



XXXII Congresso Brasileiro de Custos
17, 18 e 19 de novembro de 2025
-Campo Grande / MS -



Maximização do resultado fabril usando o TDABC combinado com o Solver (suplemento do Excel): estudo de caso

Rodney Wernke (Sem vínculo) - rodneywernke1@hotmail.com

Mara Juliana Ferrari (UNIDAVI) - mara@rossa.com.br

Resumo:

O objetivo deste estudo foi demonstrar a utilização conjunta do TDABC e do suplemento Solver (Excel) para projetar a quantidade ideal de produção para otimizar o resultado mensal de uma fábrica de carnes processadas, considerando a restrição de capacidade de produção (em minutos). A metodologia empregada pode ser qualificada como descritiva, com abordagem quantitativa e no formato de um estudo de caso. A revisão da literatura discorreu sobre conceitos relativos ao TDABC (etapas de implementação, benefícios e limitações associadas), à Programação Linear e ao Solver. Na apresentação dos resultados são mencionados os procedimentos realizados para aplicar o TDABC na indústria estudada, descrevendo as etapas transpostas e as informações decorrentes. Em seguida foram coligidos os dados requeridos para uso do Solver na resolução da questão pesquisada. Por último são elencados os achados decorrentes e evidenciado que a combinação do Solver com o TDABC é viável para descobrir o mix a produzir/vender para otimizar o resultado operacional por meio de simulações a respeito. Portanto, a pesquisa contribuiu ao apresentar uma aplicação prática do TDABC e do Solver, em conjunto, que possibilitou melhorar a lucratividade de uma fábrica.

Palavras-chave: TDABC. Solver. Otimização de resultado.

Área temática: Métodos quantitativos aplicados à gestão de custos

Maximização do resultado fabril usando o TDABC combinado com o Solver (suplemento do Excel): estudo de caso

RESUMO

O objetivo deste estudo foi demonstrar a utilização conjunta do TDABC e do suplemento Solver (Excel) para projetar a quantidade ideal de produção para otimizar o resultado mensal de uma fábrica de carnes processadas, considerando a restrição de capacidade de produção (em minutos). A metodologia empregada pode ser qualificada como descritiva, com abordagem quantitativa e no formato de um estudo de caso. A revisão da literatura discorreu sobre conceitos relativos ao TDABC (etapas de implementação, benefícios e limitações associadas), à Programação Linear e ao Solver. Na apresentação dos resultados são mencionados os procedimentos realizados para aplicar o TDABC na indústria estudada, descrevendo as etapas transpostas e as informações decorrentes. Em seguida foram coligidos os dados requeridos para uso do Solver na resolução da questão pesquisada. Por último são elencados os achados decorrentes e evidenciado que a combinação do Solver com o TDABC é viável para descobrir o *mix* a produzir/vender para otimizar o resultado operacional por meio de simulações a respeito. Portanto, a pesquisa contribuiu ao apresentar uma aplicação prática do TDABC e do Solver, em conjunto, que possibilitou melhorar a lucratividade de uma fábrica.

Palavras-chave: TDABC. Solver. Otimização de resultado.

Área Temática: Métodos quantitativos aplicados à gestão de custos.

1 INTRODUÇÃO

A literatura da área de custos envolve uma série de metodologias de custeamento que podem ser empregadas na determinação do custo de transformação unitário dos produtos das empresas fabris. Entre as opções disponíveis estão o custeio por Absorção (e seus derivados), o *Activity-based Costing* (ABC), o método das Unidades de Esforço de Produção (UEP) e o *Time-driven Activity-based Costing* (TDABC). Este último se caracteriza por alocar os custos aos produtos com base no consumo de tempo associado às atividades necessárias para elaborá-los (Kaplan, & Anderson, 2007), permitindo medir as capacidades instaladas, utilizadas e ociosas (Zanin, Schio, Corazza, & Wernke, 2018; Shankar, Hayatghaibi, & Anzai, 2020).

A identificação do patamar de ociosidade de uma organização pode ser considerada uma informação valiosa para gestores e investidores, o que motiva seu cálculo de forma interna (para fins de otimização da capacidade produtiva) e externa, especialmente quando há perspectiva de aumento de demanda ou estudos de viabilidade de expansão (Adigüzel, & Floros, 2020; Pereira, Wernke, & Ritta, 2024). Embora a ociosidade seja um fenômeno presente na maioria das empresas industriais, é responsabilidade dos administradores cogitar iniciativas para aprimorar a utilização dos recursos disponíveis (maquinário, galpões, quadro de pessoal etc.) e maximizar a geração de resultados da entidade (Hoose, & Kripka, 2023).

Nessa direção, pode ser útil o emprego da “programação linear”, visto que essa ferramenta proporciona soluções práticas para questões operacionais complexas, podendo apresentar caminhos para otimizar o resultado dos produtos naquelas realidades fabris que tenham restrições de capacidade produtivas (Gassen, Graciolli, Chiwiacowsky, & Mesquita, 2019). Uma forma de operacionalizá-la é usar o

suplemento “Solver” (do Microsoft Excel) que, de acordo com Bruni e Paixão (2008), permite testar hipóteses para maximização dos resultados da fábrica.

Porém, publicações discorrendo sobre a associação da programação linear (ou do Solver) ao Custeio Baseado em Atividades e Tempo (TDABC) são escassas, motivo pelo qual podem existir dúvidas quanto à possibilidade de uso conjunto desses artefatos. Então, a partir dessa possível lacuna é que emerge a questão de pesquisa: como usar o suplemento Solver (Excel) na estimativa das quantidades a fabricar para otimização do resultado oriundo do *mix* de produtos, se considerada a restrição de capacidade instalada (em minutos) em cada etapa de produção, no contexto do TDABC? Para responder tal indagação foi fixado o objetivo de demonstrar a utilização conjunta do TDABC e do suplemento Solver (Excel) para projetar a quantidade ideal de produção para otimizar o resultado mensal de uma fábrica de carnes processadas, considerando a restrição de capacidade de produção (em minutos).

Pesquisas com essa abordagem são pertinentes pelo reduzido número de publicações sobre o método TDABC combinado com o Solver no âmbito industrial. Assim, podem contribuir para que contabilidade gerencial também seja estudada academicamente com o enfoque de aplicabilidade prática em determinadas realidades empresariais que estejam situadas em níveis distintos de uso desses artefatos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O método de Custeio Baseado em Atividade e Tempo (TDABC) foi idealizado por Kaplan e Anderson (2007) visando a correção de deficiências do método de Custeio Baseado em Atividade (ABC), como é o caso do não reconhecimento da eventual existência de capacidade ociosa. Acerca disso, Pagano, Schulz e Walter (2022) mencionam que no TDABC são priorizados dois parâmetros facilmente estimáveis: a taxa de custo da capacidade (que representa a relação entre o custo da capacidade fornecida e a capacidade prática dos recursos usados no processo) e o uso efetivo dessa capacidade em cada atividade (equivalente ao tempo de execução das atividades envolvidas). Com isso, se consegue revelar o custo e a quantidade da capacidade prática não direcionada às atividades operacionais (ociosidade).

