

MODELO MATEMÁTICO DE OTIMIZAÇÃO APLICADO À ADMINISTRAÇÃO DO CAPITAL DE GIRO

MATHEMATICAL MODEL OF OPTIMIZATION APPLIED ON WORKING CAPITAL ADMINISTRATION

Carlos Roberto Souza Carmo¹

Data de recebimento: 08/03/2020

Data de aceite: 10/06/2021

Resumo

A presente pesquisa teve por objetivo propor um modelo matemático de otimização para apoio à tomada de decisões relacionadas à identificação da taxa máxima de desconto comercial concedido a clientes no intuito de se obter reduções nos prazos médios de recebimento das vendas a prazo e, a partir disso, determinar os impactos sofridos na taxa de lucratividade líquida de vendas e o respectivo fluxo de caixa, comparativamente a outras opções relacionadas às fontes de recursos financeiros de curto prazo. Para resolver o modelo matemático proposto nesta investigação científica, optou-se pelo processo de otimização multiobjetivo baseada no método da soma ponderada. A partir da realização de testes computacionais desenvolvidos com base nos dados de um estudo de caso real, o modelo proposto foi capaz determinar a existência da relação inversa entre a margem de lucratividade líquida e o desconto sobre as vendas a prazo e, ainda, identificar o limite a partir do qual a empresa deixaria de obter a lucratividade líquida e os fluxos de caixa considerados satisfatórios pelos seus gestores. Adicionalmente, a formulação usada para composição do modelo proposto permitiu identificar, dentre as opções disponíveis, aquelas fontes de financiamento do capital de giro menos onerosas, comparativamente à concessão do desconto comercial máximo.

Palavras-chave: Ciclo operacional. Ciclo financeiro. Métodos quantitativos aplicados.

Abstract

This research aimed at proposing an optimization mathematical model to support the decision making related to the identification of the maximum commercial discount rate granted to customers in order to obtain reductions in the average terms of the sales receipt in the term. From that, this study also proposed to determine the impacts on the net sales profitability ratio and the respective cash flow,

¹ Doutor em Agronomia com ênfase em Energia na Agricultura pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) e Mestre em Ciências Contábeis pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). MBA em Controladoria e Finanças pela FUNDACE/USP-Ribeirão Preto/SP. Bacharel em Ciências Contábeis. Professor adjunto da Faculdade de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Uberlândia (FACIC-UFU). E-mail: carlosj2004@hotmail.com

compared to other options for sources of short-term financial resources. In order to solve the mathematical model proposed in this scientific research, we opted for multi objective optimization based on the weighted sum method. From computational tests applied based on the data of a real case study, the proposed model was able to determine the existence of the inverse relationship between the net profit margin and the discount on the term sales, and thus, determined the limit from which the company would no longer obtain the net profit margin and the cash flow considered satisfactory by its managers. In addition, the formulation used to compose the proposed model allowed to identify, among the options available, those sources of working capital financing that may be less expensive than the concession of the maximum commercial discount.

Keywords: Operational cycle. Financial cycle. Applied quantitative methods.

Introdução

De uma maneira geral, pode-se dizer que o processo de gestão financeira ocupa-se da temática relacionada ao equilíbrio entre fontes de recursos, ou financiamentos, e as respectivas aplicações, ou investimentos, de forma que a movimentação desses recursos seja capaz de permitir a continuidade dos empreendimentos e, ainda, possa gerar rentabilidade e fluxos de caixa positivos para remunerar tanto os investidores quanto os financiadores de capital.

Basicamente, as teorias de finanças classificam as fontes e as aplicações de recursos em quatro grandes categorias de capital, ou seja: orçamento de capital, entendido como o investimento de longo prazo; estrutura de capital, relacionada às formas de financiamento a curto e longo prazo e remuneração do capital de terceiros (credores); política de dividendos, que trata do financiamento de longo prazo e remuneração do capital próprio (proprietários); e capital de giro, que é aquele destinado financiar as atividades operacionais de curto prazo (CHANG, 2018).

A despeito do relacionamento com a lucratividade e os riscos de liquidez envolvendo a sobrevivência das empresas, a gestão do capital de giro recebeu pouca atenção dos estudiosos no passado (CHANG, 2018). Contudo, devido a períodos de instabilidade econômico-financeira como aqueles vividos desde a crise econômica de 2008, a percepção da importância do capital de giro, enquanto elo entre lucratividade, fluxo de caixa e sobrevivência empresarial, fez com que o estudo das variáveis relacionadas à administração financeira de curto prazo passasse a chamar maior atenção para si.

Além de ser considerado atualmente como um tópico de grande importância nos estudos envolvendo as finanças empresariais, é consenso que a administração do capital de giro é um fator de significativa relevância para o desempenho dos negócios, uma vez que ela incentiva a rotatividade de estoques e a geração de caixa (PENG; ZHOU, 2019).

Nesse contexto, esta investigação teve por objetivo propor um modelo matemático de otimização para apoio à tomada de decisões relacionadas à identificação da taxa máxima de desconto comercial concedido a clientes no intuito de se obter reduções no prazo médio de recebimento das vendas a prazo (ou ainda, prazo médio de cobrança), e, a partir disso, identificar os impactos sofridos pela taxa de lucratividade líquida de vendas e o respectivo fluxo de caixa, comparativamente às fontes alternativas de captação de recursos financeiros para financiamento do capital de giro e os respectivos custos (taxas).

Ao relacionar uma variável econômica a uma variável financeira, no contexto do processo de gestão do capital giro, obrigatoriamente, assume-se como hipótese básica a conversibilidade da lucratividade líquida em fluxos de caixa, no curto prazo; motivo pelo qual, no modelo proposto levou em conta os prazos médios que caracterizam o ciclo operacional e o ciclo financeiro de empreendimentos comerciais, quantidades compradas e quantidades vendidas, bem como, os respectivos preços unitários.

Assim, este artigo está dividido em cinco seções, além da presente introdução. A segunda seção deste trabalho foi destinada à constituição da plataforma teórica acerca do processo de gestão do capital de giro e suas variáveis essenciais. A terceira seção teve por objetivo apresentar o modelo proposto nesta investigação científica, descrever todas as suas variáveis, e, ainda, identificar o método utilizado para a sua resolução. A quarta seção foi destinada à descrição da base de dados e informações necessárias ao desenvolvimento dos testes computacionais aplicados à validação do modelo proposto. Na quinta seção foi relatado o processo de análise dos dados, com apresentação dos resultados decorrentes da aplicação do modelo. Na sexta seção deste artigo, foram realizadas as considerações finais e, ainda, oferecidas

sugestões para a continuidade dos estudos envolvendo a modelagem matemática aplicada à tomada de decisões relacionadas à administração comercial e suas implicações na administração do capital de giro de empresas comerciais.

