Product 4 - Technical document containing reviews of the first results and study with final estimates.

Indicador RAROC e Avaliação de Retorno dos Empréstimos do BNDES

Patrick Franco Alves

**Resumo**

Utilizamos aprendizado de máquina para predição do spread bancário das instituições financeiras que atuam como intermediárias nas operações de empréstimos do BNDES. A abordagem adotada permite comparar a performance entre 9 diferentes algoritmos de aprendizado de máquina, no que diz respeito a precisão e tempo de treinamento. Usamos a métrica *feature importances* para identificar quais as informações mais contribuem na predição do spread bancário. Juntamente com as condições da própria operação, tais como prazo, taxa de juros e valor do empréstimo, encontramos também que as características dos bancos são muito consistentes na predição do spread da instituição intermediadora. Este resultado pode indicar que as decisões negociais e a política precificação adotada pelos bancos são um fator relevante na determinação do spread bancário, podendo superar até mesmo as características das empresas.

1. **Introdução**

O RAROC (*Risk Adjusted Return on Capital*) é uma métrica utilizada por instituições financeiras para avaliação do desempenho de operações, levando em consideração o retorno de risco. Este indicador pertence ao grupo de indicadores denominado *Risk Adjusted Performance Measures* (RAPM). Uma vez que investimentos com maiores níveis de risco devem ser avaliados de forma diferenciada, o RAROC contabiliza as mudanças no perfil de um investimento, descontando os fluxos de caixa arriscados contra os fluxos de caixa menos arriscados (Enomoto, 2002). Baseado em uma lógica de risco/rentabilidade, o RAROC, procura maximizar o retorno frente a um dado nível de risco. De forma geral, o RAROC é obtido pela relação entre as receitas esperadas de uma operação e sua contribuição para o risco da instituição.

**1.1 Formação do resultado de um banco**

A origem dos bancos comerciais remonta os negociantes italianos medievais na idade média, de onde a palavra “banco” derivou seu nome, sendo o lugar nos os mercadores se sentavam para suas negociações (Enomoto, 2002). Na atualidade os bancos comerciais possuem como atividades funções clássicas:

**Função de Depósito:** Trata-se da captação de recursos junto à sociedade. Esta é a função bancária que é responsável pela geração de um dos principais passivos dos bancos, ou seja, a expectativa dos seus clientes de que esses depósitos estarão adequadamente disponíveis nas datas previamente acordadas e livres de quaisquer embargos e riscos não-previamente acordados.

**Função de pagamento**: Está é a materialização das ordens de pagamento propriamente dita. A função pagamento pressupõe a disponibilidade de saldo em conta do cliente ou de limites especiais para saques.

**Função de Crédito**: Trata-se da atividade de avaliação da capacidade de pagamento dos tomadores visando assegurar o retorno dos capitais emprestados. Ao conceder um empréstimo, o credor tem a expectativa de que os recursos serão devolvidos nas datas previamente acertadas. O banco não deve conceder o crédito quando houver considerável dúvida que haverá o retorno dos capitais emprestados nas datas acertadas. Desta forma, os bancos buscam a maximizar os ganhos com empréstimos e gerenciar os riscos.

**Função criadora de moeda**: Regulações e normas do Banco Central estabelecem que que nem todo recurso depositado pode ser emprestado. Dos recursos permitidos para empréstimos são concedidos vários empréstimos. Também em decorrência recursos não resgatados pelos tomadores, os bancos comerciais criam moeda sempre que transformam os depósitos em empréstimos, crédito. Assim o exercício das funções de depósito e crédito permite aos bancos a criação de moeda, por exemplo através do mecanismo multiplicador bancário.

**1.2. Classificação dos bancos comerciais:**

**Corporate Bank**: São banco comercial que fornecem serviços e produtos voltados para grandes clientes, com necessidades específicas, tais como grandes empresas, outras instituições financeiras, empresas, e até mesmo governos. Geralmente, são operações complexas e únicas, voltadas para clientes corporativos específicos, cujas características não podem ser generalizadas para os clientes em geral. Dentre os produtos oferecidos no segmento Corporate Bank, podemos citar: Assessoria para fusões e aquisições; Reestruturações financeiras, Administração de fundos, Debêntures e Ofertas públicas iniciais de ações.