Nesse sentido, Afonso e Santana (2016) argumentam que a identificação do nível de ociosidade de uma indústria pode ser relevante para gestores e investidores, justificando sua mensuração internamente (com o objetivo de otimizar a capacidade produtiva) e externamente (principalmente se cogitadas perspectivas de expansão de demanda ou para estudos sobre a viabilidade de projetos).

Keel *et al.* (2017) citam que as etapas para implementar o TDABC podem abranger: (i) selecionar os processos a serem avaliados; (ii) definir as atividades em toda cadeia dos processos visados; (iii) elaborar o mapa de processos envolvendo todas as atividades; (iv) estimar o tempo de execução de cada atividade; (v) estimativa do custo para cada atividade do(s) processo(s); (vi) cálculo da capacidade produtiva utilizada; (vii) determinação do custo dessa capacidade e (viii) apurar o custo total.

Portanto, é necessário estimar a capacidade produtiva disponível, que corresponde ao volume de tempo que os funcionários atuam para executar as atividades (Choudhery *et al.*, 2020). Entretanto, Kaplan e Anderson (2007) defendem que a definição da taxa da capacidade de trabalho efetivamente instalada deve considerar que tal capacidade representa cerca de 80% da capacidade total teórica para o caso dos funcionários (por causa de intervalos de descanso, tempo de entrada e saída, treinamento, reuniões etc.) e de 85% para o caso das máquinas (pela inatividade derivada de *setups*, manutenções e reparos).

Ainda de acordo com Kaplan e Anderson (2007), essa capacidade efetiva é um dos componentes do cálculo da “taxa de custo da capacidade”, juntamente com os montantes gastos para execução de cada uma das atividades abrangidas. Portanto, a referida taxa resulta da divisão do (i) valor dos gastos com recursos fornecidos aos departamentos ou processos (envolvendo funcionários, maquinário, tecnologia e infraestrutura) para executar as atividades pelo (ii) tempo consumido da respectiva capacidade disponível de trabalho. Com isso, a taxa de custo da capacidade das atividades da empresa equivalerá ao valor do custo dessas atividades por minuto de execução (R\$/minuto). A partir dessa taxa é que são apurados os custos dos produtos, de vez que se considera o consumo de tempo de pessoal, máquinas e infraestrutura requeridos no processo (adicionando-se, a posteriori, o custo com material).

Quanto aos benefícios e limitações associáveis ao TDABC, pela restrição de espaço, neste texto estas foram omitidas por opção dos autores. Contudo, sugere-se que sejam consideradas, ao menos, aquelas mencionadas por Ganorkar, Lakhe e Agrawal (2018) e Pereira, Wernke e Ritta (2024).

2.1 Programação linear e a ferramenta Solver do Microsoft Excel

O conceito de “programação linear” surgiu nos anos 1950 (Hoose, & Kripka, 2023) e pode ser definido, de acordo com Belfiore e Fávero (2021), como uma técnica matemática para maximizar/minimizar uma função linear (representada pela “função objetivo”) relacionada com as restrições consideradas numa modelagem matemática para observar os fatores que limitam a capacidade de um sistema produtivo. Convém ressaltar que a programação linear é um modelo determinístico que requer que as variáveis a considerar devem ser conhecidas, lineares e constantes. Portanto, é necessário definir uma constante a ser usada como referência para associá-la à variável de decisão ligada à “função objetivo” do problema analisado, levando em conta também as restrições da empresa. Então, as variáveis de decisão devem ser “não-negativas”, pois os problemas reais requerem resultados positivos (Belfiore, & Fávero, 2021). Santos e Vallim (2021) aduzem que, para aplicá-la, primeiramente devem ser listadas as restrições existentes para atingir as possibilidades projetadas e, em seguida, definir os valores das variáveis decisórias de modo que as retas das restrições sejam transpassadas mutuamente. Por último, determinar os valores da “função objetivo,” por meio dos dados associados ao contexto do problema, para que seja conseguida a maximização dos resultados (ou a minimização dos custos).

O suplemento “Solver”, do Microsoft Excel, é um instrumento que permite usar a programação linear para testar hipóteses que, por exemplo, abranjam a determinação de um valor ideal (máximo ou mínimo) para uma equação localizada em determinada célula e que leva em conta as restrições ou limites vigentes sobre os valores de outras células com fórmulas numa planilha Excel. Portanto, o Solver processa um grupo de células (chamadas de “variáveis de decisão”) computadas no cálculo das fórmulas existentes nas células do “objetivo” e das “restrições”. O Solver ajusta os valores nas células das variáveis de decisão para adequar aos limites expressos nas células de restrição e evidenciar o resultado pretendido para a célula do “objetivo”. Assim, pode servir para encontrar soluções para diferentes problemas algébricos relacionados à maximização ou minimização de uma determinada função delimitada por um conjunto de restrições de um contexto fabril (Microsoft, 2025).

2.2 Estudo precedentes assemelhados

Pesquisas nas bases de dados do Portal de Periódicos Capes e nos eventos mais voltados à gestão de custos, em abril de 2025, indicaram a existência de duas

publicações com enfoque semelhante ao aplicado neste artigo. Aquela que mais se aproximou foi a de Souza e Borgert (2014), que versou acerca da utilização do Solver numa prestadora de serviços de telecomunicações que faz uso de uma unidade de medida de produção chamada de “Unidade de Rede (UR)”. Teve o objetivo de analisar, comparativamente, os resultados decorrentes da aplicação do TDABC e da UR utilizada pela companhia e concluiu que a análise estatística possibilitada pelo Solver aprimora a distribuição inicial e fornece valores mais confiáveis. Com isso, a aplicação do Solver subsidia a determinação dos equivalentes de produção, especialmente naquelas equipes de serviços com formação padrão, por terem menor oscilação de produtividade.

O estudo de Wernke e Ferrari (2024) abordou o uso do Solver em conjunto com o método de custeio das “Unidades de Esforço de Produção” (UEP). Evidenciou que tais ferramentas podem ser úteis para melhorar a lucratividade do *mix* produzido, se consideradas as restrições dos potenciais produtivos (equivalentes às capacidades instaladas dos setores) em termos de UEPs no período. Assim, não foram encontradas publicações com a abordagem estritamente assemelhada ao visado neste artigo, o que pode constituir uma lacuna de pesquisa.

3 METODOLOGIA UTILIZADA

Quanto aos aspectos metodológicos, cabe classificar este estudo como tendo objetivo descritivo, no formato de estudo de caso e com abordagem quantitativa. É pertinente categorizar como quantitativo porque, de acordo com Richardson (2017), assim devem ser enquadrados os estudos que se caracterizam pelo emprego da quantificação na coleta de informações e no tratamento delas por técnicas estatísticas.

Pelo lado do procedimento escolhido, cabe denominar como estudo de caso por estar circunscrito a apenas um objeto de estudo (indústria de carnes processadas), o que está em consonância com o conceito de Yin (2015) a respeito. No que tange ao objetivo, é válido considerá-lo como descritivo, pois Gil (2019) argumenta que este tipo abrange os estudos que descrevem as peculiaridades de um determinado fenômeno (ou população) ou que pretendem estabelecer vínculos entre as variáveis do contexto pesquisado.