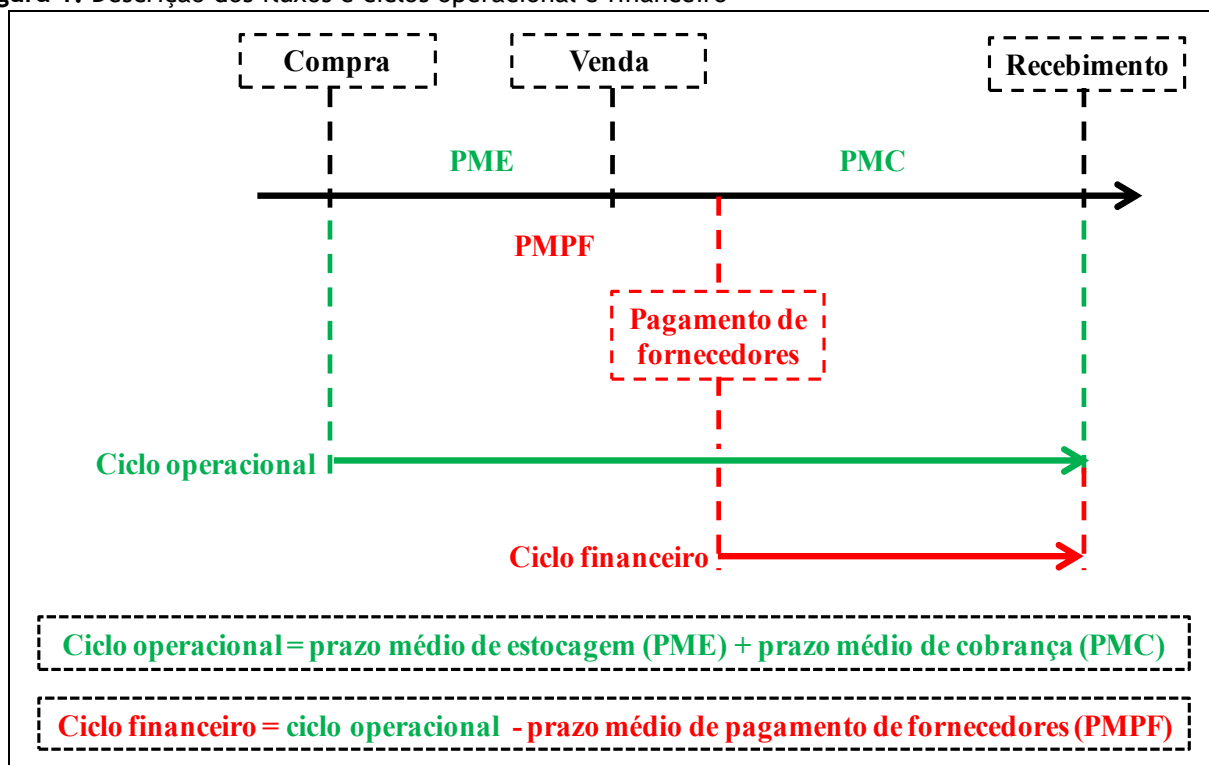
O processo de gestão do capital de giro e suas variáveis essenciais

O processo de gestão do capital de giro demanda o conhecimento de uma série de variáveis relacionadas à atividade operacional de uma empresa, e, por sua vez, a administração dessas variáveis implica na análise dinâmica do capital de giro (ASSAF NETO, 2015). O financiamento do capital de giro de uma empresa requer recursos, no curto prazo, destinados a subsidiar os investimentos necessários à manutenção das atividades operacionais da entidade, iniciando-se na aquisição de matérias-primas e/ou mercadorias, passando pela fabricação de produtos e/ou pela estocagem de mercadorias adquiridas prontas, até sua comercialização, sendo que, em seguida, ocorre o pagamento das compras realizadas junto aos fornecedores, e, finalmente, chega-se ao recebimento dos valores gerados a partir das vendas a prazo.

Ao longo de todo esse “giro” podem ser identificadas fases compostas por um conjunto de prazos médios, ou ainda, podem ser definidos dois ciclos característicos: o ciclo operacional, que vai desde o momento da compra da matéria-prima e a sua conversão em produto acabado, ou a compra mercadoria pronta, passando pela estocagem e a sua conseqüente venda, chegando ao recebimento dos valores vendidos aos clientes (à vista e/ou a prazo); e, o ciclo financeiro, que tem início no pagamento das compras aos fornecedores, o que pode coincidir ou não com o momento da venda e o recebimento de clientes (FLEURIET; ZEIDAN, 2015).

Ambos os ciclos envolvem investimentos e demandam financiamentos que ocorrem em momentos, normalmente, distintos. Ou seja, conforme resumido na Figura 1, ao comprar a prazo, a empresa busca financiamento junto aos seus fornecedores até que realize suas vendas, à vista ou a prazo; após vender, a empresa passa a financiar seus clientes quando lhes concede prazo; e, normalmente, no intervalo de tempo entre a compra e o recebimento da venda, a empresa tem que pagar seus fornecedores, o que faz cessar o período de financiamento das suas atividades operacionais.

Figura 1: Descrição dos fluxos e ciclos operacional e financeiro



Fonte: elaborado pelo autor com base em Assaf Neto, (2015) e Fleuriet e Zeidan (2015).

Enquanto a empresa dispõe do financiamento dos seus fornecedores, ela conta com um recurso cíclico ou operacional, assim chamado devido ao fato desse tipo de financiamento ter origem nas suas atividades operacionais e, quase sempre, ele é obtido sem a cobrança de juros, sendo que, quando a

empresa concede prazos aos seus clientes e passa a ter um direito a receber, ela faz um investimento em recursos cíclicos, pois tal direito surgiu em decorrência da sua atividade fim (FLEURIET; ZEIDAN, 2015).

Por outro lado, quando a empresa não pode contar com financiamentos a base de recursos cíclicos ou não onerosos, como acontece no ciclo financeiro, ela se vê obrigada a lançar mão de empréstimos junto a fornecedores de capital que lhe cobram juros por isso; e, nesse caso, diz-se que a empresa está buscando recursos de natureza onerosa ou financeira, ou, ainda, não-cíclica. (ASSAF NETO, 2015).

