



Análise da Duration e diversificação de Markowitz em uma carteira de crédito

HENRIQUE JARDIM RABELLO
henrique_rabello@yahoo.com.br
FUMEC

CARLOS ALBERTO DE SOUZA
carlosprofs@gmail.com
FUMEC E UEMG

CAROLINA PINHEIRO BATISTA
carolepb@gmail.com
FUMEC

VANDA APARECIDA OLIVEIRA DALFIOR
vaodalfior@gmail.com
PITÁGORAS

THUANY NOGUEIRA NUNES
thuanyc@hotmail.com
FACISABH

Resumo: Nesta pesquisa, buscou-se analisar a relação risco x retorno de uma carteira de crédito de uma instituição financeira brasileira de médio porte no âmbito do modelo de diversificação de ativos proposto por Markowitz (1952) em conjunto com a Duration definida por Macaulay (1938). A pesquisa teve caráter explicativo e quantitativo. Os resultados mostraram que a diversificação de Markowitz (1952) elevou a rentabilidade média e reduziu tanto o risco de variação dos retornos, quanto o risco de liquidez da carteira. Em suma, tendo em vista que os resultados se apresentaram em linha com o esperado na teoria, gerando ganhos significativos na rentabilidade da carteira e reduzindo tanto o risco da variabilidade dos retornos quanto do tempo para seu recebimento, é recomendado que a instituição estudada nesta pesquisa avalie a viabilidade de implantação deste modelo para a alocação de seu portfólio de produtos de crédito, podendo adotar tanto o PVM quanto o PT para a composição da carteira, já que ambos apresentaram uma relação risco x retorno significativamente mais eficiente que a do portfólio vigente. A escolha entre um ou outro deverá ser uma decisão de cunho estratégico da instituição, podendo ter um viés mais conservador do ponto de vista do risco (PVM) ou podendo assumir uma posição mais arrojada em função do maior retorno esperado (PT). Mesmo ponderando as limitações conceituais do modelo quanto ao real funcionamento do mercado financeiro e de não considerar questões de relacionamento com os clientes, é possível realizar ajustes mantendo alocações mínimas em produtos estratégicos, mas buscando elevar a proporção dos ativos com a melhor relação risco x retorno. É provável que não se atinja os mesmos resultados do PVM ou do PT, mas certamente haverá ganhos econômicos em relação ao portfólio vigente.

Palavras Chave: Diversificação - Duration - Carteira de Crédito - Portfólio - Investimentos



1. INTRODUÇÃO

O tema “diversificação” é objeto de análise e discussão muito antes de existir um mercado de capitais estruturado. Já a partir do século XX, a diversificação está mais atrelada aos estudos relacionados a finanças, onde o principal objetivo é encontrar evidências, na maioria das vezes empíricas, dos benefícios ou desvantagens de se diversificar um portfólio de ativos financeiros de qualquer natureza.

Em seu estudo pioneiro na utilização de métodos quantitativos para analisar especificamente a diversificação – que lhe rendeu um prêmio Nobel de economia em 1990 –, Markowitz (1952) propõe a mensuração do risco de um ativo como a variância de seus retornos em um determinado tempo, criando assim a análise de risco-retorno de ativos. Em seu modelo, o autor apresenta a partir de funções matemáticas – mas sem muita sofisticação – que a inclusão de diferentes ativos em um portfólio tende a reduzir o risco global desta carteira, mas mantendo o retorno próximo da média dos retornos dos ativos ponderados que a compõe. E mais do que isso, Markowitz (1952) mostra que, baseado na lei dos grandes números, quanto maior o número de ativos na composição do portfólio menor será o risco agregado, caminhando para zero quando o número de ativos tende ao infinito. Por fim, o autor ainda propõe a otimização do risco-retorno de uma carteira dada de ativos, onde se calcula diversos portfólios com o nível de risco mais adequado ao retorno desejado, criando assim uma fronteira eficiente. Qualquer portfólio desta fronteira eficiente será melhor do que qualquer outro com o mesmo nível de risco ou de retorno.

Este tema é especialmente atrelado ao segmento bancário, pois a otimização de Markowitz (1952) foi aplicada inicialmente na alocação de portfólios de investimentos. Além disso, as instituições financeiras possuem em suas atividades diversos tipos de carteiras: de investimentos, de operações de crédito, de serviços bancários, de seguros, entre outros. Isso torna a atividade bancária um terreno fértil para estudos de otimização destas diversas carteiras, buscando a melhoria global do desempenho da empresa.

Com esta vasta gama de portfólios nas atividades bancárias, torna-se relevante o estudo de caso da aplicação do modelo de otimização de portfólio de Markowitz (1952) em uma carteira de crédito de uma instituição bancária. Com a aplicação do modelo, é possível verificar a efetividade do modelo no que diz respeito à busca da combinação de ativos que traz o maior retorno, sendo capaz de dizer também qual carteira possui o menor risco dentre as combinações possíveis.

A partir de outros experimentos semelhantes, utilizando a metodologia de otimização de portfólio de Markowitz (1952), os resultados tendem a convergir para a melhoria do desempenho do portfólio após a otimização, quando comparado com o arranjo inicial. Sendo assim, a hipótese prévia à implementação da metodologia é a de que o portfólio de crédito otimizado da IF em estudo terá um desempenho superior à carteira de crédito vigente.

Com relação à composição da carteira de crédito, espera-se que haja alteração na proporção de cada produto no portfólio, pois o pressuposto inicial é de que o ritmo de concessão de empréstimos nos bancos não respeita a alocação ótima de Markowitz (1952), e sim a estratégia de atuação da IF, a qual leva em consideração diversos outros fatores além do desempenho das operações de crédito.