Quanto ao objeto estudado, a pesquisa foi realizada numa fábrica de carnes processadas de Gaspar (SC), cuja razão social foi omitida para atender solicitação do proprietário. Os dados utilizados se referem ao mês de março/25, tendo sido coletados no mês seguinte, quando a empresa tinha aproximadamente 30 funcionários. A escolha dessa empresa ocorreu pela facilidade de acesso aos dados necessários (disponibilizados pelo proprietário), combinado com o fato de que a administração já utilizava metodologia de custeamento baseada em tempo para calcular os custos de transformação dos produtos fabricados. Para coligir os dados necessários foram utilizadas entrevistas não estruturadas (conversas informais) com o gestor fabril, com os líderes dos setores de produção e com o responsável pela contabilidade. Além disso, foi realizada uma análise documental para conhecer a realidade vigente à época, especialmente quanto às informações a utilizar no estudo.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para aplicação do método TDABC, inicialmente foram identificadas as etapas produtivas da fábrica de alimentos pesquisada, de acordo com a estrutura fabril. Esse procedimento permitiu configurar a planilha de custos de modo adequado à realidade industrial, o que tende a auxiliar no cálculo dos valores e parâmetros necessários à implementação dessa metodologia de custeamento.

No passo seguinte foram apurados os gastos mensais dessas atividades produtivas relacionados com depreciações (dos equipamentos e predial), folha de pagamentos (salários e encargos), energia elétrica, material de consumo e manutenção do maquinário, que totalizaram R\$ 287.281,75 no período abrangido. Na sequência, como o expediente da empresa era, em média, de 193,60 horas por mês (equivalentes a 11.616 minutos), foram calculados os valores da “Taxa do custo de capacidade (em R\$ por minuto)”. Por exemplo: a etapa “E1-Trit.” despendeu R\$ 25.178,28 nos 11.616 minutos de capacidade instalada, o que custou R\$ 2,167552 por minuto, conforme consta da primeira parte da Tabela 1 (segunda coluna).

Tabela 1**Resumo da aplicação do método TDABC**

1) TEMPO CONSUMIDO E CUSTO POR MINUTO (R\$) DAS ETAPAS PRODUTIVAS					
Etapas de Produção	Taxa do custo de capacidade (R\$/min.)	038-Mort. Min./unid.	115-Sals. Min./unid.	159-Ling. Min./unid.	TOTAL
E1-Trit.	2,167552	0,010000	0,020000	0,020000	-
E2-Moer	3,653000	0,021818	0,018750	0,021429	-
E3-Pesar	2,450685	0,012500	0,012000	0,013333	-
E4-MV	5,651610	0,015000	0,006667	0,018182	-
E5-Emb.	4,236984	0,020000	0,019355	0,021429	-
E6-Emul.	1,286283	0,007059	0,008333	0,006316	-
E7-Temp.	1,801551	0,006667	0,006000	0,005000	-
E8-Gr.	1,744582	0,012000	0,015000	0,013333	-
E9-Sep.	1,739308	0,015000	0,012000	0,015000	-
Total	-	0,120044	0,118105	0,134021	-
2) QUANTIDADES FÍSICAS PRODUZIDAS					
Quantidade produzida (unid.)	180.545	170.640	200.752	551.937	
3) CAPACIDADE UTILIZADA (MINUTOS)					
E1-Trit.	1.805,45	3.412,80	4.015,04	9.233,29	
E2-Moer	3.939,16	3.199,50	4.301,83	11.440,49	
E3-Pesar	2.256,81	2.047,68	2.676,69	6.981,19	
E4-MV	2.708,18	1.137,60	3.650,04	7.495,81	
E5-Emb.	3.610,90	3.302,71	4.301,83	11.215,44	
E6-Emul.	1.274,44	1.422,00	1.267,91	3.964,34	
E7-Temp.	1.203,63	1.023,84	1.003,76	3.231,23	
E8-Gr.	2.166,54	2.559,60	2.676,69	7.402,83	
E9-Sep.	2.708,18	2.047,68	3.011,28	7.767,14	
Capacidade utilizada (min.)	21.673,28	20.153,41	26.905,07	68.731,76	
4) CUSTO TOTAL DA CAPACIDADE UTILIZADA					
E1-Trit.	3.913,41	7.397,42	8.702,81	20.013,63	
E2-Moer	14.389,77	11.687,77	15.714,58	41.792,12	
E3-Pesar	5.530,74	5.018,22	6.559,73	17.108,69	
E4-MV	15.305,55	6.429,27	20.628,58	42.363,40	
E5-Emb.	15.299,33	13.993,53	18.226,78	47.519,63	
E6-Emul.	1.639,29	1.829,10	1.630,89	5.099,27	
E7-Temp.	2.168,41	1.844,50	1.808,32	5.821,23	
E8-Gr.	3.779,71	4.465,43	4.669,71	12.914,85	
E9-Sep.	4.710,35	3.561,55	5.237,54	13.509,44	
Custo total alocado (TDABC)	66.736,53	56.226,79	83.178,95	206.142,27	
5) CUSTO TOTAL DA CAPACIDADE OCIOSA					
Etapas	Minutos Ociosos	Taxa do custo de capac. (R\$/min.)	Custo da Capac. Ociosidade R\$	Nível de Ociosidade (%)	
E1-Trit.	2.382,71	2,167552	5.164,65	20,51%	

E2-Moer	175,51	3,653000	641,13	1,51%
E3-Pesar	4.634,81	2,450685	11.358,47	39,90%
E4-MV	4.120,19	5,651610	23.285,70	35,47%
E5-Emb.	400,56	4,236984	1.697,17	3,45%
E6-Emul.	7.651,66	1,286283	9.842,20	65,87%
E7-Temp.	8.384,77	1,801551	15.105,58	72,18%
E8-Gr.	4.213,17	1,744582	7.350,22	36,27%
E9-Sep.	3.848,87	1,739308	6.694,36	33,13%
Custo total da ociosidade	35.812,24	-	81.139,48	28,24%

Fonte: elaborada pelos autores.

Na fase seguinte foram coligidos os dados relativos aos três produtos (038-Mort., 115-Sals. e 159-Ling.), como os tempos de produção em cada etapa fabril (em minutos por unidade) e as quantidades produzidas/vendidas no período (180.545, 170.640 e 200.752 unidades, respectivamente para os produtos citados), conforme expresso nas duas primeiras partes da Tabela 1.

Conhecidos os tempos de produção e os volumes produzidos, foi possível calcular a capacidade utilizada pelos produtos em cada uma dessas etapas produtivas (vide parte 3 da Tabela 1). Ou seja, o produto “038-Mort.” consumiu 21.673,28 minutos, o item “115-Sals.” gastou 20.153,41 minutos e o “159-Ling.” despendeu 26.905,07 minutos, o que totalizou 68.731,76 minutos no mês em tela.

Na parte 4 da Tabela 1 foi calculado o valor do custo total da capacidade utilizada no mês. Para tanto, bastou multiplicar o custo por minuto de cada etapa fabril pelo respectivo valor da “taxa do custo de capacidade (em R\$ por minuto)”. Com isso, foram alocados os valores totais de R\$ 66.736,53 (produto “038-Mort.”), R\$ 56.226,79 (no caso do “115-Sals.”) e R\$ 83.178,95 (“159-Ling.”), totalizando R\$ 206.142,27.

