



ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS ESTRUTURAIS E FINANCEIROS NO DESENVOLVIMENTO DE ARTIGOS DE MALHA ESPORTIVOS

Eduardo Werner Benvenuti (UFSC) ewbenvenuti@gmail.com
Carlos Ernani Fries (UFSC) carlos.fries@ufsc.br
Andrea Cristiane Krause Bierhalz (UFSC) andrea.krause@ufsc.br
Fernanda Steffens (UFSC) fernanda.steffens@ufsc.br

Resumo

O setor têxtil brasileiro é um importante empregador da indústria de transformação nacional, e figura como uma das maiores indústrias têxteis do mundo. No entanto, o ano de 2020 trouxe um novo cenário para o segmento, bem como para toda indústria mundial, em decorrência da pandemia de COVID-19. O presente trabalho visa, portanto, contribuir no desenvolvimento de mecanismos que auxiliem as indústrias do setor a promoverem melhorias gerenciais, através da avaliação da influência de parâmetros técnicos e financeiros no desenvolvimento de produtos têxteis. Para isso, são aplicadas técnicas estatísticas, modelos DEA (*Data Envelopment Analysis*) e Árvores de Decisão em dados provenientes de uma amostra de malhas esportivas. Os resultados obtidos permitiram a identificação de malhas ineficientes, bem como as principais razões técnicas relacionadas às maiores ineficiências, as quais podem nortear o desenvolvimento de novos produtos.

Palavras-Chaves: Tecidos de Malhas. Análise Envoltória de Dados. Árvore de Decisão.

1. Introdução

Figurando como segundo maior empregador da indústria de transformação nacional, com 1,5 milhão de colaboradores diretos e 8 milhões incluindo-se os indiretos, o setor têxtil brasileiro obteve em 2019 um faturamento de mais de R\$180 bilhões (ABIT, 2021). A ABIT (2021) relata ainda que o Brasil é a quinta maior indústria têxtil do mundo, o segundo maior produtor de denim, e o terceiro maior com relação à produção de malhas.

No entanto, o ano de 2020 trouxe um novo cenário para o segmento têxtil mundial, bem como para toda indústria brasileira, em decorrência da pandemia de COVID-19. Ao final do

mencionado ano, somente as atividades extrativas alcançaram evolução frente ao ano anterior, com avanço de 1,3% (VEJA, 2021). Na transição para 2021, com o início da vacinação da população brasileira, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) relata que emergiu um otimismo sobre a retomada da economia, o qual foi ofuscado pela segunda onda da pandemia (CNI, 2021). Apurou-se que houve queda na satisfação com o lucro operacional, com a situação financeira e com a facilidade de acesso ao crédito por parte das indústrias (CNI, 2021).

Tendo em vista os aspectos de insegurança da indústria nacional e o papel relevante do setor têxtil na economia do país, é tema do presente trabalho a utilização de ferramentas estatísticas capazes de avaliar parâmetros técnicos e financeiros relacionados à fabricação e ao desenvolvimento de produtos da indústria têxtil, como forma de identificar ineficiências, ou ainda, as características técnicas fundamentais à estratégia de lucratividade e sobrevivência de uma empresa do ramo. O estudo será executado tendo como base a carteira de tecidos de malhas esportivos presente em uma fabricante de Santa Catarina.

Um método válido para identificar recursos e características relevantes ao desempenho de organizações é a Análise Envoltória de Dados ou *Data Envelopment Analysis* (DEA). Análises multidimensionais de eficiência podem ser realizadas através desse método, visto que a metodologia se baseia quase que inteiramente em dados e aplica-se a diversos setores (COOPER; SEIFORD; TONE, 2006). Serão aplicados modelos DEA nos dados da amostra de malhas e, na sequência, a técnica de Árvore de Decisão, a qual é considerada uma forma concisa de representação de relações existentes em um conjunto de dados (BREIMAN et al., 1984).

Portanto, o objetivo do presente trabalho é avaliar a influência de parâmetros técnicos e financeiros no desenvolvimento de tecidos de malhas esportivos por intermédio de modelos da Análise Envoltória de Dados e de Árvores de Decisão.

2. Referencial teórico

De forma a determinar o grau de desenvolvimento dos temas abordados no presente estudo, tanto nacional como internacionalmente, inicia-se o capítulo com uma breve revisão bibliométrica. Termos em inglês que fazem referência à tecnologia têxtil, estatística e análise de custos foram importantes na pesquisa. Esse levantamento foi concentrado no Portal de

Periódicos da CAPES. Após revisão bibliométrica, apresentam-se os conceitos e fundamentos inerentes às investigações pretendidas, a partir de uma revisão detalhada da literatura pertinente.

2.1 Revisão bibliométrica

Na revisão bibliométrica do Portal de Periódicos da CAPES considerou-se os trabalhos publicados até o dia 10 de abril de 2021, data base do levantamento, conforme Tabela 1.

Tabela 1- Número de publicações no Portal de Periódicos da CAPES de acordo com a Palavra-Chave

Palavra-Chave	Total Revisado por Pares	Revisado por Pares 2016-2021	% Revisado por Pares 2016-2021
"Efficiency"	3271535	1178210	36%
"Textile"	181713	60205	33%
"Cost Analysis"	78267	29603	38%
"Knit" OR "Knitting" OR "Knitted"	70171	19562	28%
"Decision Tree"	59047	30259	51%
"Textile" AND "Efficiency"	43140	19490	45%
"Textile Industry"	29202	9300	32%
"Data Envelopment Analysis"	21107	9059	43%
"Textile" AND "Warp"	7065	2764	39%
"Textile" AND "Weft"	6242	2477	40%
"Textile Engineering"	3731	1328	36%
"Mark-up"	3346	211	6%
"Cost Analysis" AND "Decision Tree"	1255	561	45%
"Textile" AND "Cost Analysis"	877	361	41%
"Textile" AND "Data Envelopment Analysis"	476	253	53%
"Data Envelopment Analysis" AND "Cost Analysis"	415	172	41%
"Textile" AND "Decision Tree"	414	231	56%
"Decision Tree" AND "Data Envelopment Analysis"	289	154	53%
"Circular Knitting Machine"	260	107	41%
"Textile" AND "Mark-up"	84	1	1%
"Cost Analysis" AND "Mark-up"	37	3	8%
("Knit" OR "Knitting" OR "Knitted") AND "Data Envelopment Analysis"	33	11	33%
"Textile" AND "Decision Tree" AND "Data Envelopment Analysis"	12	9	75%
"Textile" AND "Cost Analysis" AND "Weft"	7	4	57%
"Textile" AND "Decision Tree" AND "Weft"	7	4	57%
"Data Envelopment Analysis" AND "Mark-up"	0	0	0%
"Textile" AND "Data Envelopment Analysis" AND "Weft"	0	0	0%

Fonte: Autoria própria, 2021.