Em suma, observando a variedade de análises possíveis sobre a diversificação, a diversidade dos resultados em diferentes países e a peculiaridade deste tema no segmento bancário, torna-se relevante a pergunta: Qual a efetividade no desempenho e a eficiência na redução do risco de um portfólio de produtos bancários otimizado pela diversificação baseada no risco-retorno em relação ao portfólio vigente de uma IF brasileira de médio porte?

O objetivo geral da pesquisa é analisar a aplicabilidade da fronteira eficiente em portfólios de produtos bancários e os efeitos da diversificação em instituições financeiras de médio porte do Brasil, a partir da otimização do risco-retorno segundo Markowitz (1952). Já os objetivos específicos se resumem em: Comparar a composição do portfólio de variância mínima – resultados da otimização de Markowitz (1952) – com a composição atual da carteira de crédito da IF; comparar a composição do portfólio tangente – resultados da otimização de Markowitz (1952) – com a composição atual da carteira de crédito da IF; e comparar o desempenho do melhor portfólio dentre os dois citados acima com o desempenho da carteira de uma IF sem diversificação de produtos bancários.

Este artigo está estruturado em cinco capítulos, sendo o primeiro referente à introdução, em seguida o capítulo dois apresenta o referencial teórico do trabalho, o capítulo três descreve a metodologia utilizada, o capítulo quatro passa pela análise dos resultados obtidos e, por fim, o capítulo cinco faz as considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

No referencial teórico é discutida primeiramente no item 2.1 a diversificação no âmbito econômico geral, apresentando os debates acadêmicos sobre o tema. Em seguida, no item 2.2 foi abordada a ênfase da diversificação em instituições financeiras e suas aplicações em outros trabalhos. O item 2.3 expõe uma discussão sobre a fronteira eficiente da Moderna Teoria de Portfólios. O item 2.4 trata do conceito de *duration*. A teoria de seleção de portfólios formulada por Markowitz (1952), com o intuito de calcular esta fronteira eficiente, está descrita no item 2.5. No item 2.6 foi melhor detalhada a medida a ser utilizada como o retorno dos produtos bancários. Por fim, no 2.7, está descrito o método da *duration* a utilizado neste trabalho.

2.1. DIVERSIFICAÇÃO DE ATIVOS

A diversificação no âmbito econômico possui diversos estudos que procuram entender suas vantagens e desvantagens. Markowitz (1952) detalha bem seu ponto de vista sobre os benefícios da diversificação, onde a inclusão de diferentes ativos em um portfólio tende a resultar em uma carteira com risco inferior ao dos ativos individuais. Todavia, esta ideia não é um consenso, quando Loeb (1935) e Keynes (1939 *apud* Bernstein, 1992) argumentaram que a concentração em poucos ativos é uma estratégia mais eficiente, pois só assim seria possível que o investidor tenha um nível de informações adequado sobre esses poucos ativos. Em outras palavras, os autores alegam que ao focar a análise e desenvolver uma *expertise* sobre poucos ativos, o investidor passa a agir com mais propriedade, atingindo um resultado superior ao da diversificação. Mas como o trabalho de Markowitz (1952) apresentou argumentos matemáticos muito fortes e consistentes, a grande maioria dos autores passou a apoiar a ideia da diversificação como um benefício.



Markowitz (1952) assume que um investidor racional busca sempre o ativo de menor risco e maior retorno possível. Como retorno ele considera a variação percentual no valor do ativo numa unidade de tempo determinado, no entanto, Markowitz (1952) volta sua atenção para a elaboração do conceito de risco. Um dos principais legados de seu trabalho foi tirar o foco do entendimento do risco como “perda” e introduzir a ideia de variação, ou como Almeida, Silva e Ribeiro (2010, p. 3) colocam, é a “[...] variabilidade em torno do resultado mais provável”.

A ideia principal é a de que sempre o risco do ativo isolado será superior ao risco de um portfólio composto por este ativo e pelo menos um outro a mais. No entanto, o autor destaca que o resultado da diversificação depende da correlação entre os ativos do portfólio.

Pois caso a correlação seja perfeita entre eles, então o resultado da diversificação seria anulado, ou seja, se a variação dos retornos de dois ativos for determinada pelos exatos mesmos fatores então uma carteira composta por estes dois ativos teria exatamente a mesma característica dos ativos individualmente. Portanto, neste cenário nenhum risco seria reduzido. Da mesma forma, caso os ativos sejam perfeitamente não correlacionados ($Cor = -1$), tem-se uma diversificação perfeita, o que geraria um portfólio com risco igual a zero. Porém, como dito anteriormente, não é possível encontrar ativos os quais não apresentem nenhuma correlação entre si. Em suma, o objetivo da diversificação é anular os riscos não comuns aos ativos do portfólio.

Vale pontuar que, segundo estudos de Damodaran (1996) e Fleuriot (2004), o risco representado pela variância dos retornos do ativo é caracterizado como o risco diversificável, ou risco específico, ou seja, é o conjunto de fatores intrínsecos ao ativo em questão que geram as variabilidades em seus retornos. Em outras palavras, é o risco passível de redução através da diversificação de ativos no portfólio. Já o outro risco é chamado de risco sistemático, ou não diversificável, que representa os fatores externos ao ativo, isto é, são eventos que afetam o mercado como um todo e não podem ser reduzidos através da diversificação. Por outro lado, Lintner (1965) discorda desta conclusão, apontando que o único risco que existe é o sistemático, sendo que o risco dos ativos possui somente um grau de dependência com um fator externo – um índice de mercado por exemplo –, assim como o retorno do ativo. Em outras palavras, ambos o risco e o retorno são dependentes apenas dos fatores externos ao ativo, de tal forma que se o risco sistemático for zero então os retornos dos ativos serão perfeitamente correlacionados. Com isso, o autor conclui que os ganhos com a diversificação ocorrem apenas quando o risco do ativo é negativamente correlacionado com o do mercado, caso contrário a diversificação não gera ganhos, independente da relação entre os ativos.