A parte inferior da Tabela 1 apresenta os níveis de ociosidade das etapas de produção. Ou seja, na segunda coluna constam os “Minutos Ociosos”, que foram calculados pela subtração do (i) “tempo utilizado” com os três produtos do (ii) “tempo disponível”. Por exemplo: no caso do setor “E1-Trit.”, os 9.233,29 minutos consumidos na fabricação foram descontados da capacidade instalada (de 11.616 minutos) para apurar a capacidade ociosa de 2.382,71 minutos no mês. Ao multiplicar essa quantidade de tempo pela “Taxa do custo de capacidade” respectiva de R\$ 2,167552 obteve-se o valor do custo da capacidade ociosa da etapa (R\$ 5.164,65), que representou 20,51% do custo total desta no mês (R\$ 25.178,28). Calculando de modo análogo para os demais segmentos da indústria pesquisada, se chegou ao valor total de R\$ 81.139,48 (28,24% do custo total mensal fabril, que foi de R\$ 287.281,75), como exposto na última linha da Tabela 1.

O segundo grupo dos dados apurados abrangeu os produtos integrantes do *mix* fabricado e comercializado no período-base do estudo, bem como a lucratividade obtida, conforme expresso na Tabela 2.

Tabela 2

Resultado do período – Cenário inicial

Itens/Produtos	038-Mort.	115-Sals.	159-Ling.	TOTAL
(+) Preço de venda unitário R\$	5,30000	7,36000	6,24000	-
(-) Custo unitário de matérias-primas R\$	3,36232	4,84509	3,89750	-
(-) Tributos sobre vendas unitário R\$	1,06742	1,48230	1,25674	-
(-) Comissões de vendas unitário R\$	0,06360	0,08832	0,07488	-
(=) Margem de contribuição unitária R\$	0,80666	0,94429	1,01088	-
(-) Custo de transf. unitário (TDABC) R\$	0,36964	0,32951	0,41434	-
(X) Quantidade vendida/mês	180.545	170.640	200.752	551.937
(+) Vendas totais R\$	956.888,50	1.255.910,40	1.252.692,48	3.465.491,38

(--) Custo de matérias-primas R\$	607.050,06	826.765,82	782.431,72	2.216.247,60
(--) Tributos sobre vendas R\$	192.717,34	252.940,35	252.292,27	697.949,96
(--) Comissões de vendas R\$	11.482,66	15.070,92	15.032,31	41.585,90
(=) Margem de contribuição R\$	145.638,43	161.133,30	202.936,18	509.707,92
(--) Custo de transformação (TDABC) R\$	66.736,53	56.226,79	83.178,95	206.142,27
(=) Margem de contribuição fabril R\$	78.901,90	104.906,52	119.757,23	303.565,65

Fonte: elaborada pelos autores.

Os dados acerca dos produtos foram obtidos das seguintes fontes:

- Preço de venda unitário R\$: calculado pelos preços médios vigentes, com base no faturamento do mês abrangido;
- Custo unitário de matérias-primas R\$: informado pelo gestor da empresa, a partir da composição da ficha técnica de insumos de cada item;
- Tributos sobre vendas unitário R\$: de acordo com a legislação vigente, segundo o contador da empresa;
- Comissões de vendas unitário R\$: relatório de faturamento do período;
- Margem de contribuição unitária R\$: calculada pelo desconto dos valores de matérias-primas, tributos e comissões do preço de venda respectivo dos produtos;
- Custo de transformação unitário R\$: calculado pelo método TDABC, envolvendo a multiplicação do (i) “tempo despendido em cada etapa produtiva” (vide Tabela 1, anteriormente) pela (ii) “taxa do custo de capacidade (R\$ por minuto)”.

Assim, ao multiplicar os valores unitários desses fatores pelas quantidades vendidas dos produtos no mês, foram determinados os valores totais de vendas dos três itens (R\$ 3.465.491,38), consumo de matérias-primas (R\$ 2.216.247,60), tributos sobre vendas (R\$ 697.949,96), comissões de venda (R\$ 41.585,90), margem de contribuição (R\$ 509.707,92), custo de transformação (R\$ 206.142,27) e margem de contribuição fabril (R\$ 303.565,65). Nessa avaliação da lucratividade dos produtos, citada na Tabela 2, foi utilizado o conceito de “Margem de Contribuição Fabril”. Portanto, é pertinente destacar que tal procedimento destoa da literatura contábil mais difundida, onde se costuma considerar que a margem de contribuição não deve conter os valores do custo unitário de fabricação (por este conter custos classificáveis como “fixos”). Contudo, Anthony e Govindarajan (2002) argumentam que, se os custos de transformação têm valores monetários significativos e o consumo dos recursos do processo fabril é distinto de um produto para outro, analisar a lucratividade dos itens sem esses dispêndios pode reduzir a qualidade das informações relacionadas. Portanto, se optou por aplicar o conceito de “margem de contribuição fabril” para mensurar a lucratividade unitária conseguida pelos integrantes do *mix* vendido, pois os custos de transformação são relevantes no contexto da empresa pesquisada.

Como o foco desta pesquisa se assenta na otimização do resultado, também é importante salientar que o método TDABC pode levar à não alocação de todos os custos do período aos produtos fabricados. Anteriormente já havia sido comentado que o gasto mensal com os custos de transformação totalizou R\$ 287.281,75 (acarretado por depreciações, folha de pagamentos, energia elétrica etc.). Porém, a aplicação do TDABC realizada permitiu a alocação de R\$ 206.142,27 (vide última coluna da Tabela 2, anteriormente citada). Desse modo, uma parcela dos custos de transformação do período (no valor de R\$ 81.139,48) não foi alocada. O referido valor corresponde à parcela de tempo não consumida pela produção do mês, ou seja, à ociosidade fabril (como mensurado na Tabela 1, anteriormente). Quanto a esse aspecto da alocação de um valor menor que o custo mensal total da fábrica, é coerente afirmar que decorre da configuração do TDABC porque, de acordo com Wernke, Zanin e Ritta (2022), o TDABC está assentado no princípio de avaliação de baixo para cima (*bottom-up*). Ou seja, parte de um processo específico para o mais

amplo, com alocação de recursos de acordo com o custo por unidade produzida e o tempo associado a esse(s) processo(s). Quando a quantidade produzida (unidades) gera um gasto de tempo (capacidade utilizada) inferior ao expediente de trabalho disponível (capacidade instalada), acarreta um tempo inativo, que costuma ser chamado de capacidade ociosa.

4.1 Aplicação do Solver (Excel) para projetar a maximização do resultado fabril

No cenário inicialmente encontrado, o resultado das operações da empresa foi de R\$ 303.565,65 (com margem de 8,76% das vendas), subdividido entre os três produtos (R\$ 78.901,90, R\$ 104.906,52 e R\$ 119.757,23 respectivamente para “038-Mort.”, “115-Sals.” e “159-Ling.”). Para alcançar o objetivo de otimização da lucratividade do *mix* produzido/vendido é pertinente selecionar os itens mais rentáveis, concomitantemente com a observância do consumo dos recursos disponibilizados para a elaboração dos produtos, especialmente o tempo de fabricação disponível. Nesse rumo, como a capacidade instalada de produção é “finita”, nos casos em que o volume de vendas supera a capacidade instalada é relevante priorizar os itens a fabricar levando-se em conta esse fator restritivo.