**Private Bank**: Segmento bancário voltado para clientes pessoas físicas com alto poder aquisitivo e com elevado patrimônio. Entre os serviços oferecidos nesse segmento, podemos citar: Consultoria sobre investimentos, Consultoria em patrimônio e herança, Créditos para investimentos, Fundos de investimento, Operações estruturadas, Planejamento de aposentadoria e Seguro de vida.

**Varejo**: Segmento que atende ao público em geral, incluindo nesse uma infinidade de prestação de serviços que são praticadas, como por exemplo, a venda de seguros de vida, imóvel e previdenciários, o pagamento e recebimento de contas, ordens de pagamento internas e no exterior, entre outros.

Os bancos incorrem em diversas formas de risco em sua atividade. Segundo a classificação de *Saunders* (2000:99) a exposição aos riscos pode ser classificada como: Risco de Taxa de Juros, Risco de Mercado, Risco de Crédito, Risco Contábil (operações fora do balanço), Risco Tecnológico, Risco Operacional, Risco de Câmbio, Risco Soberano, Risco de Liquidez e Risco de Insolvência.

Para desempenhar suas funções os bancos cobram juros e comissões nos empréstimos, essa receita contribui para a formação do lucro da instituição. Para adequada administração e monitoração dos riscos das atividades bancárias, diversas medidas financeiras foram propostas. Estes indicadores seguem regulações e acordos, tal como a proposta no Novo Acordo de Capital da Basiléia, o qual busca uma maior especialização na alocação de capital em função dos riscos presentes nas atividades dos bancos.

Segundo Saunders (2000), os principais bancos americanos desenvolveram modelos de monitoramento e decisão apoiado no indicador RAROC. A metodologia foi desenvolvida inicialmente pelo Bankers Trust na década de 70, e posteriormente adotada por diversas outras instituições financeiras, cada uma adotando algumas alterações no modelo original. Na década de 70 Bankers Trust retirou-se do mercado de varejo para se concentrar integralmente no atacado e em trading e utilizou a abordagem RAROC também no mercado de derivativos.

A partir da avaliação do RAROC, uma operação de crédito só valeria a pena caso o indicador seja maior que o custo de oportunidade em emprgar o mesmo recurso numa operação sem risco. Assim, se o custo de oportunidade for superior ao RAROC calculado, então não compensa correr o risco da operação analisada.

Ao invés de analisar somente o fluxo de caixa advindo de um empréstimo, é possível também comparar o rendimento esperado do empréstimo com o risco incorrido, se necessário, ajustando o spread das operações de crédito, conforme as perdas que se espera incorrer.

Uma operação de crédito só deveria ser concretizada se indicador RAROC for superior ao custo de oportunidade do banco. Se esse custo de oportunidade for maior que ao RAROC calculado, então a conclusão é que não compensa correr o risco da operação dado o retorno esperado. Trata-se assim de uma metodologia para otimização da carteira de crédito da instituição.

Conforme a definição de Mósca (2011) o lucro ajustado ao risco, utilizado para calcular o RAROC também pode ser obtido através da expressão:

*Lucro Ajustado ao Risco= Spread + Taxas e Comissões - Perdas Esperadas-Custos operacionais*

onde,

**Spread (*s*)**: Diferença entre a taxa de juros do crédito a conceder e o custo da captação da instituição;

**Taxas e Comissões (*taxa*)**: Taxas e comissões especificas da operação

**Perda Esperada (*pd*)**: Perdas esperadas do negócio; e

**Custos Operacionais (*c*):** Custos do processo de análise, verificação de cadastros, monitorização e operacionalização da concessão do crédito.

A utilização do indicador RAROC para avaliar os retornos de investimentos pode ser efetuada em vários níveis, conforme o quadro abaixo:

**Quadro 1 - Níveis de aplicação de um modelo RAROC**

Para cada nível é necessária a customização dos dados que embasam os cálculos. Por exemplo, para o nível de clientes, os dados deverão referir-se exclusivamente a eles, e assim por diante.

Assim, no nível de portfólio o RAROC é utilizado para otimização da carteira global. A agregação de operações de crédito dependeria do impacto positivo no RAROC da carteira. Para sub-portfólios é a mesma análise da carteira global, com vistas também, à contribuição desta para a carteira. No nível de Unidades de Negócios, é utilizado para avaliação do desempenho dos gestores, no nível dos clientes para informações gerenciais sobre o retomo oferecido pelos clientes frente ao risco que fornecem, e no nível de operação individual é utilizado para precificação das operações. O nível de risco da operação seria um componente da taxa de juros a ser cobrada dos clientes, conforme visto no capítulo precificação, a taxa de juros seria proporcional à exposição do nível de risco, aqueles que oferecem menor risco pagam taxas menores.