A diferença básica entre essas duas fontes de financiamento é que, por cobrar juros, a tomada de recursos junto a fontes onerosas impacta a rentabilidade dos negócios (lucros); ao passo que, ao buscar recursos junto a fontes de financiamento cíclicas, ou operacionais, a empresa não incorre em despesas financeiras (juros) e isso, por sua vez, não afeta negativamente sua lucratividade final (ASSAF NETO, 2015; FLEURIET; ZEIDAN, 2015).

Para não incorrer em despesas financeiras, os administradores podem implementar estratégias relacionadas à obtenção de prazos inerentes aos valores investidos em ativos cíclicos, por exemplo, negociar junto aos seus clientes possíveis reduções nos prazos de recebimentos das vendas a prazo, ou, ainda, tentar ampliar os prazos para pagamento de suas compras, ou, até mesmo, promover uma maior rotatividade dos seus estoques mediante campanhas promocionais. Qualquer uma dessas ações tende a promover o gerenciamento eficaz do capital de giro, contudo elas também podem imprimir pressão financeira sobre fornecedores e/ou clientes (PENG; ZHOU, 2019).

Por isso, é correto dizer que a gestão financeira do capital de giro vai além das questões relacionadas puramente aos prazos e montantes de financiamentos, pois esse processo envolve uma série de agentes junto aos quais se deve buscar sempre o equilíbrio entre compras de fornecedores, demandas de clientes e conversão das receitas de vendas em caixa. Desse modo, as necessidades de compras geram demandas por financiamento, pois a produção e/ou a estocagem estão alinhadas às demandas de clientes que, no caso das vendas a prazo, demandam financiamento; ou seja, a integração entre as atividades operacionais e a gestão financeira é inerente ao processo de gestão, uma vez que é preciso transformar matérias-primas e/ou mercadorias em vendas que satisfaçam os clientes e que se convertam em caixa de forma a manter o empreendimento competitivamente sustentável (WU; OLSON; WANG, 2019).

A complexidade relacionada à gestão dos ciclos operacional e financeiro é tanta que, por exemplo, se o prazo médio de cobrança (PMC) for muito elevado, a empresa demorará mais tempo para converter suas contas a receber em caixa e isso pode expô-la a riscos relacionados à falta de liquidez. De forma semelhante, a empresa também pode apresentar problemas de liquidez se seu prazo médio de estocagem (PME) for muito elevado. Alternativamente, a empresa poderia buscar a concessão de maiores prazos para pagamentos de suas contas junto a fornecedores (PMPF), ou, ainda, a empresa também tem a alternativa de comprar menos e manter os seus níveis de caixa mais elevados; contudo isso poderia fazer com que ela perdesse vendas ou deixasse de realizar investimentos em ativos mais lucrativos, e isso, por sua vez, poderia sacrificar suas margens de lucratividade (CHANG, 2018).

Enqvist, Graham e Nikkinen (2014) afirmam que as relações entre prazos e ciclos operacionais tendem a afetar mais a lucratividade e a liquidez das empresas em períodos de desacelerações econômicas e que, devido a isso, a crise econômica mundial de 2008 foi responsável pela grande atenção dispensada à gestão do capital de giro desde então.

Além das estratégias mais convencionais (dilação do PMPF, redução do PME e do PMC), as empresas passaram lançar de formas alternativas de negociação nas suas transações comerciais. Um bom exemplo disso é a pré-venda (*preselling*), que vem exercendo um papel cada vez mais importante atualmente; ou seja, devido à falta de recursos financeiros, o fornecedor oferece descontos ao comprador antes mesmo da fabricação do produto ou da compra das suas mercadorias e, em contrapartida, o comprador lhe concede um adiantamento do valor da sua compra, que passa funcionar como uma fonte de financiamento do capital de giro (XIAO; ZHANG, 2018).

Entretanto, a pré-venda só se justifica se a taxa de desconto concedida pelo vendedor for menor que as taxas de juros pagas pelo financiamento do capital de giro obtido junto a terceiros - normalmente, instituições financeiras (XIAO; ZHANG, 2018). Outra alternativa também muito explorada é o crédito comercial, em que o fornecedor concede maiores prazos ao comprador, sem a cobrança de valores adicionais por isso (juros), ou, mais comumente, permite que o comprador atrase seus pagamentos sem que lhe sejam cobrados juros e multas por isso (LI *et al.*, 2019).

Segundo Li *et al.* (2019) e Barrot (2016), são cinco os fatores que incentivam os fornecedores a financiar seus clientes e, por outro lado, desmotivam os agentes financeiros: os agentes financeiros tendem a discriminar clientes mais pobres; desviar recursos produtivos e/ou comerciais é mais difícil para os clientes do que desviar recursos financeiros; ao fornecer o crédito comercial, as relações de longo prazo

com os clientes tendem a se fortalecer; a concessão do financiamento pelo fornecedor pode reduzir a inadimplência dos seus clientes; e, o fornecedor possui garantias (produtos e/ou mercadorias) em relação àqueles clientes com algum tipo de restrição financeira.

Contudo, as decisões relacionadas à concessão do crédito comercial envolvem tanto as variáveis referentes aos volumes de produção ou atividade comercial, quanto às variáveis relacionadas aos níveis de estoques, o que torna o volume de compras (quantidades compradas periodicamente) uma variável chave do processo de decisão (LI *et al.*, 2019).

Diante desse contexto, vislumbra-se a possibilidade de que o modelo matemático de otimização para apoio à tomada de decisões proposto por esta investigação científica seja de grande utilidade, pois ele contempla variáveis relacionadas a descontos comerciais, ao PMPF, ao PME e ao PMC, levando em conta também os impactos gerados na rentabilidade das operações de vendas da empresa (margem de lucratividade). Com isso, torna-se possível avaliar os impactos desse tipo de tomada de decisão sobre o fluxo de caixa gerado, comparativamente às opções referentes a custos e fontes de captação financeira disponíveis.

Modelo matemático de otimização, método de resolução e testes computacionais

No intuito de reduzir seus ciclos operacionais e financeiros e, por consequência, diminuir a necessidade de capital de giro, as empresas podem lançar mão de diversas estratégias comerciais que lhes permitam substituir fontes de recursos financeiros onerosas pelo financiamento operacional não oneroso ou cíclico.