A determinação do *mix* ótimo de produção/vendas pode ser auxiliada pelo uso da ferramenta Solver, do aplicativo Excel, mediante a inclusão dos dados referentes aos produtos abrangidos nesse simulador. No caso em estudo, o levantamento dos dados necessários para essa projeção envolveu os fatores e valores da Figura 1.

Figura 1 – Parametrização dos dados no suplemento Solver (Excel)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Itens/Produtos	038-Mort.	115-Sals.	159-Ling.	TOTAL											
2	(+) Preço de venda R\$	5,30000	7,36000	6,24000	-											
3	(-) Custo de matérias-primas R\$	3,36232	4,84509	3,89750	-											
4	(-) Tributos sobre vendas R\$	1,06742	1,48230	1,25674	-											
5	(-) Comissões de vendas R\$	0,06360	0,08832	0,07488	-											
6	(=) Margem de contrib. R\$	0,80666	0,94429	1,01088	-											
7	(-) Custo fabril (método TDABC) R\$	0,36964	0,32951	0,41434	-											
8	E1-Trit.	0,02168	0,04335	0,04335	-											
9	E2-Moer	0,07970	0,06849	0,07828	-											
10	E3-Pesar	0,03063	0,02941	0,03268	-											
11	E4-MV	0,08477	0,03768	0,10276	-											
12	E5-Emb.	0,08474	0,08201	0,09079	-											
13	E6-Emul.	0,00908	0,01072	0,00812	-											
14	E7-Temp.	0,01201	0,01081	0,00901	-											
15	E8-Gr.	0,02093	0,02617	0,02326	-											
16	E9-Sep.	0,02609	0,02087	0,02609	-											
17	(=) Margem de contrib. fabril R\$	0,43702	0,61478	0,59654	-											
18	(X) Quantidade vendida/mês	180.545	170.640	200.752	551.937											
19	(+) Vendas totais R\$	956.888,50	1.255.910,40	1.252.692,48	3.465.491,38											
20	(-) Custo de matérias-primas R\$	607.050,06	826.765,82	782.431,72	2.216.247,60											
21	(-) Tributos sobre vendas R\$	192.717,34	252.940,35	252.292,27	697.949,96											
22	(-) Comissões de vendas R\$	11.482,66	15.070,92	15.032,31	41.585,90											
23	(=) Margem de contrib. R\$	145.638,43	161.133,30	202.936,18	509.707,92	Capacidade	Capacidade									
24	(-) Custo fabril (método TDABC) R\$	66.736,53	56.226,79	83.178,95	206.142,27	Utilizada (min.)	Instalada (min.)									
25	E1-Trit.	3.913,41	7.397,42	8.702,81	20.013,63	9.233,29	11.616									
26	E2-Moer	14.389,77	11.687,77	15.714,58	41.792,12	11.440,49	11.616									
27	E3-Pesar	5.530,74	5.018,22	6.559,73	17.108,69	6.981,19	11.616									
28	E4-MV	15.305,55	6.429,27	20.628,58	42.363,40	7.495,81	11.616									
29	E5-Emb.	15.299,33	13.993,53	18.226,78	47.519,63	11.215,44	11.616									
30	E6-Emul.	1.639,29	1.829,10	1.630,89	5.099,27	3.964,34	11.616									
31	E7-Temp.	2.168,41	1.844,50	1.808,32	5.821,23	3.231,23	11.616									
32	E8-Gr.	3.779,71	4.465,43	4.669,71	12.914,85	7.402,83	11.616									
33	E9-Sep.	4.710,35	3.561,55	5.237,54	13.509,44	7.767,14	11.616									
34	(=) Margem de contribuição fabril total R\$	78.901,90	104.906,52	119.757,23	303.565,65											

Fonte: elaborada pelos autores.

Ou seja, inicialmente foram levantados os valores monetários inerentes aos fatores requeridos para calcular a margem de contribuição fabril unitária (preço de venda, custo do consumo de matérias-primas, tributação sobre o faturamento, comissões incidentes sobre a venda e custo de transformação). Na sequência, com base no volume mensal vendido no mês pesquisado, foram calculados os valores da margem de contribuição fabril total (R\$) dos produtos e o resultado operacional total (R\$) da empresa. Além desses dados, também foram considerados na parametrização do Solver (no aplicativo Excel) os níveis das capacidades “utilizadas” e “instaladas” de cada etapa de produção (que já haviam sido mencionados na Tabela 1, em seção precedente).

Como ilustrado na Figura 1, o objetivo da simulação é a maximização da “Margem de contribuição fabril total (R\$)”, que ocupa a célula “E34” (destacada em preto). Para tanto, o volume a fabricar deveria envolver as “Quantidades vendidas/mês” dos produtos, que estão nas células “B18”, “C18” e “D18” (vide destaque em vermelho) e foram parametrizadas na janela “Alterando Células Variáveis” do Solver.

Contudo, a definição do *mix* ótimo, em termos de lucratividade, deve ser atrelado às restrições da capacidade instalada de produção das etapas fabris percorridas pelos produtos, cujos valores respectivos foram apurados anteriormente em termos de “minutos por unidade”. Ou seja, a quantidade a produzir para otimizar o resultado de cada item deve gerar um consumo de tempo, no mês, que seja inferior à capacidade instalada das etapas de produção. Assim, na janela “Sujeito às Restrições.” foram adicionados dois tipos de parâmetros. O primeiro indica que as quantidades a serem geradas como resultado (valores das células vermelhas) devem ser “números inteiros” (não se admitindo frações de produtos, por exemplo). A segunda modalidade de restrições indica que os volumes totais dos tempos de produção em cada etapa fabril (células verdes) não devem superar as capacidades instaladas respectivas (salientadas nas células azuis, coluna “G” da Figura 1). Ao acionar o comando “Resolver” do Solver, se chegou ao cenário retratado na Tabela 3, onde o resultado operacional total do conjunto dos três produtos foi otimizado.

Tabela 3

Resultado no volume de maximização indicado pelo Solver – Cenário otimizado

Itens/Produtos	038-Mort.	115-Sals.	159-Ling.	TOTAL
Quantidade vendida/mês	36.300	562.650	-	598.950
(+) Vendas totais R\$	192.390,00	4.141.104,00	-	4.333.494,00
(--) Custo de matérias-primas R\$	122.052,22	2.726.088,76	-	2.848.140,98
(--) Tributos sobre vendas R\$	38.747,35	834.018,35	-	872.765,69
(--) Comissões de vendas R\$	2.308,68	49.693,25	-	52.001,93
(=) Margem de contribuição R\$	29.281,76	531.303,64	-	560.585,40
(--) Custo de transformação (TDABC) R\$	13.417,91	185.396,17	-	198.814,07
E1-Trit.	786,82	24.391,46	-	25.178,28
E2-Moer	2.893,18	38.538,01	-	41.431,19
E3-Pesar	1.112,00	16.546,54	-	17.658,53
E4-MV	3.077,30	21.199,19	-	24.276,49
E5-Emb.	3.076,05	46.140,76	-	49.216,81
E6-Emul.	329,59	6.031,06	-	6.360,65
E7-Temp.	435,98	6.081,86	-	6.517,83
E8-Gr.	759,94	14.723,84	-	15.483,78
E9-Sep.	947,05	11.743,46	-	12.690,51
(=) Margem de contribuição fabril total R\$	15.863,85	345.907,48	-	361.771,33

Fonte: elaborada pelos autores.