O Capital em Risco é outra medida necessária para obter o RAROC. E existem diferentes metodologias para obter o capital de risco. Uma das abordagens é utilizar o valor máximo ou o percentil 90% da variância das operações de crédito como uma *proxy.* Outra abordagem é para obter o Capital em Risco é utilizar a metodologia Value at Risk (VaR). Ou seja, mensurar o montante de capital necessário para cobrir perdas inesperadas, com um dado nível de confiança estatística (MÓSCA, 2011). Assim, podemos calcularmos o VaR conforme:

O RAROC pode ser avaliado como uma medida de desempenho passado ou como um indicador para decisão de investimento.

* RAROC Retrospectivo: Medida de desempenho das operações passadas.
* RAROC Prospectivo: Ferramenta suporte à decisão de investimento.

**Quadro 2: Definições de Retorno Ajustado ao Risco**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| RAPM | | | |
| ↓ | ↓ | | ↓ |
| RARORAC:  *Risk adjusted return on risk adjused capital* | RAROC:  *Risk adjusted return on capital* | | RORAC:  *Risk adjusted return on capita* |
| ↓ | ↓ | | ↓ |
| Diferença entre o resultado líquido, a perda esperada e o custo de capital dividido pelo risco de capital. | Retrospectivo: Desempenho das operações passadas | Prospectivo: Suporte a decisões de investimento | Resultado após a perda esperada em relação ao capital de risco |

O Valor em Risco (VaR) é utilizado como medida de exposição do risco no denominador do RAROC. O Valor em Risco (VaR) estima a perda potencial máxima de um investimento de acordo com um determinado intervalo de confiança, demostrando a exposição ao risco financeiro de uma operação.

Assim são necessários três elementos na definição do VaR:

**Perda máxima**: Estimativa de valor monetário total da carteira que pode ser perdida;

**Período**: Intervalo de tempo a ser analisado, geralmente 1 ano.

**Nível de confiança**: Grau de certeza estatística do indicador. Para o indicador ser confiável, recomenda-se a utilização de pelo menos 95% de confiança, o que pode ser aproximado multiplicando os desvios-padrão por dois (2).

Valor em Risco (VaR) representa a perda inesperada conforme um nível de confiança de 99%. Esta informação é uma importante medida de exposição ao risco de uma operação, sendo utilizada no denominador do indicador RAROC.

Valor em risco (VaR) de um ativo, está ligado a quanto se pode perder por se estar posicionado nesse ativo segundo certas condições. E que o conceito de VaR é relacionado sempre a partir do último preço a mercado ao valor que podemos perder, em um espaço de tempo pré-fixado, em relação a esse último valor considerado. Ou seja, os ganhos e perdas ocorridos antes da data do cálculo do VaR, devem ser considerados como fatos consumados e que nada pode ser feito. Por exemplo, o percentil 99% do INAD90 (indicador de inadimplência em até 60 dias) pode representar o percentual de perda inesperada, assim como o percentil 99% do índice de provisionamento, conforme o rating de risco de crédito.

Existem três pontos essenciais para determinação do VaR: Exposição, Sensibilidade e Volatilidade. A exposição sendo representada pela carteira ativa de crédito ou pelo ativo total do banco. Quanto maior a exposição ao fator de risco maior o risco total incorrido pelo banco. Mas somente a exposição de ativo não é suficiente para caracterizar a exposição ao risco. Também é preciso considerar a sensibilidade associada à oscilação do fator de risco, e qual impacto desta oscilação em determinado ativo financeiro da instituição. Esta medida pode ser representada pela fórmula abaixo:

Por fim, a volatilidade está relacionada à forma como se comportam os fatores de risco, ou seja, se o ativo for não volátil, permanecendo estável a qualquer circunstância, não existirá qualquer risco, uma vez que o resultado não sofrerá alteração. Definidas todos estes conceitos, finalmente podemos definir mais adequadamente o VaR, conforme:

Para o VaR interessa apenas determinar a perda máxima que está sujeita a instituição financeira, desconsiderando a mensuração de ganhos. Utilizando-se a curva normal, só nos interessa um dos lados da curva.

O RAROC é obtido pela divisão do lucro presumido da operação de crédito e a quantidade de capital em risco (VaR) alocado para aquela operação.