A bibliometria executada mostra a utilização de modelos matemáticos na área têxtil tem forte presença na literatura. No entanto, buscando-se as três principais temáticas do presente trabalho, “*Textile*” AND “*Decision Tree*” AND “*Data Envelopment Analysis*”, obtém-se apenas 12 publicações, das quais 9 são originárias a partir do ano de 2016, evidenciando-se que, além de poucas publicações relacionadas, o assunto foi abordado apenas recentemente.

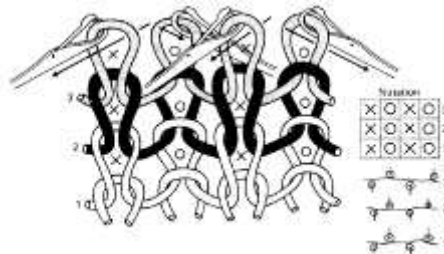
2.2 Tecnologia de malharia

De acordo com a obra de Spencer (2001), malhas de trama são derivadas de determinadas estruturas básicas, dentre elas rib, interlock e plana. Cada estrutura é composta por uma combinação diferente de pontos de malha reversa e frontal, tricotados através de um determinado arranjo de agulhas.

Na estrutura plana ou simples, as agulhas tricotam como um único conjunto, formando os pontos voltados ao lado técnico da malha, lado este que é o indicado para utilização na confecção. Estruturas rib e interlock necessitam de dois conjuntos de agulhas tricotando a estrutura de malha de modo a formar dois lados técnicos (SPENCER, 2001). Cada tipo de estrutura mencionado é produzido em teares de malharia denominados circulares.

Tem-se na Figura 1 o resultado de uma malha dupla fabricada em um tear desse tipo, configurado em rib 1x1. Percebe-se nessa figura que as laçadas estão ora no plano frontal, ora no plano traseiro da malha, de maneira intermitente, pelo fato de que na configuração rib as agulhas de disco e cilindro estão dispostas de maneira intercalada.

Figura 1 - Laçadas frontais e traseiras da malha em configuração rib 1x1.



Fonte: Spencer, 2001.

Nota: *Notation* = Notação.

Spencer (2001) faz importantes constatações acerca de parâmetros técnicos de malharia. O autor afirma que o diâmetro do cilindro define diretamente a largura da estrutura de malha produzida, o que influencia diretamente as etapas subsequentes de produção, como a

confeção de roupas. Há também o parâmetro do tear chamado de finura ou gauga (*Gauge*), que determina a relação do número de agulhas com o comprimento do cilindro, e interfere sobre o resultado de gramatura e toque das malhas. A finura também determina o título de fio, ou seja, a relação entre massa e comprimento a ser utilizado na fabricação do artigo de malha (SPENCER, 2001).

2.3 Análise envoltória de dados (DEA)

Wei (2001) define Análise Envoltória de Dados como uma abordagem de programação matemática para fornecer uma avaliação entre as eficiências de um conjunto de unidades tomadoras de decisões (*Decision Making Units – DMUs*) que possuem um número múltiplo de insumos e produtos. A DEA pode, então, separar as unidades operacionais eficientes do ineficiente através da fronteira eficiente que é gerada pelas melhores unidades no conjunto de DMUs (WÖBER, 2007). Cooper *et. al* (2007) definem as melhores unidades como sendo *Benchmarking* na orientação de medidas gerenciais e melhorias em eficiência das DMUs avaliadas.

O modelo básico DEA calcula eficiência das DMUs através da soma ponderada dos *outputs* dividida pela soma ponderada dos *inputs*, sem determinação inicial de pesos destes fatores. Cada DMU é responsável por estabelecer seu plano de produção, que é o conjunto de pesos para os *inputs* e *outputs* que ela considera apropriada para maximizar sua produtividade (COOPER *et al.*, 2007).

O modelo básico DEA está fundamentado na técnica de Programação Linear, que, segundo Cooper *et al.* (2007), dão origem aos modelos:

- CRS (*Constant Return of Scale*): retornos constantes de escala;
- VRS (*Variable Return of Scale*): retornos variáveis de escala ou eficiência técnica pura local;
- ESC (*Return of Scale*): eficiência de escala;
- IRS (*Increasing Returns-to-Scale e*): retornos não decrescentes de escala;
- DRS (*Decreasing Returns-to-Scale*): retornos não crescentes de escala;
- FGL (*Färe-Grosskopf-Lovell*): eficiência gerencial.



2.4 Árvores de decisão

Considerada uma forma simples de relações existentes em um conjunto de dados, a Árvore de Decisão baseia-se em valores de variáveis específicas para dividir uma amostra em subgrupos. O resultado é uma hierarquia de declarações do tipo “Se... então...” que são utilizadas para montagem do raciocínio de classificação (BREIMAN et al., 1984).

As árvores de decisão estão fundamentadas no paradigma *bottomup*, que consistem na obtenção do modelo de classificação pela identificação de relacionamentos entre variáveis dependentes e independentes em bases de dados rotuladas. O classificador é induzido por mecanismos de generalização fundamentados em um conjunto finito de objetos rotulados. Há propostas também para dados não-rotulados (PITOMBO et al., 2011).

Os algoritmos usados para dividir os dados nos modelos de árvore visam identificar as variáveis independentes que fornecem máxima segregação dos dados segundo a variável dependente. Para os fins do presente trabalho será utilizado o algoritmo CHAID (KASS, 1980).