Portanto, mais do que a diversificação, Markowitz (1952) apresenta um ferramental matemático para encontrar o conjunto de portfólios eficientes do ponto de vista da relação risco-retorno, conceito que será detalhado à frente.

2.2. DIVERSIFICAÇÃO NO SETOR BANCÁRIO

Dentre as aplicações da diversificação, o setor bancário possui um vasto campo de estudo, dado a variedade de atuações deste setor que envolve ativos financeiros de naturezas distintas, pois as instituições financeiras (IF's) tratam tanto da concessão do empréstimo de recursos para o mercado, quanto da tomada de recursos de terceiros via depósitos a prazo para girar o negócio, além de outras várias operações no mercado de capitais.



Acharya et al. (2002) estudam a diversificação na ótica do tomador do empréstimo em IF's italianas, avaliando os resultados de se diversificar a área de atuação da IF ou focar em apenas algumas poucas e especializar a análise de crédito, apenas considerando pessoas jurídicas. Em outras palavras, os autores procuram identificar se há vantagens em emprestar para clientes de diversos setores da economia ou se é mais vantajoso – no âmbito da relação risco-retorno – focar apenas em clientes de um segmento específico e desenvolver expertise para analisar a capacidade de pagamento das empresas deste setor. Os autores argumentam que, ao contrário de outros segmentos da economia, as empresas do setor financeiro possuem grande flexibilidade e dinamismo para diversificar ou focar seus negócios e portfólios de empréstimo, pois basta a instituição dificultar ou facilitar a realização de algum serviço sem que isso gere custos de transação diferentes aos já incorridos por ela. Aliado a isso, Acharya et al. (2002, p. 1, tradução nossa) apontam que, além da flexibilidade do setor, outra particularidade trata que as “IFs enfrentam vários (muitas vezes conflitantes) regulamentos que criam incentivos para se diversificar ou focar suas carteiras de ativos, tais como a imposição de requisitos de capital que estão ligados ao risco dos ativos, ramificação e restrições de ativos de investimento, etc.”¹.

No Brasil, as regras para determinação dos requisitos de capital das IF`s, sugeridas pelo BIS (*Bank of International Settlements*)² conforme consta no documento conhecido como Basileia III³, foram regulamentadas pelo Banco Central do Brasil a partir da Resolução 4.193 de 2013.

Neste estudo, antes de analisar os resultados Acharya et al. (2002) assumem duas hipóteses examinadas previamente no trabalho de Winton (1999):

- A relação entre a diversificação e retorno no setor bancário é não linear, de tal forma que, segundo Winton (1999), a diversificação apresentou algum benefício, em maior ou menor escala, quando as IF`s apresentaram baixa ou moderada exposição a empréstimos inadimplentes⁴. Caso esta exposição fosse suficientemente alta, o retorno da IF reduziu. Este fenômeno, Acharya et al. (2002) atribuem ao fato de que quanto maior o volume de empréstimos inadimplentes na carteira da IF menor será o incentivo de monitorar os possíveis candidatos a novos tomadores de empréstimos, pois os custos de monitorar reduziriam ainda mais a rentabilidade do banco. Assim, com um monitoramento já reduzido, a diversificação só agravaria a piora do desempenho;
- Para os bancos recém criados ou num mercado competitivo, o monitoramento pode ser pouco efetivo e, por sua vez, a diversificação deverá reduzir a qualidade dos empréstimos, elevando seu grau de inadimplência. Os autores

¹ Texto original em ingles: “[...] FI’s face several (often conflicting) regulations that create incentives either to diversify or focus their asset portfolios, such as the imposition of capital requirements that are tied to the risk of assets, branching and asset investment restrictions, etc.”

² O *Bank of International Settlements* (BIS) é responsável pela supervisão bancária internacional, grosso modo, assume o papel de Banco Central dos Bancos Centrais do mundo, e se constitui em um fórum de discussão para o melhoramento das práticas de supervisão bancária, buscando aperfeiçoar as ferramentas de fiscalização em âmbito internacional com vistas a fortalecer a solidez dos sistemas financeiros.

³ O documento de Basileia III, originalmente denominado de *Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems - revised version June 2011* é, em resumo, o documento que estabelece padrões comuns para regular o capital próprio mínimo a ser exigido nas instituições financeiras dos países que aderiram ao acordo, elaborado pelo *Basel Committee on Banking Supervision* (BCBS), que faz parte do BIS.

⁴ Acharya et al. (2006) consideram como inadimplência a probabilidade do retorno do portfólio ser inferior ao custo da estrutura de capital da IF.



argumentam que, neste caso, trata-se da falta de *expertise* inicial da IF que está entrando no mercado e os custos de aprendizado levariam a um portfólio de baixa qualidade ao diversificá-lo.

De forma geral, os resultados obtidos confirmaram estas duas hipóteses, o que vai de encontro à lógica apresentada por Markowitz (1952) caso sejam considerados bancos com alta exposição a empréstimos inadimplentes, sendo que a diversificação resultou em redução do retorno e elevação do risco da IF. Por fim, os autores alertam sobre a regulação bancária incentivar a diversificação dos negócios como forma de melhorar a solidez do sistema financeiro, isto é, que esta orientação pode ser equivocada, dadas as conclusões deste e de outros estudos sobre a diversificação.

Além do estudo de Acharya et al. (2002), outros trabalhos similares foram feitos a partir da análise da atuação setorial das IF's. Behr *et al.* (2007) analisam as implicações da diversificação em bancos alemães de 1993 a 2003 também sob o ponto de vista dos setores da economia, mais especificamente no segmento industrial da Alemanha, discutindo o *trade off* entre diversificar e reduzir exposições concentradas em poucos tomadores – o que reduz o risco sistêmico caso haja uma crise econômica – ou especializar os empréstimos e construir *expertise* em poucas indústrias as quais se tenha maior conhecimento prévio para a concessão de empréstimos.