Uma operação de crédito só valeria a pena se o RAROC desta operação for, pelo menos, maior que o custo de oportunidade em empregar o mesmo recurso numa operação sem risco (títulos do governo, por exemplo). Se o custo de oportunidade da operação for superior ao RAROC, então não compensa correr o risco da operação.

Desta forma, no lugar de analisar somente o fluxo de caixa previstos de um empréstimo, o indicador RAROC permite comparar os lucros previstos de uma operação de crédito com o nível de risco. Se necessário, é possível ajustar a taxa de juros de uma operação de crédito, conforme o risco, tornando a operação viável do ponto de vista do RAROC.

O RAROC (Return on Risk-Adjusted Capital) é um indicador financeiro utilizado para avaliar o desempenho de um investimento em relação ao risco envolvido. Ele é comumente aplicado no contexto de crédito para avaliar a rentabilidade de uma operação de empréstimo ou financiamento em relação ao risco de inadimplência.

O spread em financiamentos, por sua vez, refere-se à diferença entre a taxa de juros cobrada pelo credor e a taxa de juros de referência, como a taxa básica de juros definida pelo banco central. O spread é uma forma de remuneração pelo risco assumido pelo credor ao conceder o empréstimo.

Existe uma relação entre o RAROC de crédito e o spread em financiamentos, pois ambos estão relacionados à avaliação e gestão do risco de crédito. O RAROC de crédito leva em consideração diversos fatores, como a probabilidade de inadimplência do tomador de empréstimo, o valor do empréstimo, o custo de capital do banco e as perdas esperadas em caso de default.

Ao calcular o RAROC de crédito, é levado em consideração o spread cobrado no financiamento, pois ele é uma das fontes de receita para compensar o risco de crédito assumido. Se o spread cobrado for insuficiente para cobrir o risco estimado, o RAROC será baixo, indicando uma operação menos atrativa. Por outro lado, se o spread for adequado para compensar o risco, o RAROC será mais favorável, indicando uma operação mais rentável.

Portanto, o spread em financiamentos é um elemento importante para a determinação do RAROC de crédito, pois influencia diretamente a rentabilidade esperada da operação, considerando o risco de inadimplência associado.

1. **Base de dados**

A base de dados utilizada para a análise é composta de uma concatenação entre três diferentes fontes de informações: Relação Anual de Informações Sociais (RAIS/MTE), Estatísticas Bancárias Mensais (ESTBAN/BACEN), e Spread das Operações Indiretas de Empréstimos do BNDES (SPREAD/BACEN).

* **Informações de Empresas (RAIS):** Pessoal ocupado total, Idade média, Massa salarial, Pessoal ocupado com nível superior, Taxa de rotatividade, Natureza jurídica, percentual de engenheiros e participação de mercado.
* **Informações dos Bancos (ESTBAN):** Conglomerado, Segmento (B1, B2, B3, B4, N1), Ativo total, Carteira crédito do banco, Passivo circulante, Captações de mercado, Patrimônio líquido, Lucro líquido, Número agências bancárias e Número de Postos Atendimento.

**Tabela 1: Quantidade de operações por segmento bancário das instituições financeiras.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| TCB | Frequência | % |
| b1 | 34.647 | 58,63 |
| b2 | 22.218 | 37,60 |
| b3 | 229 | 0,39 |
| b4 | 1.447 | 2,45 |
| n1 | 556 | 0,94 |

Fonte: Elaboração dos autores a partir dos dados da ESTBAN.

* **Informações das Operações (SPREAD):** Valor da Operação de Crédito, Spread BNDES, Spread das Instituições financeiras (target), Taxa de Juros, Prazo de Amortização e Prazo de Carência.

As informações da RAIS e ESTBAN abrangem mais que 10 anos de cobertura. Entretanto o período utilizado na análise é limitado pelos dados de Spread-BNDES, cuja cobertura abrange os anos 2016 e 2017.

Os dados de Spread BNDES possuem somente as operações indiretas, as quais possuem uma instituição financeira intermediadora. Apesar dos recursos serem do BNDES, essas instituições atribuem uma avaliação de risco, assumem algum um risco de inadimplência na intermediação financeira, e cobram seu respectivo spread bancário. Por consequência os dados contêm o spread do BNDES e o spread das instituições financeiras. Os dados de spread bancário do BNDES podem ser concatenados com as informações dos bancos (ESTBAN) através do CNPJ da instituição intermediadora disponível em ambos os bancos de dados.