2.5 Análise de custos e precificação

Para Bernardi (1996), são três elementos básicos que formam o custo de um produto: materiais diretos, mão de obra direta e custos indiretos de fabricação.

Todos os gastos incorridos até que o material esteja à disposição da empresa fazem parte do custo dos materiais diretos. Mesmo que para Bornia (2010) o cálculo de matéria-prima não seja complexo, uma vez que apenas se multiplica a quantidade de matéria-prima utilizada no produto pelo preço pago por ela, deve-se considerar todas as particularidades do ramo de atividade e do porte da empresa, verificando-se ainda de quais impostos e tributos a empresa é contribuinte. Para determinadas formas de regime de apuração fiscal, a empresa pode ser contribuinte de impostos que geram créditos fiscais, os quais são recuperados contra os débitos gerados nas saídas e incluídos nos preços de venda (BERNARDI, 1996).

Com relação ao custo de mão de obra direta, ele é proveniente diretamente da operação e transformação do produto, sendo possível alocá-lo diretamente ao custo de produção de forma objetiva, por medições e controle específicos. São necessários, porém, sistemas de controle e



rateio que possam apontar o tempo despendido por cada operador na transformação do produto (BORNIA, 2010).

O último item indicado como participante do custo de produção é o custo indireto de fabricação, que é composto ainda por custos de materiais indiretos e mão-de-obra indireta, por exemplo (BERNARDI, 1996).

Com relação às estratégias de precificação, o princípio de estruturação de preços com base nos custos é visto por Bernardi (1996) como uma das formas mais utilizadas para construção de preços, em decorrência de sua praticidade e simplicidade. A formulação de preços baseados nos custos parte da aplicação de um índice divisor ou multiplicador sobre os custos dos produtos, conhecido como *mark-up*.

3. Procedimentos metodológicos

Visando atingir os objetivos propostos neste trabalho, definiu-se um roteiro metodológico, o qual é composto por quatro etapas bem definidas:

- a) levantamento e tratamento de dados;
- b) avaliação dos escores de eficiência técnica, de escala e gerencial dos tecidos de malha;
- c) identificação da influência dos parâmetros técnicos de desenvolvimento nos escores das malhas, por meio de árvores de decisão.

É importante mencionar que para o levantamento e tratamento dos dados foi preciso avaliar o contexto da empresa que fabrica a amostra de malhas estudada, como forma de identificar variáveis financeiras candidatas a *inputs* e *outputs* na determinação de escores de eficiência com modelos DEA. Já para a etapa de construção das árvores de decisão, recorreu-se às seguintes variáveis técnicas de tecidos de malha:

- composição;
- frontura do tear;
- gramatura;
- largura;
- número de voltas para conclusão de um rolo completo;
- velocidade angular de operação no tear.

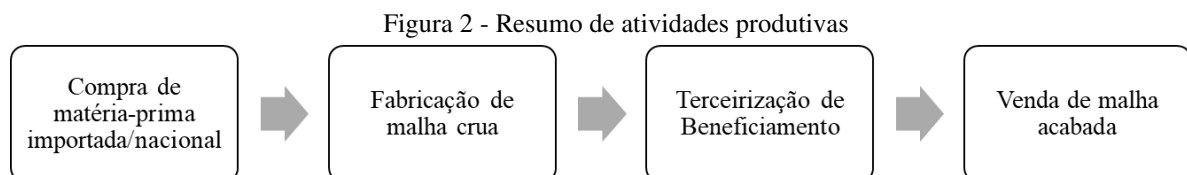
Segundo Nakano (2010), as etapas apresentadas podem caracterizar o trabalho, de forma geral, como um Levantamento Tipo *Survey*. Esse tipo de abordagem metodológica, nas definições do mesmo autor, parte de um levantamento de dados de amostra significativa acerca de um fenômeno e, a partir de uma análise quantitativa, visa extrair conclusões sobre ele.

A empresa que concederá a amostra de dados está caracterizada na Tabela 2 segundo sua Certidão Simplificada na Junta Comercial do Estado de Santa Catarina, e considerando-se a data base de 31 de março de 2021. A Figura 2 resume quais atividades são executadas pelo tipo de empresa mencionado.

Tabela 2 - Descrição inicial da empresa estudada

Informações	Especificação
Natureza Jurídica	Sociedade Empresária Limitada
Data de Fundação	12/04/2004
Objeto Social	Fabricação de Tecidos de Malhas
Número de Colaboradores	35
Área Construída	3500 m ²

Fonte: Autoria própria, 2021.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Com relação ao tipo de regime fiscal, trata-se de lucro presumido, e de acordo com o que esclarece a FIPECAFI (2021), considera-se que não há nenhum tipo de desconto a ser considerado nos valores de aquisição de matérias-primas, desconto este que seria proveniente de um eventual crédito de ICMS ou PIS/COFINS, aplicável em outros regimes de apuração contábil.

No que diz respeito ao público-alvo dos produtos, o foco é especialmente o segmento *fitness* e esportivo. Esse fator foi motivo de delimitar as análises do presente trabalho às malhas esportivas, uma vez que a carteira de produtos foi toda desenvolvida para esse tipo de aplicação. A Figura 3 mostra imagens de exemplos de artigos comercializados nesse segmento.

Figura 3 - Exemplos de malhas



Fonte: Autoria própria, 2021.

4. Análise dos Resultados

Procede-se nesse capítulo com a análise da influência dos parâmetros técnicos e financeiros no desenvolvimento de malhas esportivas, respeitando-se as etapas dos procedimentos metodológicos apresentados.

4.1 Avaliação dos escores de eficiência técnica, de escala e gerencial dos tecidos de malha

O primeiro passo na seleção de *inputs* e *outputs* para os modelos DEA é a identificação das variáveis de maior representatividade para o problema. A Tabela 3 apresenta as variáveis obtidas nesta etapa, bem como os dados normalizados para apenas alguns exemplos de malhas, uma vez que há mais de 700 unidades de análise.