No processo de tomada de decisões voltadas para a redução dos ciclos operacionais e financeiros é preciso avaliar os impactos de tais estratégias sobre as margens de lucratividade e sobre os fluxos de caixa das empresas, pois, tanto o desconto concedido para antecipação de recebíveis quanto a taxa de juros paga aos fornecedores de capital representam passivos financeiros de natureza onerosa.

Nesse sentido, ao buscar identificar o desconto comercial máximo a ser concedido aos clientes para antecipação dos pagamentos a serem realizados à empresa, decorrentes das vendas realizadas a prazo, pode-se reduzir o respectivo ciclo operacional e, por consequência, reduzir possíveis necessidades de capital de giro.

E, sob essa perspectiva, além do percentual de desconto comercial em si, o modelo ora proposto leva em consideração os prazos médios que caracterizam o ciclo operacional e o ciclo financeiro de empreendimentos comerciais, as possíveis alterações nas quantidades de mercadorias compradas e vendidas, e, ainda, os respectivos preços unitários de compra e de venda, conforme pode ser observado na formulação proposta a partir da função objetivo descrita pela Equação 1, bem como, nas restrições representadas pelas Equações 2 até 8, cujos índices, pesos, variáveis e parâmetros estão detalhados no Quadro 1.

$$\text{Maximize} \quad \sum_{j=1}^k V_j (dct_j/100) w_j \quad 1)$$

Sujeito a:

$$\frac{V_j - D_j - CMV_j - CF_j}{V_j} \geq CCp, \quad j = 1, \dots, k \quad 2)$$

$$V_j = q_j pv_j, \quad j = 1, \dots, k \quad 3)$$

$$D_j = V_j (dct_j/100), \quad j = 1, \dots, k \quad 4)$$

$$CMV_j = q_j pc_j, \quad j = 1, \dots, k \quad 5)$$

$$CF_j = [(\overline{PME}_j pc_j \overline{q}e_j) + (\overline{PMC}_j pv_j \overline{q}v_j) - (\overline{PMPF}_j pc_j \overline{q}c_j)] CFPCG_{\theta} \quad 6)$$

$$j = 1, \dots, k$$

$$\sum_{j=1}^k \frac{V_j - D_j - CMV_j - CF_j}{V_j} \geq CCp, \quad j = 1, \dots, k \quad 7)$$

$$dct_j \geq 0, \quad w_j \geq 0, \quad \sum_{j=1}^k w_j = 1, \quad j = 1, \dots, k \quad 8)$$

Quadro 1: Detalhamento dos índices, pesos, variáveis e parâmetros da modelagem proposta

Notação	Categoria	Descrição
j	Índice	Índices que representam as mercadorias e/ou produtos comercializados pela empresa.
dct_j	Variável de decisão	Taxa percentual de desconto comercial sobre a receita operacional obtida com a venda das j mercadorias e/ou produtos.
w_j	Pesos	Indicadores de importância relativa atribuída pelo tomador de decisão aos percentuais de desconto comercial máximo calculado sobre a receita operacional obtida com a venda a prazo das j mercadorias e/ou produtos.
V_j	Parâmetro	Valor total da receita operacional gerada a partir da venda a prazo das j mercadorias e/ou produtos.
D_j	Parâmetro	Valor total do desconto comercial sobre a receita operacional de vendas a prazo.
CMV_j	Parâmetro	Custo total das j mercadorias e/ou produtos vendidos a prazo.
CF_j	Parâmetro	Custo financeiro total (despesa financeira total) gerado a partir dos juros pagos aos fornecedores de capital em função do financiamento do ciclo financeiro decorrente das operações envolvendo as j mercadorias e/ou produtos.
CCp	Parâmetro	Percentual mínimo de lucratividade líquida exigido pela empresa sobre todas as suas transações comerciais, de forma que ela consiga pagar seus custos e despesas e, assim, seja capaz de manter a liquidez junto aos seus credores.
q_j	Parâmetro	Quantidade vendida de cada j mercadorias e/ou produtos.
pv_j	Parâmetro	Preço de venda unitário de cada j mercadoria e/ou produto.
pc_j	Parâmetro	Preço de custo unitário de cada j mercadoria e/ou produto.
\overline{PME}_j	Parâmetro	Prazo médio de estocagem de cada j mercadoria e/ou produto.
\overline{PMC}_j	Parâmetro	Prazo médio de cobrança, ou recebimento, das vendas a prazo de cada j mercadoria e/ou produto.
\overline{PMPF}_j	Parâmetro	Prazo médio de pagamento das compras a prazo de cada j mercadoria e/ou produto.
$CFPCG$	Parâmetro	Taxa de juros percentual representativa do custo financeiro ponderado do capital de giro.

Fonte: elaborado pelo autor, com base nos dados da pesquisa.

A função objetivo descrita pela Equação 1 tem por finalidade maximizar os descontos comerciais sobre a receita operacional obtida com as vendas a prazo das j mercadorias e/ou produtos ($j = 1, \dots, k$) comercializados pela empresa. A modelagem proposta permite ao tomador de decisões atribuir pesos w_j aos descontos a serem maximizados, de tal forma que tais pesos reflitam suas preferências em relação a cada j mercadoria e/ou produto ($j = 1, \dots, k$).

A restrição descrita pela Equação 2 garante que a margem de lucratividade líquida, gerada a partir das operações envolvendo cada mercadoria e/ou produto j ($j = 1, \dots, k$) satisfaça o percentual mínimo requerido pela empresa e considerado suficiente para pagar seus custos e despesas, sendo ainda capaz de manter sua liquidez junto aos credores.

O conjunto de Equações 3 até 6 identifica os parâmetros que dão origem aos componentes da apuração do resultado econômico-financeiro da (empresa lucratividade líquida), sendo que todas esses componentes da apuração do resultado são utilizados no cálculo da margem de lucratividade líquida descrita pela Equação 2, ou seja: a Equação 3 destina-se ao cálculo da receita total de vendas a prazo de

cada mercadoria e/ou produto j ($j = 1, \dots, k$); a Equação 4 destina-se ao cálculo do desconto total sobre receita total de vendas a prazo de cada mercadoria e/ou produto j ($j = 1, \dots, k$); a Equação 5 destina-se ao cálculo do custo de cada mercadoria e/ou produto j ($j = 1, \dots, k$) vendido; a Equação 6 destina-se ao cálculo do custo financeiro total (despesa financeira total) gerado a partir dos juros pagos aos fornecedores de capital em função do financiamento do ciclo financeiro decorrente das operações envolvendo as j mercadorias e/ou produtos ($j = 1, \dots, k$).