As variáveis explicativas (*features*) são todas as demais informações descritas em cada conjunto de dados, sendo incluído também interações entre as variáveis explicativas. Entretanto não fizemos interações entre variáveis de conjunto de dados diferentes. Isto porque nosso objetivo é verificar qual conjunto de informações (firmas, bancos, operações) mais contribui na predição do spread. Finalmente, aplicamos logaritmo natural nas variáveis quantitativas e *encoding* de frequência nas variáveis de nominais (segmento bancário, conglomerado e natureza jurídica).

1. **Metricas**

Para comparação dos algoritmos vamos utilizar as métricas de acurácia: Escore da Variância Explicada (EVS), R-Quadrado (R2), e Erro Médio Absoluto, além de reportar o tempo de estimação necessário. As métricas de acurácia são dadas pelas expressões:

A métrica MAE captura os resíduos gerados pelo modelo, enquanto o R2 representa a proporção da variância na variável *target* explicada pelo modelo. Por sua vez o escore EVS mensura a proporção da variância explicada pelo modelo. Esta é uma métrica interessante para complementar as demais métricas, pois não utiliza o valor médio do *target* ( ̅), não sendo influenciado por valores extremos.

A Tabela 3 mostra as métricas EVS, R2, MAE e o tempo de treinamento para os métodos de otimização *random* e *grid search*. Conforme esperado, os tempos de treinamento utilizando otimização exaustiva (*grid search*) é sempre maior do que quando utilizamos *random search*. Mesmo quando a métrica EVS é maior para o método de otimização *grid search*, ainda assim é possível argumentar que o ganho de precisão não recompensa o tempo de treinamento. Para o método de otimização *random Search* os algoritmos XGBoost, Lasso, Multi-Task, Bayes, Ridge e LARS apresentaram resultados bem satisfatórios. Particularmente a otimização de hiperparâmetros do algoritmo Ridge produziu as melhores métricas de precisão EVS e R2, enquanto o LARS produziu a melhor estatística MAE.

**Tabela 3: Métricas EVS, R2, MAE e tempo de treinamento**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Random Search | | | | Grid Search | | | |
| Algorithmo | EVS | R2 | MAE | Time | EVS | R2 | MAE | Time |
| XGBoost | 0.9958 | 0.9958 | 0.1197 | 1h5min5s | 0.9482 | 0.9482 | 0.0152 | 8h9min36s |
| Lasso | 0.9076 | 0.9035 | 0.0332 | 39.8s | 0.9540 | 0.9540 | 0.0915 | 25min44s |
| Multi-Task | 0.9913 | 0.9913 | 0.0868 | 1min3s | 0.9607 | 0.9606 | 0.0802 | 36min13s |
| Bayes | 0.9917 | 0.9917 | 0.0183 | 2min38s | 0.9559 | 0.9559 | 0.0847 | 4h2min4s |
| Elastic Net | 0.6567 | 0.6556 | 0.0745 | 15.3s | 0.5572 | 0.5701 | 0.0750 | 6h47min1s |
| Ridge | 0.9917 | 0.9917 | 0.2164 | 7.25s | 0.9538 | 0.9538 | 0.0192 | 1min30s |
| LARS | 0.9909 | 0.9909 | 0.2269 | 49.8s | 0.1247 | 0.1247 | 0.0262 | 2h9min2s |
| SGD | 0.3301 | 0.3301 | 0.0983 | 1min55s | 0.4832 | 0.4498 | 0.0876 | 2h4min41s |
| KNN | 0.7552 | 0.7210 | 0.0193 | 3min35s | 0.9510 | 0.9507 | 0.0951 | 22min46s |

Fonte: Elaboração dos autores

As tabelas 4, 5 e 6 apresentam as 15 principais *features importances* para os algoritmos XGBoost, Multi-Task e LARS. Nessas tabelas procuramos identificar as características que melhor explicam a predição do spread bancário das instituições financeiras. A análise procura ressaltar se as características mais importantes dizem respeito os dados da operação bancária (dados de Spread BNDES), dos bancos intermediadores (ESTBAN) ou das empresas solicitantes dos financiamentos (RAIS).