Os resultados mostraram que bancos com foco mais especializado em uma indústria específica apresentaram retornos maiores no período analisado, juntamente com menores provisões⁵. Mas em contrapartida, as IF's com atuação mais focada incorreram em uma maior variabilidade destas provisões e do volume de operações de crédito que entraram em prejuízo, o que os autores consideraram como um risco destes portfólios.

Concluiu-se também que a diversificação melhorou o desempenho apenas de IF's que já operavam com um risco elevado antes de focar seus empréstimos. Por fim, observou-se que, em ambas as análises, os bancos estrangeiros apresentaram melhor desempenho em um nível superior ao dos bancos locais. Vale destacar que os autores fazem algumas considerações sobre os resultados no que tange às especificidades do mercado bancário russo, onde os custos de agência no período eram relativamente altos e faltava disciplina e monitoramento de mercado, o que pode explicar um desencorajamento para diversificar.

2.3. DURATION

Como foi dito até agora, a variação dos retornos de um ativo é utilizada para quantificar seu risco no modelo de Markowitz (1952), no entanto, existe outra medida de risco comumente utilizada para títulos de renda fixa – seja ela pré ou pós-fixada – e com data de vencimento acordada entre ambas as partes, podendo haver ou não pagamento de cupons de juros intermediários.

⁵ A provisão para crédito de liquidação duvidosa ou PDD (Provisão para Devedores Duvidosos) no âmbito das instituições financeiras representa a perda que se espera ter com a operação de crédito dada uma série de características previamente analisadas pelo banco. E, no Brasil, é regulamentada pela resolução 2.682, do Banco Central do Brasil.



A *Duration*, ou Duração, foi elaborada em 1938 por Frederik Macaulay e representa a média do prazo a decorrer até o vencimento de um título ponderada pelo valor presente⁶ de cada fluxo de caixa individual – neste caso os fluxos de caixa seriam os cupons de juros pagos ao longo da vida do ativo.

Em termos práticos, Gurkaynak, Sack e Wright (2006) definem a *duration* de um título como o tempo médio que o detentor do título deve esperar para receber os pagamentos. Um título sem pagamentos intermediários ou cupom tem a *duration* igual ao prazo até a data de seu vencimento. Já um título com cupom tem uma duração menor que o prazo total a decorrer do título até o vencimento. Este conceito deixa claro o significado da *duration* enquanto medida de risco, pois quanto menor a *duration* menor será o tempo para obter o retorno do título.

2.4. DURATION DA CARTEIRA DE CRÉDITO

Voltando aos conceitos da *duration* apresentados por Leland e Toft (1996), neste trabalho foi utilizada a formulação que considera o cálculo com o método da capitalização contínua, que capta melhor os efeitos da taxa em operações de crédito, que tem seu valor presente recalculado diariamente, além da maior simplicidade em sua aplicação prática, devido à necessidade de menos dados de cada operação. Dessa forma, o cálculo da *duration* foi feito a partir da seguinte fórmula:

$$Duration = \frac{1 - e^{-rt}}{r}$$

Onde r é a taxa de juros do contrato de crédito pactuada no momento da concessão e t é a maturidade até o vencimento do contrato. E e é o número de Euler para o cálculo da função exponencial.

Todas as variáveis da fórmula da *duration* devem estar na mesma base temporal, e como Fabozzi (1997) aponta que, quanto menores as variações na taxa de juros consideradas no cálculo, melhor será a aproximação da real *duration* do título. Então, tanto a taxa, quanto o prazo até o vencimento, foram considerados em dias úteis, o que significa uma variação na taxa de apenas um dia para a aproximação da *duration*.

Algumas considerações na aplicação desta fórmula devem ser feitas no âmbito das definições dos contratos de crédito. Como se trata de uma IF com diversos produtos de crédito, cada um possui uma característica, de tal forma que, contratos que possuem apenas uma parcela terão sua *duration* exatamente igual ao prazo remanescente até o vencimento. Além disso, existem na base de operações da IF contratos inadimplentes que já ultrapassaram sua data de vencimento pactuada originalmente na concessão. Com isso, estas operações foram excluídas do universo de análise deste trabalho, dado que não é possível calcular sua *duration*, tendo em vista que não há mais uma previsão para o fim do contrato.

⁶ O valor presente é dado pelo valor nominal de um fluxo de caixa a receber no futuro dividido pela taxa de juros de mercado a decorrer neste período até o recebimento. Em outras palavras, representa quanto o fluxo de caixa futuro vale no momento atual considerando o custo do dinheiro.



3. METODOLOGIA

O presente trabalho objetiva, primeiramente, analisar o desempenho de portfólios de produtos bancários oriundos da fronteira eficiente, comparativamente a um portfólio vigente em uma instituição financeira brasileira de médio porte. Em seguida, foi calculada a *duration* média de cada portfólio, com o objetivo de verificar se a diversificação é capaz de reduzir o prazo médio de recebimento dos contratos de crédito e, por sua vez, diminuir o risco de liquidez em relação ao portfólio vigente.

Assim, este estudo caracteriza-se como uma pesquisa explicativa com base em trabalhos descritivos de outros autores, realizando um estudo de caso a partir de análises quantitativas sob os dados descritos mais adiante. Para isso, foi utilizada como metodologia essencialmente a teoria de seleção de portfólios formulada por Markowitz (1952), com o intuito de calcular esta fronteira eficiente.

3.1. DA INSTITUIÇÃO FINANCEIRA PESQUISADA

Neste trabalho foram utilizados dados referentes a um banco múltiplo brasileiro de médio porte, o qual solicitou confidencialidade não permitindo sua identificação. A escolha desta instituição para o presente artigo foi feita tendo em vista que esta possui um portfólio de produtos bancários de crédito diversificado, bem como atuação sem foco definido em um único nicho de mercado e, por ter um porte reduzido, possui um volume de dados não muito extenso, o que torna possível utilizar ferramentas de análise de dados menos robustas e financeiramente acessíveis.