Tabela 3 - Relação de variáveis e valores para as malhas 001 a 020

DMU	MP	Benef	Quebra	minKg	MargPe	MargRe
Malha 001	0,64	0,18	0,67	0,30	0,49	0,38
Malha 002	0,64	0,48	0,67	0,30	0,49	0,38
Malha 003	0,88	0,31	0,67	0,35	0,79	0,52
Malha 004	0,88	0,24	0,67	0,35	0,79	0,52
Malha 005	0,88	0,39	0,67	0,35	0,79	0,52
Malha 006	0,88	0,48	0,67	0,35	0,79	0,52
Malha 007	0,73	0,28	0,67	0,38	0,61	0,35
Malha 008	0,64	0,18	0,67	0,31	0,86	0,38
Malha 009	0,54	0,18	0,67	0,25	0,42	0,40
Malha 010	0,75	0,41	0,42	0,87	0,79	0,54
Malha 011	0,75	0,31	0,42	0,87	0,79	0,54
Malha 012	0,75	0,36	0,42	0,87	0,79	0,54
Malha 013	0,75	0,43	0,42	0,87	0,79	0,54
Malha 014	0,75	0,41	0,42	0,87	0,79	0,54
Malha 015	0,75	0,43	0,42	0,87	0,79	0,54
Malha 016	0,75	0,36	0,42	0,87	0,79	0,54
Malha 017	0,75	0,46	0,42	0,87	0,79	0,54
Malha 018	0,75	0,53	0,42	0,87	0,79	0,54
Malha 019	0,75	0,41	0,42	0,87	0,79	0,54
Malha 020	0,75	0,43	0,42	0,87	0,79	0,54

Fonte: Autoria própria, 2021.

Notas: DMU – relação de malhas; MP – custo de matérias-primas (R\$/kg); Benef – Custo de tingimento e beneficiamento terceirizados (R\$/kg); Quebra – Percentual perdido durante o processo de beneficiamento (%/kg); minKg – Tempo para fabricação de malha nos teares (min/kg); MargPe – Margem de lucro estimada para precificação com Mark-up (%/kg); MargRe – Margem bruta (R\$/kg).

Para buscar a redução da dimensionalidade dos dados, executou-se o cálculo das correlações, no entanto, verificou-se que todas as variáveis apresentadas na Tabela 3 devem permanecer na análise DEA.

Os resultados de eficiência técnica (CRS e VRS), de escala (ESC) e gerencial (FGL) seguem no Quadro 1, para alguns exemplos entre as 709 malhas do estudo. Os retornos crescentes (IRS) e decrescentes (DRS) de escala também são apresentados.

Quadro 1 - Escores de eficiência

	Inputs				Outputs		Escore DEA						
	MP	Benef	Quebra	iminKg	MargPe	MargRe	CRS	VRS	FGL	DRS	IRS	ESC	Posição
Malha 008	0.64	0.18	0.67	0.31	0.86	0.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Ótima
Malha 180	0.64	0.28	0.83	0.71	0.64	0.45	0.49	0.67	0.67	0.49	0.67	0.73	Abaixo
Malha 182	0.64	0.41	0.83	0.71	0.64	0.45	0.49	0.66	0.66	0.49	0.66	0.74	Abaixo
Malha 460	0.47	0.54	0.67	0.63	0.32	0.39	0.39	0.84	0.84	0.39	0.84	0.47	Abaixo
Malha 475	0.44	0.39	0.58	0.31	0.40	0.54	0.61	1.00	1.00	0.61	1.00	0.62	Abaixo
Malha 508	0.43	0.23	0.58	0.32	0.40	0.36	0.52	1.00	1.00	0.52	1.00	0.52	Abaixo
Malha 562	0.40	0.23	0.83	0.49	0.51	0.69	0.81	0.99	1.00	0.81	0.99	0.82	Abaixo
Malha 586	0.69	0.43	0.83	0.27	0.77	0.38	0.92	0.92	0.99	0.92	0.92	1.00	Acima
Malha 630	0.91	0.39	0.83	0.78	0.40	0.56	0.39	0.57	0.57	0.39	0.57	0.68	Abaixo
Malha 658	0.67	0.44	0.75	0.61	0.40	0.49	0.38	0.69	0.69	0.38	0.69	0.56	Abaixo

Fonte: Autoria própria, 2021.

Analisando o Quadro 1, nota-se os excelentes escores de eficiência da Malha 008, os quais são iguais a 1,00 em todos os modelos DEA. Isto significa que esta malha é *benchmarking* para todas as demais, mesmo tendo umas das menores “Margens de Lucro” (R\$) de toda a carteira de malhas.

É importante ressaltar os escores da Malha 630, os quais são alguns dos menores de toda a análise. Nota-se que os custos de matéria-prima e de quebra, bem como o tempo de fabricação são elevados. Resta apenas explorar as razões técnicas por trás desses valores. Analisar, por exemplo, a composição dessa malha e sua influência sobre os preços de matérias-primas pode ser fundamental para compreender os escores calculados. Com relação ao tempo de fabricação, deve-se investigar detalhes técnicos dos teares circulares utilizados no processo no intuito de identificar quais características levam a um retardo na duração de formação da malha crua. A identificação destas características pode ser apropriadamente realizada com Árvores de Decisão, cuja aplicação é apresentada na sequência.

4.2 Identificação da influência dos parâmetros técnicos de desenvolvimento nos escores das malhas

Antes mesmo da montagem das Árvores de Decisão, apresenta-se, no Quadro 2, os parâmetros técnicos têxteis para as mesmas malhas do Quadro 1. Foram disponibilizados o

percentual de composição de cada fibra têxtil utilizada, dados de largura e gramatura da malha beneficiada além de dados dos grupos de tear em que essas malhas são produzidas, tais como o tipo de tear (mono ou dupla-frontura), número de voltas para produção de um rolo padrão de 17kg e velocidade angular.