A projeção oriunda do Solver indicou que os volumes a serem produzidos/vendidos para otimizar o resultado do período seriam de 36.300 unidades do produto “038-Mort.”, 562.650 itens do “115-Sals.” e nenhuma peça do “159-Ling.”, totalizando 598.950 unidades. Com isso, o valor do custo de transformação total alocado aos produtos passou para R\$ 198.814,07 neste cenário otimizado (portanto, um valor menor que os R\$ 206.142,27 apurados na situação inicial e, também, menor que o custo da capacidade instalada, que é de R\$ 287.281,75).

Tendo em vista que os demais fatores (preço de venda, tributação, comissão e custo de matérias-primas) por unidade não foram alterados, somente houve mudanças nos valores totais destes pelos novos volumes sugeridos pelo Solver. Assim, as novas margens de contribuição fabris totais passaram a ser de R\$ 15.863,85 (produto “038-Mort.”) e R\$ 345.907,48 (produto “115-Sals.”), ocasionando o valor total de R\$ 361.771,33 para o *mix* a ser produzido/vendido para otimizar o resultado fabril da empresa (sendo que o produto “159-Ling.” não deveria ser produzido, conforme recomendado pelo Solver). O referido valor de margem de contribuição conseguido nesse cenário otimizado equivale a 8,348% das vendas projetadas (R\$ 4.333.494,00) e supera o valor anteriormente obtido, pois a margem de contribuição total era de R\$ 303.565,65 (8,76% dos R\$ 3.465.491,38 faturados).

Mas, por que ocorre essa mudança no resultado? A resposta dessa indagação está atrelada à metodologia que fundamenta o Solver, pois esta faz uma ponderação entre a capacidade consumida dos recursos finitos (neste caso, a capacidade instalada em termos de minutos) e a lucratividade máxima que cada produto poderia proporcionar, estando circunscrito a esse limite de capacidade operacional disponível. Então, ao cogitar acerca do motivo que levou à priorização dos dois produtos (“038-Mort.” e “115-Sals.”) em detrimento do “159-Ling.”, cabe destacar os respectivos consumos das capacidades instaladas no posto operativo “E2-Moer”, que pode ser considerado o gargalo produtivo da empresa em tela, com base no *mix* produzido/vendido no mês pesquisado. Nessa direção, somente 175,51 minutos ficaram ociosos na situação inicial nesta etapa produtiva, equivalentes a 1,51% da capacidade instalada de 11.616 minutos.

Assim, ao se considerar o resultado máximo a obter pelos produtos quando utilizado esse tempo ocioso, ter-se-ia o quadro retratado na Tabela 4.

Tabela 4

Margem de contribuição por fator restritivo (capacidade ociosa) – Cenário otimizado

Itens	115-Sals.	159-Ling.
a) Capacidade ociosa do setor “E2-Moer” na situação inicial (minutos)	175,51	175,51
b) Tempo gasto pelo produto no setor (minutos)	0,018750	0,021429
c = a / b) Quantidade fabricável nos minutos ociosos (unidades)	9.360,42	8.190,36
d) Margem de contribuição fabril unitária R\$	0,61478	0,59654
e = c * d) Margem de contribuição fabril máxima possível R\$	5.754,62	4.885,91

Fonte: elaborada pelos autores.

Cada unidade do “115-Sals.” consome 0,018750 minuto no setor “E2-Moer.”, enquanto o produto “159-Ling.” tem consumo de 0,021429 minuto na mesma etapa produtiva. Ao dividir a quantidade de minutos ociosos (a serem usados para fabricar um dos produtos), pelo tempo despendido pela fabricação respectiva, a quantidade máxima a fabricar seria de 9.360,42 unidades para o produto “115-Sals.”. Multiplicando-se esse volume pela margem de contribuição fabril unitária de R\$ 0,61478 proporcionaria resultado total de R\$ 5.754,62. Fazendo o mesmo procedimento de cálculo com o produto “159-Ling.”, seria obtida margem de contribuição total de R\$ 4.885,91, o que justificaria a priorização do outro produto.

Se constata, então, que a prioridade deve ser dada ao item “115-Sals.” porque este gerará resultado (em R\$) maior por fração de tempo consumida (minutos), uma vez que o Solver pondera também o consumo dos recursos pelos produtos (ou seja, a capacidade instalada, em minutos, no período). Nessa direção, a Tabela 5 registra os volumes de tempos consumidos da capacidade disponível na quantidade a produzir recomendada pelo Solver para otimizar o resultado.

Tabela 5**Capacidade utilizada (em Minutos) – Cenário otimizado**

Itens/Produtos	038-Mort.	115-Sals.	159-Ling.	TOTAL
a) Venda (unidades/mês)	36.300	562.650	-	598.950
b) Consumo em minutos por unidade				
E1-Trit.	0,01000	0,02000	0,02000	-
E2-Moer	0,02182	0,01875	0,02143	-
E3-Pesar	0,01250	0,01200	0,01333	-
E4-MV	0,01500	0,00667	0,01818	-
E5-Emb.	0,02000	0,01935	0,02143	-
E6-Emul.	0,00706	0,00833	0,00632	-
E7-Temp.	0,00667	0,00600	0,00500	-
E8-Gr.	0,01200	0,01500	0,01333	-
E9-Sep.	0,01500	0,01200	0,01500	-
c = a * b) Volume de minutos consumidos no período (capacidade utilizada)				
E1-Trit.	363,00	11.253,00	-	11.616,00
E2-Moer	792,00	10.549,69	-	11.341,69
E3-Pesar	453,75	6.751,80	-	7.205,55
E4-MV	544,50	3.751,00	-	4.295,50
E5-Emb.	726,00	10.890,00	-	11.616,00
E6-Emul.	256,24	4.688,75	-	4.944,99
E7-Temp.	242,00	3.375,90	-	3.617,90
E8-Gr.	435,60	8.439,75	-	8.875,35
E9-Sep.	544,50	6.751,80	-	7.296,30
Total	4.357,59	66.451,69	-	70.809,27

Fonte: elaborada pelos autores

A capacidade utilizada é obtida multiplicando-se o volume fabricado do item pelo respectivo tempo de fabricação. Ou seja, as 36.300 unidades do produto “038-Mort.” têm consumo de 0,01000 minuto por peça na etapa “E1-Trit.”, acarretando consumo total da capacidade instalada de 363 minutos no mês nessa parte da fábrica. Ao somar os minutos despendidos com os dois produtos, se percebe que a produção indicada pelo Solver em tal setor gastaria o total de 11.616 minutos no período (ou seja, consumiria toda a capacidade instalada). A partir dessa capacidade consumida foi possível verificar os novos índices de ociosidade, como descrito na Tabela 6.