3.2. DOS DADOS DA PESQUISA REALIZADA

Os dados utilizados possuem periodicidade mensal e abrangem o período de fevereiro de 2015 a fevereiro de 2017 e, para o cálculo da fronteira eficiente, foram utilizadas as seguintes informações:

- Retorno: receita bruta – custo do dinheiro – cunha fiscal – comissões pagas na venda do produto (quando houver) – valor de provisão. No caso do retorno esperado, foi utilizada a média histórica do período selecionado, tanto em função da facilidade de obtenção desta medida, quanto pelo comportamento mais regular da rentabilidade dos produtos de uma empresa, salvo em ocorrência de crises sistêmicas ou problemas endógenos à empresa que, de qualquer maneira, ocorrem de forma mais gradual;
- Risco: variância mensal do retorno. Onde a variância esperada é a média mensal das variâncias no período escolhido.

Além destes, para o cálculo da *duration* foi utilizada a taxa de juros contratual de cada operação de crédito de um dia útil, bem como o prazo remanescente até o vencimento de cada contrato também em dias úteis. Vale destacar que, para a *duration*, foram utilizados apenas os dados de março-17, que seria o primeiro mês de comparação da carteira diversificada com a carteira vigente. Não faria sentido calcular a *duration* de meses anteriores, pois as informações até fevereiro-17 foram utilizadas apenas como histórico de retornos para a elaboração da fronteira eficiente, a qual seria implantada efetivamente no mês de março-17. Outra observação que pode ser trivial, é que o prazo remanescente para o cálculo da *duration*



foi definido considerando março-17, em outras palavras, é o tempo entre março-17 e a data do vencimento da operação.

No caso dos produtos bancários analisados, as modalidades da carteira de crédito da IF com características semelhantes foram agrupadas de tal forma que foram formados 10 grupos de produtos: Produtos de Câmbio; Crédito Empresarial; Cartões de Crédito; Empréstimo Consignado; Crédito Pessoal; Crédito Rotativo Pessoas Físicas; Financiamento de Automóveis, Máquinas e Equipamentos; Crédito Rotativo Pessoas Jurídicas; Títulos Descontados; e Outros.

O agrupamento “Outros” é constituído de produtos com baixa representatividade na carteira da IF. Vale frisar que apesar dos contratos de crédito que foram renegociados em razão de inadimplência possuírem produtos específicos, eles foram contemplados na análise na medida em que foram realocados em suas modalidades originalmente contratadas na concessão inicial, isto é, eles estão em algum dos agrupamentos de produto acima.

Em suma, o objetivo do trabalho foi analisado da seguinte forma, a partir dos dados mensais até fevereiro de 2017 da IF foi calculada a fronteira eficiente utilizando a variância mensal de dois anos. Em seguida, a distribuição dos produtos de crédito do Portfólio de Variância Mínima e do Portfólio Tangente foi comparada com o desempenho da carteira vigente da IF entre março e maio de 2017. Ao final, foi calculada a *duration* média de cada produto da carteira vigente de março de 2017 e, em seguida, foram aplicados os pesos do PVM e do PT nas *durations* de forma a comparar a *duration* global de cada portfólio. Com isso, as conclusões finais estão tecidas considerando tanto a análise da fronteira eficiente quanto da *duration* dos portfólios.

4. RESULTADOS

Seguem abaixo os resultados da diversificação segundo Markowitz (1952), da *duration* de Macaulay (1938) e a análise agregada dos dois métodos.

4.1 DIVERSIFICAÇÃO DA CARTEIRA DE CRÉDITO

A partir do histórico mensal de retornos dos produtos da IF de fevereiro de 2015 a fevereiro de 2017, foi aplicado o modelo de Markowitz (1952) para a diversificação e chegou-se às duas principais carteiras calculadas pelo método, o Portfólio de Variância Mínima e o Portfólio Tangente. Nas Tabelas 1, 2 e 3 abaixo seguem os pesos da carteira vigente em fevereiro-17 e de cada produto das carteiras diversificadas:

Tabela 1 – Portfólio Vigente (fevereiro/17)

Produto / Modalidade de Crédito	Peso no Portfólio
Produtos de Câmbio	0,9%
Crédito Empresarial	25,3%
Cartões de Crédito	0,5%
Empréstimo Consignado	43,9%
Crédito Pessoal	9,3%
Crédito Rotativo Pessoas Físicas	1,5%



Financiamento de Automóveis, Máquinas	2,6%
Outros	0,1%
Crédito Rotativo Pessoas Jurídicas	13,2%
Títulos Descontados	2,6%

Fonte: Resultados da pesquisa

A tabela acima mostra os pesos de forma percentual de cada produto no portfólio vigente da IF em fevereiro de 2017.

Tabela 2 – Portfólio de Variância Mínima

Produto / Modalidade de Crédito	Peso no Portfólio
Produtos de Câmbio	23,2%
Crédito Empresarial	8,6%
Cartões de Crédito	-0,8%
Empréstimo Consignado	22,0%
Crédito Pessoal	18,8%
Crédito Rotativo Pessoas Físicas	15,8%
Financiamento de Automóveis, Máquinas	-5,2%
Outros	1,0%
Crédito Rotativo Pessoas Jurídicas	7,3%
Títulos Descontados	9,3%

Fonte: Resultados da pesquisa

A tabela acima mostra os pesos de forma percentual de cada produto no portfólio de variância mínima calculado neste trabalho.