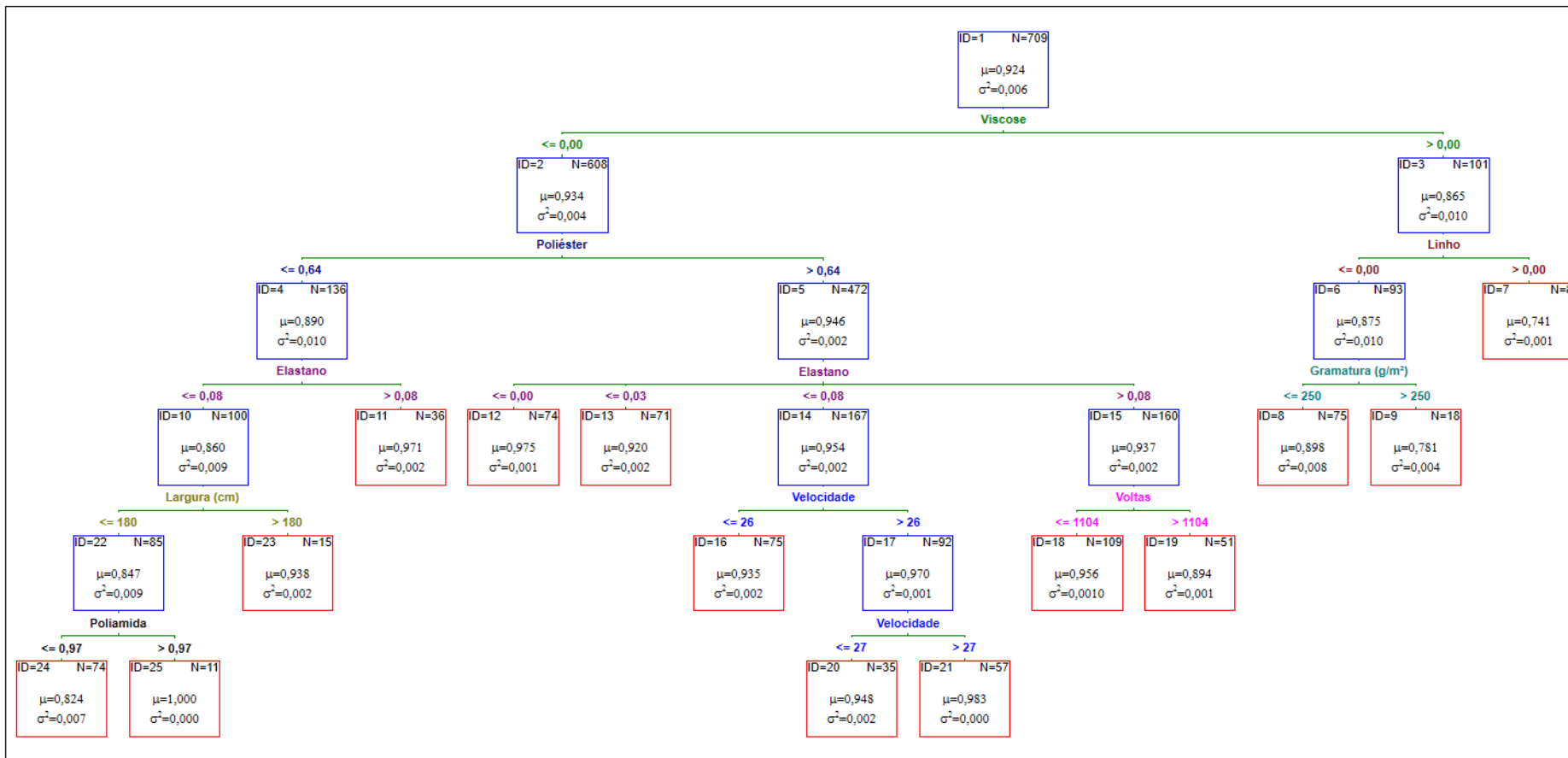
Quadro 2 - Variáveis técnicas coletadas.

	Composição (%)							Estrutura		Dados do Tear		
	Poliéster	Poliamida	Elastano	Viscose	Algodão	Linho	Outros	Largura (cm)	Gramatura (g/m ²)	Frontura	N. voltas	Velocidade (RPM)
Malha 008	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	96	240	Mono	1107	27
Malha 180	64.00%	0.00%	3.00%	33.00%	0.00%	0.00%	0.00%	72	210	Dupla	2183	23
Malha 182	64.00%	0.00%	3.00%	33.00%	0.00%	0.00%	0.00%	72	210	Dupla	2183	23
Malha 460	93.00%	0.00%	7.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	150	415	Dupla	1518	18
Malha 475	94.00%	0.00%	6.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	160	350	Mono	1179	28
Malha 508	96.00%	0.00%	4.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	160	195	Mono	1185	28
Malha 562	96.00%	0.00%	4.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	55	400	Dupla	1567	24
Malha 586	0.00%	0.00%	4.00%	96.00%	0.00%	0.00%	0.00%	180	190	Mono	965	27
Malha 630	0.00%	0.00%	3.00%	0.00%	97.00%	0.00%	0.00%	72	220	Dupla	2399	23
Malha 658	0.00%	0.00%	3.00%	97.00%	0.00%	0.00%	0.00%	45	300	Dupla	1813	22

Fonte: Autoria própria, 2021.

Para construção da Árvores de Decisão, o escore de eficiência VRS foi considerado como variável dependente das variáveis técnicas contínuas apresentadas. Utilizou-se o supracitado escore pelo fato de significar a eficiência técnica pura local. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a árvore gerada pelo método CHAID por meio do software STATISTICA.