Tabela 6**Capacidade Utilizada, Instalada e Ociosa – Cenário otimizado**

Etapas de Produção	Capacidade Utilizada	Capacidade Instalada	Capacidade Ociosa	Nível de ociosidade (%)	Taxa do custo de Capac. (R\$/min.)	Custo da Capac. Ociosa R\$
E1-Trit.	11.616,00	11.616	-	-	2,16755	-
E2-Moer	11.341,69	11.616	274,31	2,36%	3,65300	1.002,06
E3-Pesar	7.205,55	11.616	4.410,45	37,97%	2,45069	10.808,62
E4-MV	4.295,50	11.616	7.320,50	63,02%	5,65161	41.372,61
E5-Emb.	11.616,00	11.616	-	-	4,23698	-
E6-Emul.	4.944,99	11.616	6.671,01	57,43%	1,28628	8.580,82
E7-Temp.	3.617,90	11.616	7.998,10	68,85%	1,80155	14.408,98
E8-Gr.	8.875,35	11.616	2.740,65	23,59%	1,74458	4.781,29

E9-Sep.	7.296,30	11.616	4.319,70	37,19%	1,73931	7.513,29
Total	70.809,27	104.544	33.734,73	32,27%	-	88.467,68

Fonte: elaborada pelos autores.

No caso dos setores “E1-Trit.” e “E5-Emb.”, a capacidade utilizada (total de minutos gastos) foi igual à capacidade instalada (total de minutos disponíveis do expediente industrial). Assim, a ociosidade desses postos de trabalho seria zerada no cenário simulado para obter a maximização do resultado. Então, uma unidade ou um produto adicional aos volumes sugeridos pelo Solver não seria suportável no patamar de capacidade instalada nesses dois setores.

Outro ângulo de análise é a comparação entre os dois cenários, tanto em termos das capacidades ociosas (em minutos), quanto no caso dos valores alocados e ociosos. Nesse rumo, na Tabela 7 constam os tempos totais ociosos em cada etapa.

Tabela 7

Comparativo das capacidades ociosas (em minutos) nos dois cenários

Etapas de produção	Cenário Inicial	Cenário Otimizado
E1-Trit.	2.382,71	-
E2-Moer	175,51	274,31
E3-Pesar	4.634,81	4.410,45
E4-MV	4.120,19	7.320,50
E5-Emb.	400,56	-
E6-Emul.	7.651,66	6.671,01
E7-Temp.	8.384,77	7.998,10
E8-Gr.	4.213,17	2.740,65
E9-Sep.	3.848,87	4.319,70
Total	35.812,24	33.734,73

Fonte: elaborada pelos autores.

No cenário inicial a capacidade ociosa totalizava 35.812,24 minutos, passando a ser de 33.734,73 minutos no cenário otimizado. Cabe salientar que no cenário maximizador seriam zerados os setores “E1-Trit.” e “E5-Emb.”, além de outros setores onde haveria redução no tempo ocioso. Contudo, o patamar de ociosidade aumentaria nas etapas “E2-Moer”, “E4-MV” e “E9-Sep.”.

Outro prisma de análise seria confrontar os valores totais (em R\$) alocados e não alocados nas duas situações. No cenário inicial, o custo alocado pelo TDABC aos produtos teria o total de R\$ 206.142,27, enquanto no cenário otimizado pelo Solver o valor alocado atingiria R\$ 198.814,07. Portanto, o valor não alocado (que equivale ao montante do custo da capacidade ociosa) seria de R\$ 88.467,68 no contexto simulado, perante os R\$ 81.139,48 verificados no cenário inicial. Ou seja, o valor total da ociosidade aumenta no cenário otimizado, ao mesmo tempo que melhoraria o resultado total mensal (passaria de R\$ 303.565,65 para R\$ 361.771,33).

4.2. Discussão dos resultados

O contexto descrito nas seções precedentes possibilitou alguns achados cujas relevâncias merecem ser salientadas. O primeiro aspecto se refere às informações gerenciais proporcionadas, visto que os procedimentos para implementar o TDABC nessa indústria de carnes processadas disponibilizaram informes úteis aos gestores industriais. Nesse sentido, é válido mencionar a mensuração do custo de transformação unitário e total do *mix* produzido, o cálculo da margem de contribuição fabril unitária e total dos produtos, bem como a participação percentual das etapas produtivas no custo de transformação dos produtos (o que pode subsidiar decisões sobre terceirização, por exemplo).

Outro ponto a salientar diz respeito à determinação das capacidades instaladas, utilizadas e ociosas das etapas de produção (no caso, em minutos) e os respectivos valores monetários. Assim, são corroborados os benefícios elencados na literatura que discorre sobre a aplicabilidade do TDABC na mensuração da ociosidade (Kaplan, & Anderson, 2007; Pereira, Wernke, & Ritta, 2024).

O terceiro benefício a destacar é a comprovação de que o método TDABC é compatível à utilização do Solver com o fito de simular os volumes de produção que facultem maximizar o resultado operacional. Ou seja, em seção anterior foi demonstrada a viabilidade da parametrização do Solver com fundamento na base de dados utilizada na implementação desse modelo de custeio, desde que adequadamente configurados os volumes a ajustar, fatores de restrição de capacidade etc. Além disso, no contexto pesquisado, ao selecionar o objetivo de otimizar a margem de contribuição fabril total (R\$) da empresa com o *mix* abrangido, levando em conta os limites das capacidades instaladas das nove etapas produtivas (em termos de minutos disponíveis), foi determinado o volume mais adequado das unidades a fabricar e vender para obtenção do melhor resultado operacional possível no mês. Esse patamar de produção está circunscrito aos limites da capacidade instalada de fabricação, individualmente determinado por setor fabril da empresa, o que foi comprovado com o cálculo do volume de unidades a ser produzido no período, a partir das quantidades sugeridas pelo Solver e seu alinhamento às capacidades instaladas de produção mensais de cada setor da fábrica. Assim, tais achados se coadunam com as pesquisas de Wernke e Ferrari (2024) e Souza e Borgert (2014), comentadas anteriormente, mesmo com as abordagens diferentes que utilizaram.

O quarto aspecto a comentar é a aparente contradição de “maximizar o resultado”, mesmo “com aumento da ociosidade”, o que pode ser explicado pelo fato de que o Solver priorizou exclusivamente a melhoria da margem de contribuição fabril total (função “Definir Objetivo”). E fez isso levando em conta as restrições indicadas (função “Sujeito às Restrições”) de que deveriam ser números inteiros (no caso das unidades a produzir) e que a capacidade utilizada (em minutos) fosse inferior à capacidade instalada (de 11.616 minutos) em cada uma das nove etapas de produção do processo industrial. Portanto, tal parametrização permitiu somente explorar esse roteiro, cujo destino não considerou a perspectiva de minimização da capacidade ociosa da realidade fabril pesquisada.

Por último, ao cotejar os achados com pesquisas anteriores assemelhadas, não foram encontradas aplicações na realidade de uma empresa fabril associando o Solver ao método TDABC com o fito de otimizar os resultados a partir da capacidade instalada em termos de minutos do período. Com isso, entende-se que há uma contribuição quanto à lacuna de investigação citada.

5 CONCLUSÕES

A questão de pesquisa versou sobre o possível uso do Solver (Excel) na projeção do volume a fabricar para otimização do resultado do *mix* de produtos de uma indústria de carnes processadas, considerando-se a restrição da capacidade disponível das etapas produtivas. Portanto, o estudo objetivou demonstrar a utilização conjunta do TDABC e do suplemento Solver (Excel) para projetar a quantidade ideal de produção para otimizar o resultado mensal, considerando as restrições das capacidades de produção (em minutos) das etapas fabris. A partir do exposto nas seções precedentes é possível concluir que a pergunta de pesquisa foi respondida e o objetivo pretendido foi alcançado, pois foram evidenciados os procedimentos cabíveis para efetuar a parametrização do Solver com os dados necessários para

conhecer as quantidades a fabricar dos produtos priorizados para maximizar o resultado operacional.