Tabela 3 – Portfólio Tangente

Produto / Modalidade de Crédito	Peso no Portfólio
Produtos de Câmbio	28,0%
Crédito Empresarial	7,5%
Cartões de Crédito	-4,5%
Empréstimo Consignado	34,1%
Crédito Pessoal	-26,6%
Crédito Rotativo Pessoas Físicas	55,3%
Financiamento de Automóveis, Máquinas	-3,0%
Outros	-3,2%
Crédito Rotativo Pessoas Jurídicas	-2,5%
Títulos Descontados	14,9%

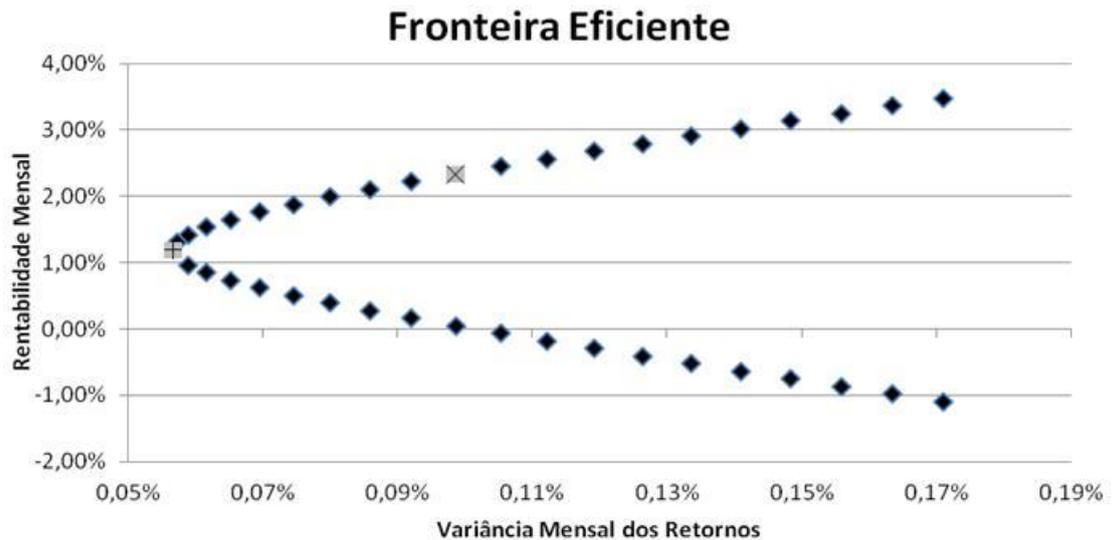
Fonte: Resultados da pesquisa

Pela análise das tabelas, é possível observar que houve nas carteiras diversificadas uma alteração mais representativa na alocação de quatro produtos principais: Produtos de Câmbio, Crédito Empresarial, Crédito Rotativo Pessoas Físicas e Empréstimo consignado.



Com isso, os produtos com maior participação na carteira vigente – Empréstimo Consignado e Crédito Empresarial com participação de 70% – tiveram seu peso reduzido quase pela metade nas carteiras diversificadas. Isso mostra que outras modalidades menos exploradas pela IF possuem uma melhor relação risco x retorno do ponto de vista do modelo de Markowitz (1952). Com o PVM e o PT definidos, foi traçada a fronteira eficiente dos portfólios da IF (FIGURA 3):

Figura 3 – Fronteira Eficiente da carteira de crédito pesquisada: com destaque para o PVM (+) e o PT (X)



Fonte: Resultados da pesquisa

Na figura é possível observar o Portfólio de Variância Mínima no ponto marcado com uma cruz e o Portfólio Tangente no ponto marcado com um xis. Considerando que a fronteira eficiente é o conjunto de pontos acima do PVM, percebe-se que todos os portfólios permanecem com rentabilidade mensal superior a 1% ao mês, sendo que o PT possui retorno acima de 2% a.m.

Após a definição dos pesos dos portfólios diversificados PVM e PT, foi feita uma comparação da rentabilidade efetiva de março-17 a maio-17 com a rentabilidade dos portfólios diversificados, caso eles tivessem sido implantados no mês seguinte a sua mensuração.

Tabela 4 – Rentabilidade do Portfólio Vigente

	Rentabilidade e mar/17	Rentabilidade e abr/17	Rentabilidade e mai/17
Carteira Total	0,8%	0,7%	0,6%

Fonte: Resultados da pesquisa

A tabela quatro mostra a rentabilidade do portfólio vigente nos meses que se simulou a aplicação da diversificação.

Tabela 5 – Rentabilidade do Portfólio de Variância Mínima



	Rentabilidade e mar/17	Rentabilidade e abr/17	Rentabilidade e mai/17
Carteira Total	1,1%	1,0%	0,8%

Fonte: Resultados da pesquisa

A tabela cinco mostra a rentabilidade simulada do portfólio de variância mínima, casos este fosse aplicado nos meses de março, abril e maio de 2017.

Tabela 6 – Rentabilidade do Portfólio Tangente

	Rentabilidade e mar/17	Rentabilidade e abr/17	Rentabilidade e mai/17
Carteira Total	2,2%	2,1%	2,1%

Fonte: Resultados da pesquisa

A partir das tabelas acima, pode-se inferir que as duas diversificações (TABELA 5 e TABELA 6) levaram a taxas de retorno superiores aos da carteira vigente em todos os meses. Este resultado não era esperado para o PVM, que tem o objetivo principal de reduzir o risco da carteira, já o PT busca a melhor relação de rentabilidade para cada unidade de risco, portanto seu retorno superior era esperado.

Por fim, é demonstrada na Tabela 7 a variância dos retornos de cada portfólio para a análise do risco de cada carteira:

Tabela 7 – Variância dos retornos dos portfólios do estudo

Portfólio	Po	Variância dos retornos
Vig		0,109%
ente		
PV		0,057%
M		
PT		0,099%

Fonte: Resultados da pesquisa

Conforme dito anteriormente, o PVM tem o intuito de alcançar a carteira com o menor risco e, de fato ele apresentou a menor variância dos retornos entre todos os portfólios, seguido do PT e, por último, o portfólio vigente como o de maior risco de variação da rentabilidade mensal.