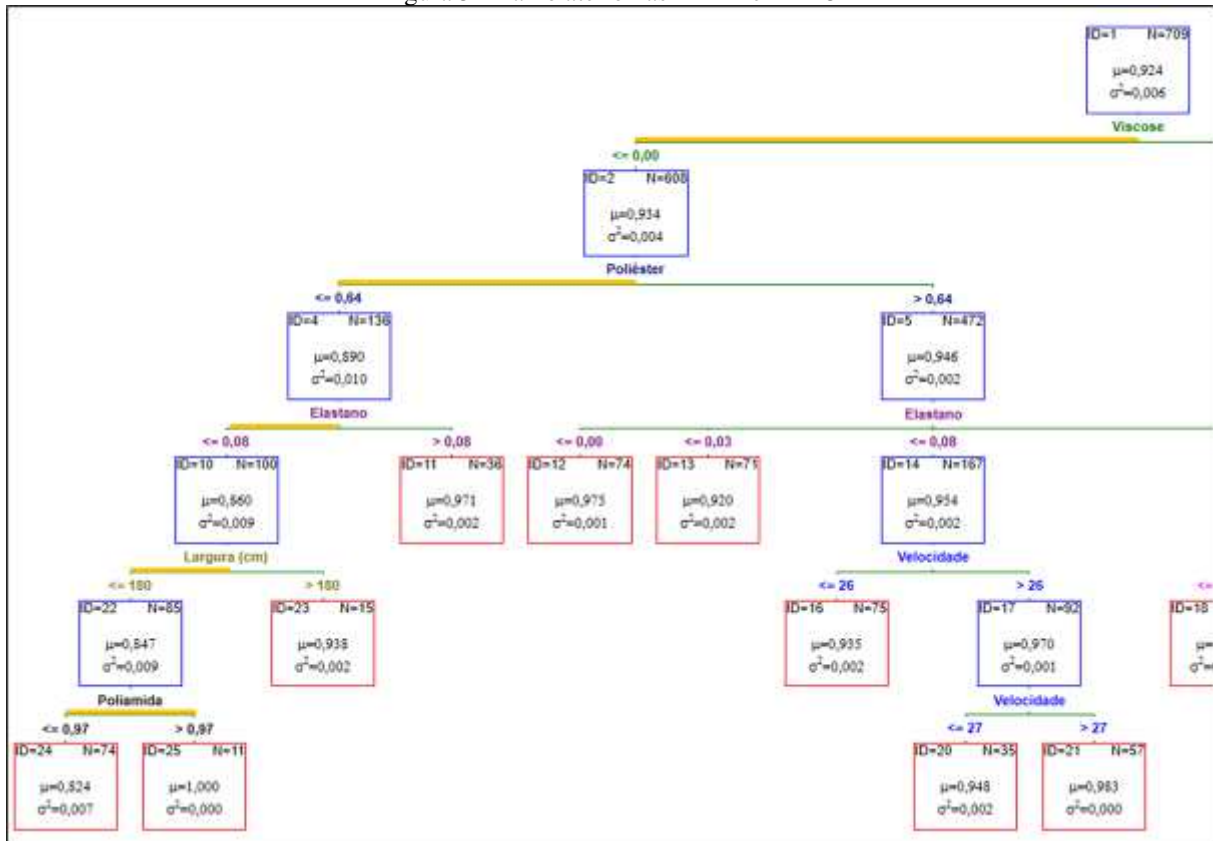
Figura 4 - Árvore de Decisão com escore VRS como variável dependente



Fonte: Autoria própria, 2021.

Fica evidente a influência da composição de cada fibra têxtil na construção da Árvore de Decisão. Nota-se que as primeiras divisões são geradas a partir desse tipo de variável. Um ramo ou caminho é o destacado em amarelo na Figura 5, o qual segue até as denominadas folhas ID=24 e ID=25.

Figura 5 - Ramo até folhas ID=24 e ID=25



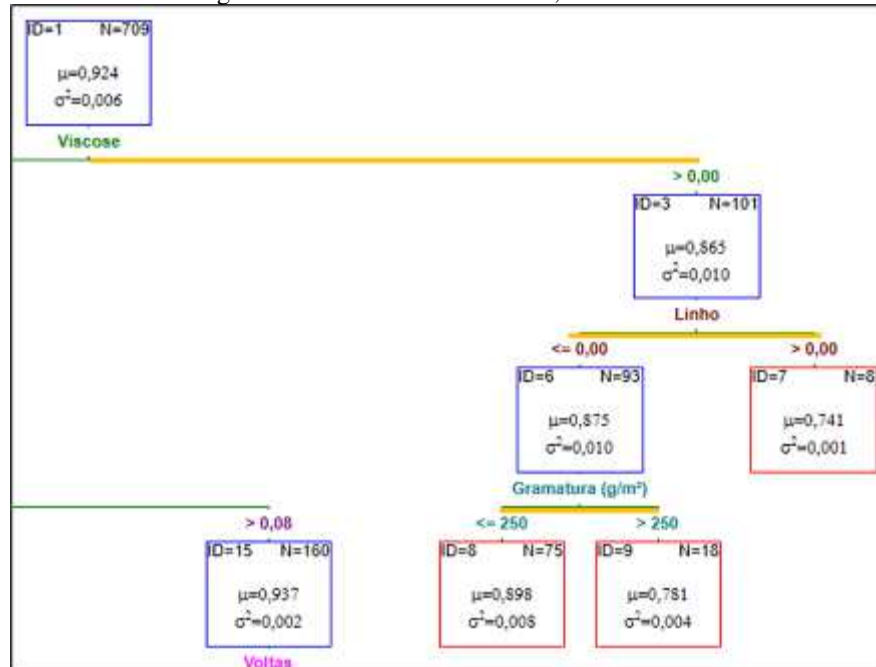
Fonte: Autoria própria, 2021.

As folhas mencionadas indicam que a composição de poliamida influencia diretamente a eficiência técnica dos produtos sem viscose, com composição de poliéster menor do que 64%, com composição de elastano menor ou igual a 8% e com largura do rolo menor ou igual a 180 cm. Nesse contexto, malhas com composição de poliamida maior do que 97% atingem a fronteira de eficiência técnica da carteira de produtos. Em contrapartida, valores menores do que 97% para a composição significam redução de quase 20% no escore de eficiência VRS.

Também são interessantes as folhas ID=7, ID=8 e ID=9, cujos ramos são destacados na Figura 6. Todas as malhas envolvidas nesses ramos até elas têm em sua composição a presença da fibra viscose. Ela indica uma queda de eficiência dos produtos em comparação com aqueles sem viscose. Percebe-se também que os 8 produtos com linho da folha ID=7 levam a

uma queda acional de eficiência, apresentando escore médio de 0,741, o menor de toda a árvore.