Com relação específica à Equação 6 destinada a determinar o custo financeiro total (CF_j), deve-se observar que o seu processo de cálculo levou em conta o ciclo financeiro da empresa, que surge da diferença entre o ciclo operacional ($\overline{PME}_j + \overline{PMC}_j$) e o prazo médio de pagamento dos fornecedores (\overline{PMPF}_j), e, ainda, foi considerada também a diferença entre preços de venda (pv_j) e preços de custo (pc_j), bem como, o custo de captação de recursos onerosos para financiar as demandas de capital de giro da empresa.

A restrição definida pela Equação 7 tem por objetivo garantir que a margem de lucratividade líquida gerada em conjunto por todas as mercadoria e/ou produto j ($j = 1, \dots, k$) vendidos seja, no mínimo, igual ao percentual requerido pela empresa para pagar seus custos e despesas e gerar fluxo de caixa suficiente para saldar suas dívidas junto a credores, mantendo assim a sua liquidez.

O conjunto de restrições descritos na Equação 8 tem por finalidade garantir que a variável de decisão representativa da taxa percentual de desconto comercial sobre a receita operacional obtida com a venda das j mercadorias e/ou produtos ($j = 1, \dots, k$) seja positiva ($dct_j \geq 0$); assim como deve acontecer com os pesos indicadores de importância relativa atribuída pelo tomador de decisão ($w_j \geq 0$) aos percentuais de desconto comercial máximo calculado sobre a receita operacional obtida com a venda a prazo das j mercadorias e/ou produtos ($j = 1, \dots, k$), sendo que, por se tratar de um número relativo (em base decimal), o somatório de todos os pesos deve ser igual um ($\sum_{j=1}^k w_j = 1$).

Para resolver o modelo matemático proposto nesta investigação científica optou-se pelo processo de otimização baseada em programação linear e no método da soma ponderada, cuja forma geral é descrita pela Equação 9, em que, uma vez estabelecido que todos os pesos (w_i) devem ser positivos, a minimização de U oferece uma condição para otimização de Pareto (MARLER; ARORA, 2010).

$$\text{Minimize } U = \sum_{i=1}^k w_i F_{i0} \quad \text{sendo:} \quad w_i < 1 \text{ e } \sum_{i=1}^k w_i = 1 \quad 9)$$

No caso da presente pesquisa, o modelo de otimização proposto foi aplicado para a maximização a fim de determinar a existência de uma relação inversa entre a margem de lucratividade líquida e o desconto sobre as vendas a prazo.

Para validação do modelo proposto foi usada uma base de dados referente a um estudo de caso real, em que, durante negociações com seu maior cliente, uma empresa atuante no comércio varejista de combustíveis analisou a possibilidade de conceder descontos comerciais sobre suas vendas, caso a empresa-cliente (uma distribuidora de bebidas) se dispusesse a reduzir o prazo médio de pagamento das suas compras de dez dias para sete dias. A empresa distribuidora de bebidas (cliente) responde por mais de 25% do volume total dos combustíveis vendidos mensalmente pela empresa varejista, conforme detalhamento descrito pela Tabela 1.

Tabela 1: Detalhamento do volume total dos combustíveis vendidos mensalmente

Produtos	Etanol comum	Diesel comum	Gasolina comum	Total
Vendas Totais (L)	78.363	403.582	523.780	1.005.725
Vendas realizadas para o maior cliente (L)	10.250	161.433	84.560	256.243
Representatividade do maior cliente (%)	13,08%	40,00%	16,14%	25,48%

Fonte: elaborado pelo autor, com base nos dados da pesquisa.

Considerando o volume de combustível comprado mensalmente pela empresa-cliente (256.243 litros (L)) distribuídos na proporção de 4%, 63% e 33%, para etanol comum, diesel comum e gasolina

comum, respectivamente), a tomada de decisão em questão teria como parâmetro básico a possibilidade de se reduzir o prazo médio de cobrança de dez para sete dias, mediante a concessão de um desconto percentual sobre as vendas (a ser negociado), conforme descrição resumida no Quadro 2.

Quadro 2: Descrição dos parâmetros da situação atual e da situação a ser avaliada a partir da aplicação do modelo proposto nesta pesquisa

Situação inicial	j	Etanol	Diesel	Gasolina
	Quantidade (q_j)	10.250	161.433	84.560
	P. M. Estocagem (\overline{PME}_j) em dias	4	2	2
	P. M. Cobrança atual (\overline{PMC}_j) em dias	10	10	10
	P. M. Pgto. Fornec. (\overline{PMPF}_j) em dias	12	12	12
	Preço de venda unitário (pv_j) em R\$	2,95	3,58	4,50
	Preço de custo unitário (pc_j) em R\$	2,48	3,17	3,85
Situação analisada	j	Etanol	Diesel	Gasolina
	Quantidade (q_j)	10.250	161.433	84.560
	P. M. Estocagem (\overline{PME}_j) em dias	4	2	2
	P. M. Cobrança proposto (\overline{PMC}_j) em dias	7	7	7
	P. M. Pgto. Fornec. (\overline{PMPF}_j) em dias	12	12	12
	Preço de venda unitário (pv_j) em R\$	2,95	3,58	4,5
	Preço de custo unitário (pc_j) em R\$	2,48	3,17	3,85

Fonte: elaborado pelo autor, com base nos dados da pesquisa.

Logo, a questão motivadora da aplicação do modelo proposto nesta pesquisa consiste em identificar o percentual de desconto comercial máximo a ser concedido pela empresa varejista fornecedora de combustíveis à empresa-cliente, de tal forma que, além de antecipar seus fluxos de recebíveis em três dias, a empresa varejista consiga manter a margem de lucratividade sobre vendas (resultado líquido / receita operacional) demandada por seus sócios, que é de 6%, e, ainda, consiga remunerar os demais fornecedores não-cíclicos de capital de giro da empresa. Como medida de remuneração do capital de giro demandado pela empresa, foi considerado um custo financeiro ponderado do capital de giro (CFPCG) na ordem de 4,73%, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2: Composição do custo financeiro ponderado do capital de giro (CFPCG)

Fonte	Valor médio/mês (R\$)	Taxa de juros mensal (%)
Giro Parcelado	47.780,00	2,56%
Conta Garantida	42.000,00	3,61%
Cheque Especial	15.000,00	13,74%
Descontos de Cheques	20.000,00	2,35%
Sócios	50.000,00	6,00%
$CFPCG = 4,73\% \text{ ao mês}^{(a)}$		
(a) $CFPCG = \frac{(47.780,00 \times 2,56\% + 42.000,00 \times 3,61\% + 15.000,00 \times 13,74\% + 20.000,00 \times 2,35\% + 50.000,00 \times 6,00\%)}{(47.780,00 + 42.000,00 + 15.000,00 + 20.000,00 + 50.000,00)}$		

Fonte: elaborado pelo autor, com base nos dados da pesquisa.