4.2 DURATION DA CARTEIRA DE CRÉDITO

A partir da aplicação da *duration* de Macaulay (1938), seguindo a formulação apresentada em Leland e Toft (1996), chegou-se aos seguintes resultados para a *duration* da carteira de crédito vigente em março de 2017:


Tabela 8 – Duration e Prazo Médio do Portfólio Vigente

Produto / Modalidade de Crédito	Prazo Médio (dias úteis)	Duration Média (dias úteis)
Produtos de Câmbio	103,3	103,3
Crédito Empresarial	414,1	334,0
Cartões de Crédito	9,8	9,8
Empréstimo Consignado	912,9	583,5
Crédito Pessoal	785,8	490,5
Crédito Rotativo Pessoas Físicas	67,8	67,8
Financiamento de Auto., Máq. e Equip.	622,1	465,2
Outros	756,3	582,6
Crédito Rotativo Pessoas Jurídicas	46,7	46,7
Títulos Descontados	39,4	38,5
Total	563,4	394,8

Fonte: Resultados da pesquisa

De acordo com a tabela acima, observa-se que a *duration* dos produtos “Empréstimo Consignado” e “Crédito Pessoal” se mostrou bem inferior ao prazo médio dos contratos, indicando que o risco do tempo de recebimento desses créditos é bem inferior ao efetivo vencimento. Em outras palavras, para estes produtos a IF irá receber de volta o capital emprestado em cerca de 60% do tempo originalmente pactuado. Por outro lado, para os produtos de Crédito Rotativo, Cartão de Crédito, Títulos Descontados e Câmbio já era esperado que a *duration* fosse igual ao prazo médio, pois essas modalidades possuem a característica de possuir apenas uma parcela de pagamento. No geral, no âmbito da carteira de crédito total, a expectativa é de que os valores emprestados pela IF sejam recebidos de volta em cerca de 70% do tempo do prazo médio para o efetivo vencimento das operações.

Por fim, com a *duration* média calculada para cada produto da carteira vigente, foi possível aplicar os pesos encontrados para o PVM e o PT com o objetivo de mensurar a *duration* média total de cada portfólio, conforme segue:

Tabela 9 – Duration Média dos portfólios pesquisados

Portfólio	Duration Média (dias úteis)
Vigente	394,8
PVM	272,3



PT	131,4
----	-------

Fonte: Resultados da pesquisa

Assim, tem-se que além de minimizar a variância dos retornos, ambos os portfólios diversificados foram capazes de reduzir a *duration* média da carteira. Em outras palavras, seria dizer que as carteiras PVM e PT proporcionam retornos mais altos, com menor variação destes retornos e com um tempo menor para o recebimento do capital.

Estes resultados vão de encontro a uma das interpretações conceituais da *duration*, onde, de acordo com Fabozzi (1997), a *duration* ponderada de uma carteira irá gerar a sensibilidade do valor presente total a mudanças no seu retorno. De outra forma, a variabilidade do retorno do título afeta sua *duration*, de modo que quanto maior o desvio padrão do retorno de um título mais elevada será sua *duration*. Esta relação está atrelada ao conceito do prazo da operação ser ponderado pelo valor presente, e este por sua vez é afetado pelo retorno de cada cupom do título.

Seguindo esta mesma linha, os resultados da *duration* das carteiras PVM e PT foram coerentes com a teoria, tendo em vista que o objetivo dos portfólios do modelo de Markowitz (1952) é justamente de reduzir a variância dos retornos a partir da alocação ótima dos ativos que o compõem. Isso gerou, de fato, uma queda na *duration* em relação à carteira vigente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sobre a diversificação de Markowitz (1952), os portfólios PVM e PT apresentaram resultados bastante satisfatórios diante da carteira vigente, se mostrando menos arriscados e mais rentáveis. Todavia, deve-se pontuar duas questões principais sobre a aplicação efetiva deste modelo. A primeira diz respeito a uma premissa do método que condiciona que as alocações negativas do portfólio significam que a IF deveria captar recursos nas mesmas condições de rentabilidade do produto de crédito, o que pode não ser factível em uma situação real.

A segunda questão está relacionada à dinâmica do mercado de crédito, pois nas carteiras diversificadas observou-se um aumento expressivo no peso de modalidades com alta rentabilidade em detrimento de outras com retornos menores. Entretanto, não é possível afirmar que, caso houvesse uma ação para elevar as concessões dos créditos mais rentáveis hoje, as características de rentabilidade permaneceriam exatamente iguais no futuro, pois à medida que os clientes chamados de “bons pagadores” vão sendo absorvidos pelo mercado, a rentabilidade da modalidade passa a cair e assumir um novo comportamento.

Além disso, como a IF em estudo é um banco múltiplo ela deve oferecer uma gama mínima de produtos para seus clientes, não sendo possível descontinuar as modalidades menos rentáveis somente pelo argumento financeiro, pois alguns produtos, mesmo com baixo retorno, podem ser utilizados para atender alguma necessidade mais corriqueira de seus clientes de forma a manter um relacionamento mais constante e perene.

No que tange a análise da *duration*, vale destacar que o portfólio de menor risco foi o PT, enquanto se esperava que fosse o PVM. Este resultado mostra que a teoria de Markowitz (1952) ao se preocupar somente com as variações da taxa rentabilidade acaba deixando de lado uma importante medida de risco, que, mais do que levar em conta retornos constantes, se preocupa com o recebimento desta rentabilidade no tempo, já que o futuro guarda mais incertezas do que um comportamento histórico de variabilidade dos retornos.