Figura 6 - Ramos até folhas ID=7, ID=8 e ID=9



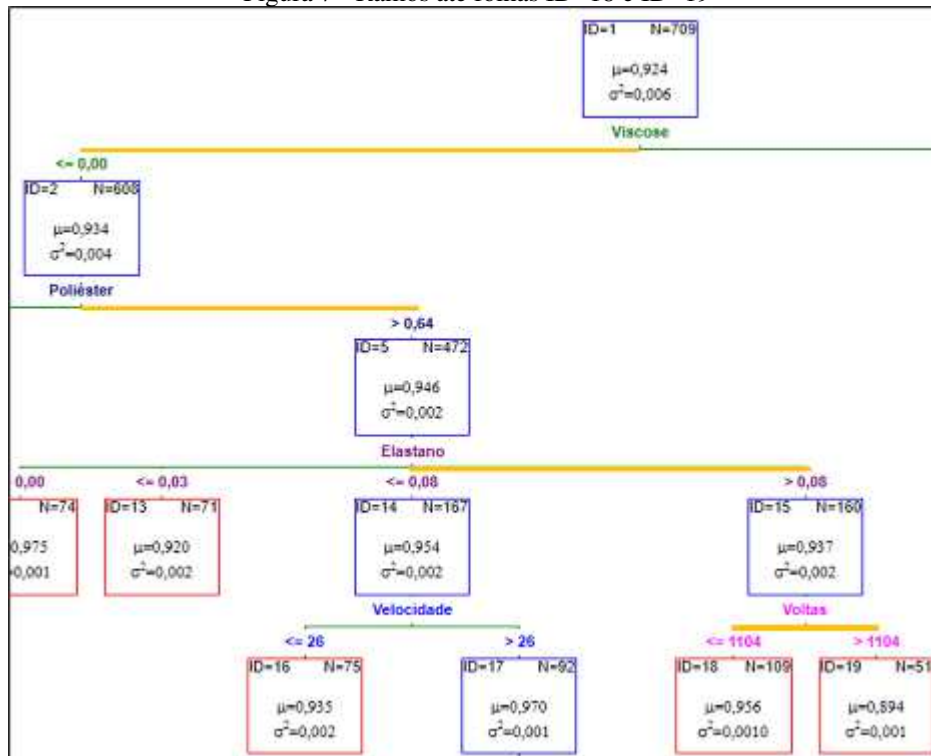
Fonte: Autoria própria, 2021.

Os produtos sem linho das folhas ID=8 e 9 não significam, porém, que sejam eficientes. Caso a gramatura seja maior do que 250 g/cm², a eficiência permanece em um patamar abaixo de 0,8, próxima aos produtos com linho.

Outro fator relevante percebido é a influência do número de voltas no escore de eficiência técnica VRS. Na Figura 7 verifica-se que há 160 tecidos de malhas sem viscose em sua composição, mas com mais de 64% de poliéster e mais de 8% de elastano, dos quais 109 pertencem à folha ID=18, e 51 à folha ID=19. A folha ID=18 engloba as referências que necessitam de 1.104 ou menos voltas completas do tear para finalizar um rolo de malha crua, apresentando uma média de escores de eficiência de 0,956. Os produtos que implicam em mais voltas, englobados na folha ID=19, levam a uma redução de 6,5% na eficiência.

É importante ainda destacar que a composição maior do que 64% de poliéster presente nessas malhas está associada a maiores escores, em comparação com produtos de menores composições dessa fibra. De forma contrária, a presença de elastano, quando maior do que 8%, reduz os valores da eficiência técnica VRS.

Figura 7 - Ramos até folhas ID=18 e ID=19



Fonte: Autoria própria, 2021.

Se for necessário desenvolver um novo tecido de malha esportivo, com base em novas demandas desse segmento de mercado, deve-se observar suas características técnicas e posicioná-lo na Árvore de Decisão, obtendo-se qual seu provável escore de eficiência VRS antes mesmo do novo tecido ser produzido. Faz-se ainda o exemplo com um novo produto fictício, cujas características são apresentadas na Tabela 4.

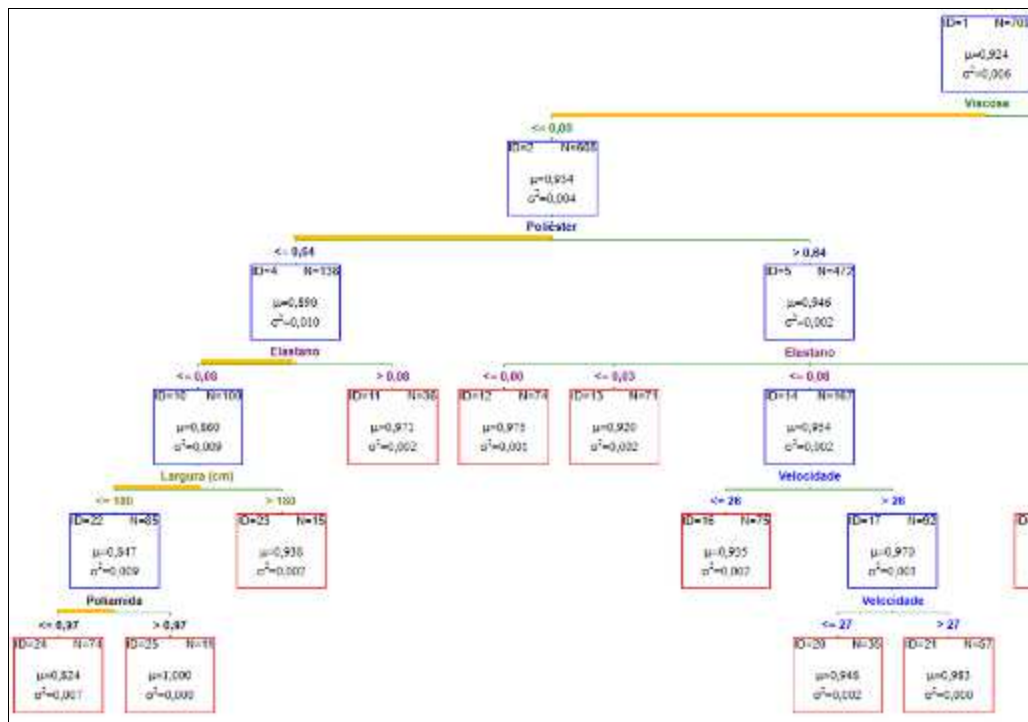
Tabela 4 - Características técnicas de uma malha fictícia a ser lançada

Característica	Valor
Composição	95% Poliamida; 5% Elastano
Largura	160 cm
Gramatura	310 g/cm ²
Número de voltas	2100
Velocidade do grupo de tear utilizado	20 RPM

Fonte: Autoria própria, 2021.