Cabe observar que, além da remuneração de 6% ao mês referente ao montante de R\$50.000,00 fornecido pelos sócios a título de empréstimo para capital de giro, enquanto gestores do negócio, eles entendem que uma margem de lucratividade sobre vendas de 6% (adicionais) seria o percentual mínimo (CCp), a ser exigido pela empresa sobre todas as suas transações comerciais, para que ela conseguisse pagar seus demais custos e despesas (indiretos), e, ainda, fosse capaz de manter sua liquidez junto aos seus demais credores.

Em relação à implementação computacional do modelo proposto foi utilizado o suplemento analítico SOLVER, disponível em planilhas eletrônicas de cálculo, e um computador do tipo *notebook* com processador Intel Core ® i5 2,30 GHz com 8,00 GB de memória RAM instalada.

Análise dos dados e apresentação dos resultados

Considerando a situação inicial e admitindo que todos os valores negociados seriam convertidos efetivamente em entradas (recebíveis) e saídas (exigíveis) de caixa, a empresa varejista de combustíveis apuraria um faturamento gerado pelo seu maior cliente (distribuidora de bebidas) num total de R\$ 989.218,50 (R\$ 30.277,60, R\$ 578.251,88 e R\$ 380.689,02, com etanol, diesel e gasolina, respectivamente), o que lhe permitiria alcançar um fluxo de caixa total de R\$ 64.237,10 (R\$ 153,83, R\$ 35.038,45 e R\$ 29.044,82 com etanol, diesel e gasolina, respectivamente), perfazendo uma margem de lucratividade média de 6,49% (R\$ 64.237,10 / R\$ 989.218,50), conforme os detalhamento resumido no Quadro 3.

Quadro 3: Resultado econômico-financeiro apurado a partir do Prazo Médio Cobrança atual ($\overline{PMC}_j = 10$ dias), portanto, sem a aplicação do modelo de otimização

j	Etanol	Diesel	Gasolina
Quantidade (q_j)	10.250	161.433	84.560
P. M. Estocagem (\overline{PME}_j) em dias	4	2	2
P. M. Cobrança atual (\overline{PMC}_j) em dias	10	10	10
P. M. Pgto. Forncec. (\overline{PMPF}_j) em dias	12	12	12
Preço de venda unitário (pv_j) em R\$	2,95	3,58	4,50
Preço de custo unitário (pc_j) em R\$	2,48	3,17	3,85
Receita Operacional (V_j) em R\$	30.277,60	578.251,88	380.689,02
Desconto (D_j) em R\$	0,00	0,00	0,00
CMV (C_j) em R\$	25.419,24	511.741,61	325.555,91
Result. Operacional ($V_j - D_j - CMV_j$) em R\$	4.858,36	66.510,27	55.133,11
Despesa financeira (CF_j) em R\$	4.704,52	31.471,81	26.088,29
Result. Líquido ($V_j - D_j - CMV_j - CF_j$) em R\$	153,83	35.038,45	29.044,82
Margem de lucratividade em % $\left(\frac{V_j - D_j - CMV_j - CF_j}{V_j} \right) 100$	0,51%	6,06%	7,63%

Fonte: elaborado pelo autor, com base nos dados da pesquisa.

Ao considerar que cada um dos três produtos/mercadorias (j) alvos deste processo de análise possui uma quantidade média diferente comercializada mensalmente, e é justamente esse *mix* de consumo (“litragem/produto/mês”) que torna a situação avaliada tão relevante e, ao mesmo tempo, trabalhosa, assumiu-se como critério de ponderação da modelagem proposta neste estudo (W_j) a participação do volume de cada produto em relação ao volume total comercializado, ou seja: para o etanol foi considerado um peso de 0,04 ($W_{etanol} = 10.250L / [10.250L + 161.433L + 84.560L]$); em relação ao diesel, assumiu-se um peso de 0,63 ($W_{diesel} = 161.433L / [10.250L + 161.433L + 84.560L]$); e, para a gasolina, considerou-se um peso de 0,33 ($W_{gasolina} = 84.560L / [10.250L + 161.433L + 84.560L]$); de forma que a soma desses pesos fosse igual a um ($W_{etanol} + W_{diesel} + W_{gasolina} = 1$), conforme determina o método da soma ponderada.

Após a aplicação do modelo proposto nesta investigação, a empresa varejista em questão poderia considerar a possibilidade de fornecer um desconto médio ponderado de até 6,61% sobre as vendas realizadas ao seu maior cliente e, ainda assim, a respectiva margem de lucratividade média seria mantida em 6% para os três produtos comercializados por ela, conforme as informações resumidas no Quadro 4.

Quadro 4 - Resultado econômico-financeiro apurado a partir do Prazo Médio de Cobrança proposto ($\overline{PMC}_j = 7 \text{ dias}$), portanto, com a aplicação do modelo de otimização

j	Etanol	Diesel	Gasolina
Quantidade (q_j)	10.250	161.433	84.560
P. M. Estocagem (\overline{PME}_j) em dias	4	2	2
P. M. Cobrança proposto (\overline{PMC}_j) em dias	7	7	7
P. M. Pgto. Forncec. (\overline{PMPF}_j) em dias	12	12	12
Preço de venda unitário (pv_j) em R\$	2,95	3,58	4,5
Preço de custo unitário (pc_j) em R\$	2,48	3,17	3,85
Receita Operacional (V_j) em R\$	30.277,60	578.251,88	380.689,02
Desconto (D_j) em R\$	2.635,27	31.815,15	32.291,76
CMV (C_j) em R\$	25.419,24	511.741,61	325.555,91
Result. Operacional ($V_j - D_j - CMV_j$) em R\$	2.223,09	34.695,12	22.841,35
Despesa financeira (CF_j) em R\$	406,43	0,00	0,00
Result. Líquido ($V_j - D_j - CMV_j - CF_j$) em R\$	1.816,66	34.695,12	22.841,35
Margem de lucratividade em % $\left(\frac{V_j - D_j - CMV_j - CF_j}{V_j} \right) 100$	6,00%	6,00%	6,00%