Em suma, tendo em vista que os resultados se apresentaram em linha com o esperado na teoria, gerando ganhos significativos na rentabilidade da carteira e reduzindo tanto o risco da variabilidade dos retornos quanto do tempo para seu recebimento, é recomendado que a instituição estudada nesta pesquisa avalie a viabilidade de implantação deste modelo para a alocação de seu portfólio de produtos de crédito, podendo adotar tanto o PVM quanto o PT para a composição da carteira, já que ambos apresentaram uma relação risco x retorno significativamente mais eficiente que a do portfólio vigente. A escolha entre um ou outro deverá ser uma decisão de cunho estratégico da instituição, podendo ter um viés mais conservador do ponto de vista do risco (PVM) ou podendo assumir uma posição mais arrojada em função do maior retorno esperado (PT). Mesmo ponderando as limitações conceituais do modelo quanto ao real funcionamento do mercado financeiro e de não considerar questões de relacionamento com os clientes, é possível realizar ajustes mantendo alocações mínimas em produtos estratégicos, mas buscando elevar a proporção dos ativos com a melhor relação risco x retorno. É provável que não se atinja os mesmos resultados do PVM ou do PT, mas certamente haverá ganhos econômicos em relação ao portfólio vigente.

Para pesquisas futuras, sugere-se ajustes no modelo, tais como, forçar para zero as alocações de ativo negativas e estabelecer alocações mínimas levando em conta a estratégia da IF.

REFERÊNCIAS

ACHARYA, Viral V.; HASAN, Iftekhar e SAUNDERS, Anthony. *Should banks be diversified?: evidence from individual bank loan portfolio*. [S.l.]: BIS Working Papers, nº 18, 2002.

ALMEIDA, Neirilane S. de; SILVA, Ronaldo F. da; RIBEIRO, Kárem C de S. *Aplicação do modelo de Markowitz na seleção de carteiras eficientes: uma análise de cenários no mercado de capitais brasileiro*. São Paulo: XIII Seminários em Administração, 2010.

BEHR, Andreas *et al.* *Diversification and the bank's risk-return-characteristics: evidence from loan portfolios of german banks*. [S.l.]: Deutsche Bundesbank, Discussion Papers: Banking and Financial Studies, 2007.

BERGER, Allen N *et al.* *Does diversification increase or decrease bank risk and performance?: evidence on diversification and the risk-return tradeoff in banking*. Helsinki: Bank of Finland. Discussion Papers, 2010.

BRUNI, Adriano L. e FAMÁ, Rubens. *Moderna teoria de portfólios: é possível captar, na prática, os benefícios decorrentes de sua utilização?* São Paulo: Resenha da BM&F, nº 128, p. 19-34, 1999.

CAMPA, Jose M. e KEDIA, Simi. *Explaining the diversification discount*. Barcelona: IESE Universidad de Navarra, 2000.

CAOQUETTE, John B.; ALTMAN, Edward I. e NARAYANAN, Paul. *Managing credit risk: the next financial challenge*. New York: John Wiley & Sons Inc., 1998.

COASE, Ronald A. *The nature of the firm*. [S.l.]: *Economica* 4, p. 386 – 405, 1937.



ELTON, Edwin J.; GRUBER, Martin J. e PADBERG, Manfred W. *Simple criteria for optimal portfolio selection: tracing out the efficient frontier*. Journal of Finance, XIII, N° 1, p. 296 – 302. Março de 1978.

ENGELS, Marnix. *Portfolio optimization: beyond Markowitz*. Tese de mestrado apresentada na Universiteit Leiden. Leiden, janeiro de 2004.

FABOZZI, F. J. (ed.), *The Handbook of Fixed Income Securities*, 5th ed., Chicago: Irwin, 1997.

FAMA, Eugene F. e FRENCH, Kenneth R. *The capital asset pricing model: theory and evidence*. [S.l.]: Journal of Economic Perspectives, vol. 8, n° 3, p. 25 – 46, 2004.

FLEURIET, M. *A arte e a ciência das finanças: uma introdução ao mercado financeiro*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

GURKAYNAK, Refet S.; SACK, Brian e WRIGHT, Jonathan H. *The US treasury yield curve: 1961 to the present*. Federal Reserve Bank of Washington D.C. Finance and Economic Discussion Series, June 2006.

HAYDEN, Evelyn; PORATH, Daniel e WESTERNHAGEN, Natalja V. *Does diversification improve the performance of german banks?: evidence from individual bank loan portfolios*. [S.l.]: Oesterreichische Nationalbank. Working Paper 110, 2006.

KWAST, Myron L. *The impact of underwriting and dealing on bank returns and risks*. [S.l.]: Journal of Banking & Finance, vol. 13, n° 1, p. 101 – 125, 1989.

LANG, Larry e STULZ, Rene. *Tobin's q, corporate diversification and firm performance*. [S.l.]: Journal of Political Economy, vol. 102, n° 6, p. 1248 – 1280, 1994.

LELAND, Hayne E. e TOFT, Klaus B. *Optimal capital structure, endogenous bankruptcy, and the term structure of credit spreads*. The Journal of Finance, Vol. 51, No 3, Papers and Proceedings of the fifty-sixth Annual Meeting of the American Finance Association. San Francisco, California, janeiro 5-7, 1996, pp. 987 – 1019.

LINTNER, John. *Security prices, risk, and maximal gains from diversification*. [S.l.]: Journal of Finance, vol. 20, n° 4, p. 587 – 615, 1965.

LOEB, Gerald M. *The battle for investment survival*. New York: Simon & Schuster, 1935.

SERVAES, Henri. *The value of diversification during the conglomerate merger wave*. [S.l.]: Journal of Finance, vol. 51, n° 4, p. 1201 – 1225, 1996.

SILVA, José Pereira da. *Gestão e análise do risco de crédito*. São Paulo: Atlas, 2000.

TECLES, Patrícia L.; TABAK, Benjamin M. e STAUB, Roberta B. *Concentração e inadimplência nas carteiras de empréstimos dos bancos brasileiros*. Brasília: Banco Central do Brasil. Trabalhos para Discussão, n° 191, p. 1 – 35, 2009.

WINTON, A. *Don't put all your eggs in one basket?: diversification and specialization in lending*. Minesota: Working Paper, University of Minnesota, 1999.