Busca-se, em seguida, as características apresentadas na Tabela 4 nos ramos da Figura 4, conforme mostra o caminho destacado em amarelo na Figura 8.

Figura 8 - Posicionamento da malha fictícia na Árvore de Decisão.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Nota-se que esse produto tem uma tendência de ter uma eficiência técnica média de 0,82. Tem-se, portanto, uma orientação relevante aos gerentes de produto, que podem avaliar se esse lançamento é realmente viável estrategicamente.

5. Conclusões

O objetivo geral deste estudo é avaliar a influência de parâmetros técnicos e financeiros no desenvolvimento de tecidos de malhas esportivos utilizando-se modelos da Análise Envoltória de Dados e de Árvores de Decisão, com base em dados de produção válidos para a data base de 31 de março de 2021.

Para tanto foram aplicadas técnicas estatísticas e matemáticas, tais como análise de correlação, programação matemática de modelos DEA orientados a *input* e Árvores de Decisão com variáveis técnicas têxteis.

Após aplicação dos modelos DEA foi possível identificar produtos que necessitam atenção e medidas gerenciais de acordo com os respectivos escores de eficiência técnica. Foi confirmado o potencial dos escores DEA no direcionamento das análises das malhas.



Através da Árvore de Decisão foi possível relacionar o escore VRS com determinadas variáveis técnicas das malhas. Notou-se que a composição de cada fibra têxtil apresenta papel relevante na determinação da eficiência dos produtos. Também foram iniciadas discussões acerca da relação das demais variáveis técnicas com os escores de eficiência.

Foi possível ainda nortear o desenvolvimento de uma nova malha fictícia, compreendendo-se o posicionamento dela na Árvore de Decisão apresentada, podendo-se conjecturar a eficiência VRS dessa malha antes mesmo de ela ser lançada efetivamente.

Portanto, nota-se que a combinação das análises DEA e Árvore de Decisão permite rápida identificação dos fatores técnicos e financeiros mais impactantes no desempenho de uma carteira de malhas esportivas, o que auxilia na superação dos desafios vividos por uma empresa do ramo, especialmente em tempos de instabilidade econômica como os da pandemia de COVID-19.

REFERÊNCIAS

ABIT. *Perfil do Setor*. 2021. Disponível em: <<https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>>. Acesso em: 02 fev. 2021.

BERNARDI, L. A. *Política e formação de preços: uma abordagem competitiva sistêmica e integrada*. São Paulo: Atlas, 1996.

BORNIA, A. C. *Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BREIMAN, L.; FRIEDMAN, J. H.; OLSHEN, R. A.; STONE, C. J. *Classification and Regression Trees*. Wadsworth, 1984.

CNI. *ICEI – Índice de Confiança do Empresário Industrial*. 2021. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/icei-setorial/?utm_source=gpc_relatorio&utm_medium=link&utm_campaign=ICEIsetorial_Mar2021>. Acesso em: 15 abr. 2021.

CNI. *Indicador de Custos Industriais*. 2020. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/indicador-de-custos-industriais/?utm_source=gpc_relatorio&utm_medium=link&utm_campaign=ici_3tri2020>. Acesso em: 01 mar. 2021.

CNI. *Indicadores de Competitividade-Custo*. 2020. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/indicadores-de-competitividade-custo/>>. Acesso em: 01 mar. 2021.

CNI. *Indústria Brasileira*. Brasília, abr. 2021, p. 36, 2021.

CNI. *Investimentos na Indústria*. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/investimentos-na-industria/?utm_source=gpc_relatorio&utm_medium=link&utm_campaign=investindustria_2020-2021>. Acesso em: 01 mar. 2021.

CNI. *Sondagem Industrial*. Brasília, mar. 2021, 9p.



COOPER, W.W.; SEIFORD, L.M.; TONE, K. *Data Envelopment Analysis – A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. 2. ed. New York: Springer, 2007, 490p.

COOPER, W.W.; SEIFORD, L.M.; TONE, K. *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses: With DEA-Solver Software and References*. 2. ed. New York: Springer, 2006. 354p.

FIPECAFI. *Manual de contabilidade das sociedades por ações: aplicável também às demais sociedades*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

KASS, G.V. *An Exploratory Technique for Investigating Large Quantities of Categorical Data*. Applied Statistics. Vol. 29, No. 2, 1980.

NAKANO, D.N. Métodos de Pesquisa adotados na Engenharia de Produção e Gestão de Operações. In: MIGUEL, P.A.C. (org). *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

PITOMBO, C. S.; KAWAMOTO, E.; SOUSA, A. J. *An exploratory analysis of relationships between socioeconomic, land use, activity participation variables and travel patterns*. Transport Policy (Oxford), 2011.

QUINLAN, J. R. *C4.5: programs for machine learning*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 1993.

SPENCER, D. J. *Knitting Technology: A Comprehensive Handbook and Practical Guide*. 3. ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2001.

VEJA. *Indústria teme novo ano de perdas com piora da pandemia e restrições*. 2021. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/economia/com-medidas-restritivas-industria-teme-novo-ano-de-perdas-em-2021/#:~:text=Em%202020%2C%20somente%20as%20atividades,2020%20pela%20interrup%C3%A7%C3%A3o%20das%20atividades>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

WEI, Q. Data envelopment analysis. *Chinese Science Bulletin*, v. 46, n. 16, p. 1321-1332, 2001.

WÖBER, K.W. Data envelopment analysis. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, v. 21, n. 4, p. 91-108, 2007.