Nesse sentido, se constatou que o *Time-driven Activity-based Costing* (TDABC) oferta informações relevantes sobre o custo dos produtos, bem como informações relativas às capacidades instaladas, utilizadas e ociosas das etapas industriais, o que pode fundamentar iniciativas para melhoria da lucratividade das operações.

Como contribuições de cunho prático, os achados oriundos podem facultar:

a) Obtenção de informações sobre a lucratividade dos produtos vendidos considerando-se as restrições das capacidades instaladas dos setores (em termos de minutos de trabalho disponíveis). Isso pode subsidiar decisões sobre quais produtos incentivar a venda com, por exemplo, comissões de vendas com percentuais maiores para os itens mais rentáveis.

b) No contexto de restrição de capacidade instalada inferior à demanda de clientes, traz subsídios para programar a produção de forma a priorizar o *mix* de itens que acarretará o melhor resultado possível naquela realidade industrial.

Pelo ângulo das possíveis contribuições teóricas, este estudo pode servir como:

1) Demonstração do uso concomitante do Solver com o método TDABC no contexto real de uma indústria de carnes processadas, visto que a pesquisa abrangeu detalhadamente os aspectos atrelados às capacidades de produção (disponíveis, utilizadas e ociosas) das etapas que formam o processo produtivo desta. Desse modo, a efetiva associação do TDABC com o Solver foi evidenciada no cotidiano fabril dessa processadora de carnes caracterizada por elevada complexidade do processo fabril.

2) Apresentação de estudo com potencial aplicabilidade em indústrias assemelhadas à fábrica analisada, o que para os gestores pode ser útil como roteiro para simulações de cenários com o fito de otimizar a lucratividade operacional a partir do *mix* de produção e vendas.

A título de limitação, cabe salientar a peculiaridade de que todos os resultados derivam da confiabilidade dos tempos de produção utilizados, que podem conter inadequações ou não representarem fielmente a realidade industrial abrangida.

Como recomendação para estudos futuros caberia comparar a aplicação do Solver com outros métodos de custeio (como o UEP), de forma assemelhada ao efetuado nesta pesquisa (ou em outros cenários ou tipos de empresas), de modo a evidenciar possíveis divergências e/ou semelhanças nos procedimentos necessários e nos resultados decorrentes.

REFERÊNCIAS

- Adigüzel, H., & Floros, M. (2020). Capacity utilization analysis through time-driven ABC in a small-sized manufacturing company. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 69(1), 192-216.
- Afonso, P. S. L. P., & Santana, A. (2016). Application of the TDABC model in the logistics process using different capacity cost rates. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(5), 1003-1019.
- Anthony, R. N., & Govindarajan, V. (2002). *Sistemas de controle gerencial*. São Paulo: Atlas.
- Belfiore, P., & Fávero, L. P. (2021). *Pesquisa operacional para cursos de Engenharia*. 1ª ed., GEN LTC.
- Choudhery, S., Stellmaker, J. A., Hanson, A. L., Ness, J., Chida, L., Johnson, B., & Connors, A. L. (2020). Utilizing Time-Driven Activity-Based Costing to increase efficiency in ultrasound-guided breast biopsy practice. *Journal of the American College of Radiology*, 17(1), 131-136.

- Ganorkar, A. B., Lakhe, R. R., & Agrawal, K. N. (2019). Methodology for application of Maynard Operation Sequence Technique (MOST) for time-driven activity-based costing (TDABC). *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(1), 2-25.
- Gassen, G., Graciolli, O. D., Chiwiacowsky, L. D., & Mesquita, A. (2019). Proposta de um modelo de programação linear para otimização do planejamento agregado de produção de brocas para empresa multinacional. *Revista Produção Online*, 19(1), 21-43.
- Gil, A. C. (2019). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 7ª ed., São Paulo: Atlas.
- Hoose, A., & Kripka, M. (2023). Programação linear aplicada na indústria e suas conexões com os objetivos de desenvolvimento sustentável: uma revisão bibliométrica e sistemática. *Revista Produção Online*, 23(3), e-4866.
- Kaplan, R. S., & Anderson, S. R. (2007). *Custeio baseado em atividade e tempo*. Rio de Janeiro: Campus.
- Keel, G., Savage, C., Rafiq, M., & Mazzocato, P. (2017). Time-driven activity-based costing in health care: a systematic review of the literature. *Health Policy (Amsterdam, Netherlands)*, 121(7), 755–763.
- Microsoft (2025). Definir e resolver um problema usando o Solver. Disponível em: <https://support.microsoft.com/pt-br/office/definir-e-resolver-um-problema-usando-o-solver-5d1a388f-079d-43ac-a7eb-f63e45925040>. Acesso: 21/01/2025.
- Pagano, R. M., Schulz, C. A., & Walter, F. (2022) O perfil da produção científica sobre a aplicação do TDABC. *Anais do Congresso Brasileiro de Custos*. João Pessoa, PB, Brasil, 29.
- Pereira, H. M., Wernke, R., & Ritta, C. de O. (2024). Aplicação do TDABC na avaliação da lucratividade de exames e do nível de ociosidade da tomografia computadorizada do setor de oncologia ginecológica. *Revista Catarinense da Ciência Contábil*, 23(e3449), 1-22.
- Richardson, R. J. (2017). *Pesquisa social: métodos e técnicas*. 4ª ed., São Paulo: Atlas.
- Santos, J. N. dos, & Vallim, C. R. (2021). Programação linear na otimização de *mix* de serviços: um estudo de uma empresa de hotelaria. *Contabilometria: Brazilian Journal of Quantitative Methods Applied to Accounting*, 8(2), p.48-64.
- Shankar, P. R., Hayatghaibi, S. E., & Anzai, Y. (2020). Time-driven activity-based costing in radiology: an overview. *Journal of the American College of Radiology*, 17(1), 125-130.
- Souza, F. R. de, & Borgert, A. (2014). Tempo e unidade de rede: equivalência de produção em serviços de telecomunicações. *Anais do Congresso Brasileiro de Custos*, Natal, RN, Brasil, 30.
- Wernke, R., & Ferrari, M. J. (2024). Uso combinado do Solver e do método de custeio UEP para otimizar a lucratividade fabril: estudo de caso. *Anais do Congresso Brasileiro de Custos*, São Paulo, SP, Brasil, 31.
- Wernke, R., Zanin, A., & Ritta, C. de O. (2022). Ociosidade fabril pelos métodos UEP e TDABC: valores monetários diferentes para volumes de horas ociosas iguais? *Revista ABCustos*, 17(3), 121-148.
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de caso: planejamento e método*. 5ª ed., Porto Alegre: Bookman.
- Zanin, A., Schio, N. da S., Corazza, F., & Wernke, R. (2018). Custos hospitalares: aplicação dos métodos de custeio ABC e TDABC no processo de consulta médica. *Revista de Administração Hospitalar e Inovação em Saúde*, 15(4), 16-35.