO*, 14., 2010, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2010.

CHEN, C. T. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. **Fuzzy sets and systems**, v. 114, n. 1, p. 1-9, 2000.

CHOU, S. Y.; CHANG, Y. H. A decision support system for supplier selection based on a strategy-aligned fuzzy SMART approach. **Expert systems with applications**, v. 34, n. 4, p. 2241-2253, 2008.

COSTA, R. P. da; ABRAMCZUK, A. A.; MARTINEZ JUNIOR, L. C. A lógica Fuzzy e a análise de alternativas de investimento. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, ano 2, v. 3, maio/jun. p. 73-84, 2007.

DRAKE, P.R., LEE, D.M.; HUSSAIN, M. The lean and agile purchasing portfolio model. **Supply chain Management: an international journal**, n.1, v.18, p. 3-20, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1108/13598541311293140>

FERREIRA, L. M. D.; ARANTES, A.; KHARLAMOV, A. A. Development of a purchasing portfolio model for the construction industry: an empirical study. **Production Planning & Control**, v. 26, n. 5, p. 377-392, 2015.

GANGURDE, S. R.; CHAVAN, A. A. Benchmarking of purchasing practices using Kraljic approach. **Benchmarking: an international journal**, v. 23, n. 7, p. 1751-1779, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1108/BIJ-01-2015-0011>

GARCÍA, N. *et al.* Supplier selection model for commodities procurement. Optimised assessment using a fuzzy decision support system. **Applied Soft Computing**, v. 13, n. 4, p. 1939-1951, 2013.

GARZON, F. S. *et al.* A green procurement methodology based on Kraljic Matrix for suppliers evaluation and selection: a case study from the chemical sector. **Supply Chain Forum: an international journal**, v. 20, n. 3, p. 185-201, Jul. 2019.

GELDERMAN, C.J.; MAC DONALD, D.R. Application of Kraljic's purchasing portfolio matrix in an undeveloped logistics infrastructure: the staatsolie Suriname case. **Journal of Transnational Management**, v. 13, n. 1, p. 77-92, 2008.

GELDERMAN, Cees J.; VAN WEELE, Arjan J. Strategic direction through purchasing portfolio management: a case study. **Journal of Supply Chain Management**, v. 38, n. 1, p. 30-37, 2002.

HAMELMAN, Paul W.; MAZZE, Edward M. Improving product abandonment decisions. **Journal of Marketing**, v. 36, n. 2, p. 20-26, 1972.

HEDLEY, B. Boston Consulting Group Approach to Business Portfolio. **Long Range Planning**, Feb. 1977.

IGNACIO, Aníbal Alberto Vilcapoma; SAMPAIO, Lea Maria Dantas. Método fuzzy para classificação de portfólio de compras. *In*: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA, 19., 2019, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Centro de Análises de Sistemas Navais, 2019. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/spolm/sites/www.marinha.mil.br.spolm/files/M%C3%89TODO%20FUZZY%20PARA%20CLASSIFICA%C3%87%C3%83O%20DE%20PORTF%C3%93LIO%20DE%20COMPRAS%20PREVIOUS.pdf>. Acesso em: 18 out. 2020.

KRALJIC, P. Purchasing must become supply management. **Harvard business review**, v. 61, n. 5, p. 109-117, 1983.

LIMA, J. R. A. O. **Modelo Fuzzy AHP para posicionamento de produtos na matriz de portfólio de compras: um estudo de caso**. 2017. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas Computacionais) - Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Fluminense, Rio das Ostras, 2017. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5992156. Acesso em: 18 out. 2020.

MAMDANI, E. H. Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant. **Proceedings of the institution of electrical engineers**, v. 121, n. 12, p. 1585-1588, 1974.

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **Journal of Finance**, v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952.

MARVIN, P. Auditing Product Programs. **Product Strategy and Management**, 1972.

MEDEIROS, M.; FERREIRA, L. Aplicação do método fuzzy-topsis no problema de portfólio de compras hospitalares. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 48., 2016, Vitória. **Anais [...]**. Vitória: UFES, 2016.

MONTGOMERY, R. T.; OGDEN, J. A.; BOEHMKE, B. C. A quantified Kraljic Portfolio Matrix: Using decision analysis for strategic purchasing. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 24, n. 3, p. 192-203, 2018.

NELLORE, R.; SÖDERQUIST, K. Portfolio approaches to procurement: analyzing the missing link to specifications. **Long range planning**, v. 33, n. 2, p. 245-267, 2000.

OSIRO, L. **Uso da lógica fuzzy para avaliação e desenvolvimento de fornecedores baseado em modelos de portfólio**. 2013. 225 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

PADHI, S. S.; WAGNER, S. M.; AGGARWAL, V. Positioning of commodities using the Kraljic Portfolio Matrix. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2012.

POSSELT, E. L.; FROZZA, R.; MOLZ, R. F. **Software Infuzzy**. Programa de Mestrado em Sistemas e Processos Industriais PPGSPI, UNISC, Santa Cruz do Sul, 2011. Disponível em: <http://www.unisc.br/ppgspl>. Acesso em: 21 fev. 2023.

REZAEI, Jafar; FALLAH LAJIMI, Hamidreza. Segmenting supplies and suppliers: bringing together the purchasing portfolio matrix and the supplier potential matrix. **International Journal of Logistics Research and Applications**, v. 22, n. 4, p. 419-436, 2019.

SEPÚLVEDA, J. M.; DERPICH, I. S. Multicriteria Supplier Classification for DSS: comparative analysis of two methods. **International Journal of Computers, Communications & Control**, v. 10, n. 2, p. 238–247, 2015. DOI: 10.15837/ijccc.2015.2.1755. Disponível em: <http://search.ebscohost.com.ez89.periodicos.capes.gov.br/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=108801910&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 26 nov. 2020.

SILVA, Ricardo da. Desenvolvimento sustentável em políticas de C, T & I – utilização do método fuzzy. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 37., 2005, Gramado. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: SOBRAPO, 2005.

STAKE, R. E. Qualitative case studies. *In*: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (ed.). **The Sage handbook of qualitative research**. Thousand Oaks: Sage Publications, 2005. p. 443–466.

TURNBULL, P.W. A Review of Portfolio planning models for industrial marketing and purchasing management. **European Journal of Marketing**, v. 24, n. 3, p. 7-22, 1990.

WIND, Y.; CLAYCHAMP, H. J. Planning Product Line Strategy: A Matrix Approach. **Journal of Marketing**, v. 40, Jan. 1976.

ZADEH, L. A. Fuzzy Sets. **Information and control**, v. 8, n. 3, p. 338-353, Jun. 1965.

ZADEH, L. A. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. **IEEE Transactions on systems, Man, and Cybernetics**, n. 1, p. 28-44, 1973.

ZIMMERMANN, H. J.; ZYSNO, P. Decisions and evaluations by hierarchical aggregation of information. **Fuzzy Sets and Systems**, v.10, n. 3, p. 243-260, 1983.