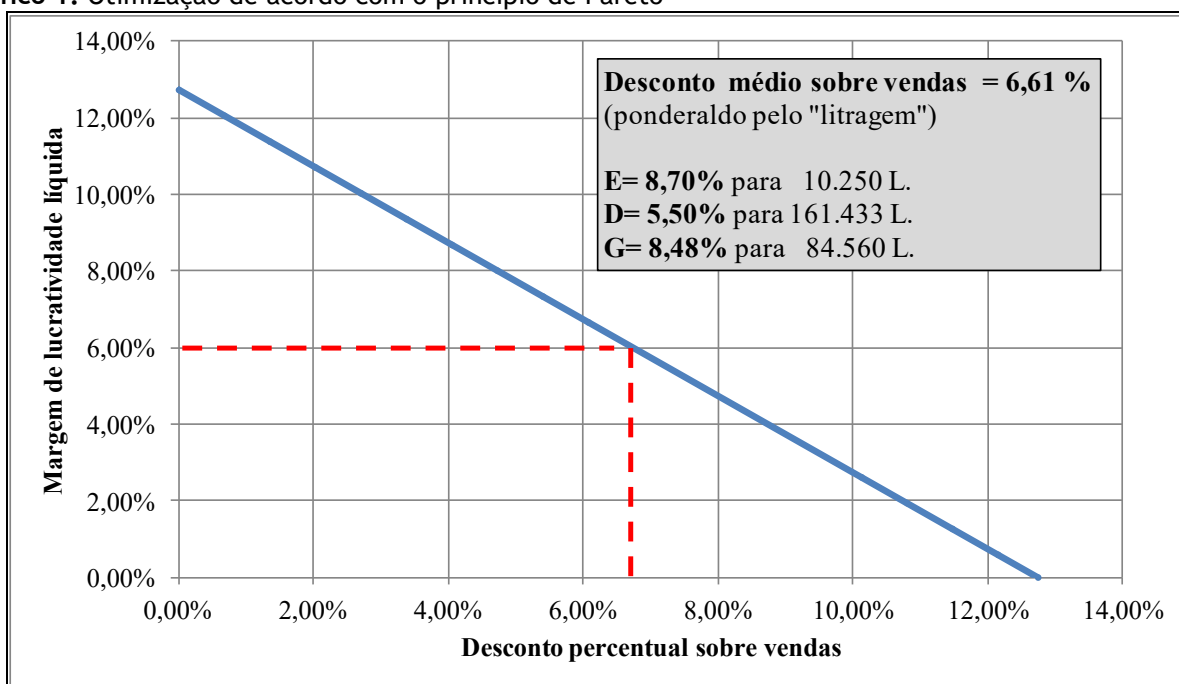
Fonte: elaborado pelo autor, com base nos dados da pesquisa.

Ao levar em conta os pesos atribuídos (w_j) para cada produto (j), segundo a modelagem proposta nesta investigação, aqueles 6,61% de desconto médio ponderado sobre o montante total de vendas seriam desdobrados em 8,70%, 5,50% e 8,48%, para o etanol, diesel e gasolina, respectivamente.

Ao buscar conhecer o maior nível de desconto percentual sobre as vendas de cada produto (maximização), o modelo proposto permitiu identificar também o ponto (nível percentual de desconto comercial sobre vendas) a partir do qual a margem de lucratividade líquida da empresa passa a ser diferente do percentual requerido pelos gestores do negócio (6% sobre vendas).

Conforme pode-se observar no Gráfico 1, existe uma relação inversa entre a margem de lucratividade líquida e o desconto sobre as vendas, de tal forma que, quando o percentual de desconto médio ponderado for superior a 6,61%, a margem de lucratividade líquida será menor que 6%, sendo que, o inverso é igualmente verdadeiro.

Gráfico 1: Otimização de acordo com o princípio de Pareto



Fonte: elaborado pelo autor, com base nos dados da pesquisa.

Ao assumir o volume negociado de cada combustível como critério de ponderação do modelo, é possível perceber esse mesmo comportamento descrito pelo Gráfico 1 em relação ao percentual de desconto médio identificado para cada um dos três produtos analisados com base na modelagem matemática pesquisada nesta investigação (8,70%, 5,50% e 8,48%, para o etanol, diesel e gasolina, respectivamente).

Do ponto de vista dos fluxos de caixa, já seria presumível que qualquer desconto concedido sobre os montantes de vendas implicaria em uma redução das entradas de caixa oriundas das vendas a prazo. Mas, em contrapartida, tais entradas de caixa passariam a ocorrer três dias mais cedo. A partir da identificação do desconto máximo sobre vendas, dadas as condições apresentadas no estudo de caso, pode-se afirmar que a modelagem matemática pesquisada também é capaz de subsidiar informações relacionadas aos fluxos de caixa esperados, conforme pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 3: Desdobramento dos fluxos de caixa esperados

Situações analisadas	Desconto comercial (R\$)	Despesas financeiras (R\$)	Fluxos de caixa em cada situação e a respectiva diferença (R\$)
Atual ($\overline{PMC}_j = 10$ dias)	0,00	62.264,63	64.237,10
Proposta ($\overline{PMC}_j = 7$ dias)	66.742,18	406,43	59.353,11
Fluxos de caixa em cada situação e a respectiva diferença (R\$)	66.742,18	61.858,19	4.883,99 ^(a)

(a) Tanto "situação atual – situação proposta", quanto "desconto comercial – despesas financeiras", a redução nos fluxos de caixa esperados é de = R\$4.883,99.

Fonte: elaborado pelo autor, com base nos dados da pesquisa.

Adicionalmente, pode-se afirmar que a modelagem matemática proposta nesta pesquisa também é capaz de subsidiar informações relacionadas à escolha das fontes de financiamento do capital de giro. Para tanto, bastaria aplicar a fórmula da despesa financeira ($CF_j =$ custo financeiro), já descrita na Equação 6, porém, no lugar de se considerar o CF_{PCG} , deve-se assumir as taxas das respectivas fontes de financiamento do capital de giro utilizadas pela empresa, conforme demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Informações relacionadas à escolha das fontes de financiamento do capital de giro

Fonte	Formulação considerando as respectivas taxas	Custo financeiro (R\$)
Giro Parcelado	$= \frac{[(\overline{PME}_j pc_j q_j) + (\overline{PMC}_j pv_j q_j) - (\overline{PMPF}_j pc_j q_j)]}{3} [(2,56\%/30)]$	3.368,59
Conta Garantida	$= \frac{[(\overline{PME}_j pc_j q_j) + (\overline{PMC}_j pv_j q_j) - (\overline{PMPF}_j pc_j q_j)]}{3} [(3,61\%/30)]$	4.750,24
Cheque Especial	$= \frac{[(\overline{PME}_j pc_j q_j) + (\overline{PMC}_j pv_j q_j) - (\overline{PMPF}_j pc_j q_j)]}{3} [(13,74\%/30)]$	18.079,86
Desconto de Cheques	$= \frac{[(\overline{PME}_j pc_j q_j) + (\overline{PMC}_j pv_j q_j) - (\overline{PMPF}_j pc_j q_j)]}{3} [(2,35\%/30)]$	3.092,26
Sócios	$= \frac{[(\overline{PME}_j pc_j q_j) + (\overline{PMC}_j pv_j q_j) - (\overline{PMPF}_j pc_j q_j)]}{3} [(6,00\%/30)]$	7.895,13

Fonte: elaborado pelo autor, com base nos dados da pesquisa.

Conforme pode ser observado na Tabela 4, aquela diferença no fluxo de caixa da empresa (R\$4.883,99), ocorrida devido à concessão do desconto comercial ao cliente em troca de uma redução no prazo de cobrança de três dias, só não é superior ao custo financeiro das operações de Cheque Especial e à utilização dos recursos obtidos junto aos sócios. Isto é, a informação econômico-financeira produzida a partir da aplicação do modelo matemático proposto nesta investigação subsidiou informações que sinalizam que financiar o capital de giro da empresa varejista estudada é mais barato quando se tem: primeiro, a opção de realizar operações de “desconto de cheques” (R\$3.092,26 < R\$4.883,99); depois, contratar um “empréstimo para capital de giro com pagamento parcelado” (R\$3.368,59 < R\$ 4.883,99); e, em terceiro lugar, a opção de usar o limite de crédito da operação “conta garantida” (R\$4.750,24 < R\$4.883,99).

Em relação às operações de “cheque especial” (R\$18.079,86 > R\$4.883,99) e à “obtenção de recursos junto aos sócios” (R\$7.895,13 > R\$4.883,99), o conveniente seria tentar negociar aquele desconto comercial junto ao maior cliente da empresa, em detrimento a esses dois tipos de operações para obtenção de crédito financeiro para capital de giro, conforme identificado pelo modelo. Finalmente, foi observado que o custo computacional para a implementação do modelo proposto foi inexpressivo, uma vez que foram demandados 2 segundos de processamento para sua resolução.

Considerações finais

Quando a modelagem de otimização proposta nesta pesquisa permitiu determinar o desconto máximo a ser concedido aos clientes, como forma de antecipar em três dias o fluxo de recebimento das vendas a prazo, foi estabelecido um limite a partir do qual a empresa deixaria de obter a margem de lucratividade líquida considerada satisfatória para os seus gestores, e, ainda, os consequentes dos fluxos de caixa.

Adicionalmente, a formulação utilizada para composição da modelagem de otimização proposta permite à empresa identificar, dentre as opções disponíveis, aquelas fontes de financiamento do capital de giro que podem ser menos onerosas que a concessão do desconto comercial máximo. Dessa forma, percebe-se que o modelo de otimização proposto pode ser útil enquanto ferramenta de apoio à tomada de decisões financeiras envolvendo o financiamento de curto prazo do capital de giro.

Para a continuidade dos estudos acerca do tema, sugere-se a elaboração de estudos envolvendo a aplicação do modelo desta pesquisa em empresas comerciais de outros segmentos econômicos. Como forma de ampliação e aperfeiçoamento do modelo proposto, sugere-se sua adaptação para empresas industriais, ou seja, a inclusão de variáveis relacionadas ao prazo médio de fabricação e, ainda, a separação dos custos de fabricação em dois componentes básicos, isto é, em custos de natureza fixa e custos predominantemente variáveis.

Assim, espera-se que os resultados alcançados com esta pesquisa possam ser somados aos resultados de outras investigações de natureza correlata e, dessa forma, tenha-se contribuído para o debate relacionado à tomada de decisões envolvendo a administração e otimização do capital de giro e suas possíveis fontes de financiamento.

Referências

- ASSAF NETO, A. **Estrutura e análise de balanços: um enfoque econômico-financeiro**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- BARROT, J.-N.. Trade credit and industry dynamics: evidence from trucking firms. **The Journal of Finance**, [S. l.], v. 71, p. 1975-2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jofi.12371>. Acesso em: 18 maio 2020.
- CHANG, C.-C.. Cash conversion cycle and corporate performance: global evidence. **International Review of Economics and Finance**, [S. l.], v. 56, p. 568-581, jul. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.iref.2017.12.014>. Acesso em: 17 maio 2020.
- ENQVIST, J; GRAHAM, M.; NIKKINEN, J.. The impact of working capital management on firm profitability in different business cycles: evidence from Finland. **Research in International Business and Finance**, [S. l.], v. 32, p. 36-4, aug. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2014.03.005>. Acesso em: 17 maio 2020.
- FLEURIET, M.; ZEIDAN, R. **O modelo dinâmico de gestão financeira**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2015.
- LI, H.; MAI, L.; ZHANG, W.; TIAN, X.. Optimizing the credit term decisions in supply chain finance. **Journal of Purchasing and Supply Management**, [S. l.], v. 25, issue 2, p. 146-156, mar. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2018.07.006>. Acesso em: 16 maio 2020.
- MARLER, R. T.; ARORA, J.S.. The weighted sum method for multi-objective optimization: new insights. **Struct. Multidisc. Optim.**, [s. l.], v. 41, n. 6, p. 853-862, jun. de 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00158-009-0460-7>. Acesso em: 16 maio 2020.
- PENG, J.; ZHOU, Z.. Working capital optimization in a supply chain perspective. **European Journal of Operational Research**, [S. l.], v. 277, issue 3, p. 846-856, 19 sep. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.03.022>. Acesso em: 16 maio 2020.
- XIAO, Y.; ZHANG, J.. Preselling to a retailer with cash flow shortage on the manufacturer. **Omega**, [S. l.], v. 80, p. 43-57, oct. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2017.09.004>. Acesso em: 18 maio 2020.
- WU, D.; OLSON, D. L.; WANG, S.. Finance-operations interface mechanism and models. **Omega**, [S. l.], p. 1-2, feb. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2019.01.008>. Acesso em: 7 maio 2020.