**Tabela 4: Principais *Features Importances* para *Extreme Gradient Boosting* (Xgboost)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Fonte | Feature | Feature  Importance |
| Spread BNDES | Interação entre Spread Bndes e Juros | 0,5353 |
| Spread BNDES | Taxa de Juros | 0,3443 |
| Spread BNDES | Interação entre Valor da Operação e Juros | 0,0859 |
| Spread BNDES | Spread Bndes | 0,0019 |
| ESTBAN | Carteira Ativa de Crédito | 0,0019 |
| Spread BNDES | Interação entre Prazo de Carência e Juros | 0,0017 |
| ESTBAN | Segmento Bancário B2 | 0,0015 |
| ESTBAN | Número de Postos de Atendimento | 0,0012 |
| ESTBAN | *Encoding* do Conglomerado Banco | 0,0012 |
| ESTBAN | Iteração entre Captações de mercado e Ativo Total | 0,0010 |
| ESTBAN | Captações de mercado | 0,0009 |
| ESTBAN | Ativo Total | 0,0009 |
| ESTBAN | Iteração entre Ativo Total e Passivo | 0,0009 |
| ESTBAN | Carteira de Crédito do Banco | 0,0009 |
| RAIS | Tamanho da Firma | 0,0008 |

Fonte: Elaboração dos autores

Para o algoritmo *Extreme Gradient Boosting* (Xgboost) apenas o tamanho da firma encontra-se entre as informações mais relevantes para explicar o spread. A interação da taxa de juros e spread BNDES destaca-se como sendo a característica mais importante. Várias características da instituição intermediadora podem ser vistas entre as 15 principais *features importances*.

**Tabela 5: Principais *Features Importances* para** **Multi-task Elastic-Net (Multi-Task)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Fonte | Feature | Feature  Importance |
| Spread BNDES | Taxa de Juros | 0,219 |
| Spread BNDES | Spread Bndes | 0,145 |
| ESTBAN | Segmento Bancário B3 | 0,129 |
| ESTBAN | Iteração entre Carteira de Crédito e Ativo Total | 0,048 |
| Spread BNDES | Prazo de Amortização | 0,045 |
| Spread BNDES | Interação entre Spread Bndes e Juros | 0,041 |
| Spread BNDES | Prazo de Carência | 0,031 |
| ESTBAN | Carteira de Crédito do Banco | 0,031 |
| ESTBAN | Interação entre Carteira de Crédito e Passivo do Banco | 0,030 |
| Spread BNDES | Interação entre Prazo de Carência e Juros | 0,029 |
| ESTBAN | Iteração entre Patrimônio de mercado e Ativo Total | 0,024 |
| ESTBAN | Segmento Bancário B2 | 0,024 |
| Spread BNDES | Interação entre Prazo de Carência e Carência | 0,022 |
| Spread BNDES | Interação entre Valor da Operação e Spread | 0,016 |
| ESTBAN | Passivo Total do Banco | 0,016 |

Fonte: Elaboração dos autores

Para o algoritmo Multi-task Elastic-Net, não encontramos nenhuma característica das empresas entre as informações mais relevantes para explicar o spread. A taxa de juros destaca-se como sendo a característica mais importante, seguida pelo Spread BNDES e o segmento bancário a qual pertence a instituição intermediadora. Várias características da instituição intermediadora podem ser vistas entre as 15 principais *features importances*. Este resultado indica que a política de precificação da instituição financeira envolvida pode ser tão relevante quando as características das firmas para determinar o spread bancário.

**Tabela 6: Principais *Features Importances* para Least-Angle Regression (Lars )**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Fonte | Feature | Feature  Importance |
| Spread BNDES | Interação entre Spread Bndes e Juros | 0,776 |
| Spread BNDES | Taxa de Juros | 0,177 |
| Spread BNDES | Interação entre Valor da Operação e Juros | 0,019 |
| Spread BNDES | Interação entre Prazo de Amortização e Taxa de Juros | 0,003 |
| RAIS | Interação entre Massa Salarial e PO de nível superior | 0,002 |
| ESTBAN | *Encoding* do Conglomerado Banco | 0,000 |
| RAIS | *Encoding* da Natureza Jurídica da Firma | 0,000 |
| Spread BNDES | Interação entre Spread Bndes e Prazo de Amortização | 0,000 |
| Spread BNDES | Interação entre Valor da Operação e Amortização | 0,000 |
| Spread BNDES | Interação entre Juros e Prazo de Carência | 0,000 |
| ESTBAN | Número de Postos de Atendimento | 0,000 |
| ESTBAN | Número de Agências Bancárias | 0,000 |
| RAIS | Pessoal Ocupado (PO) de nível superior | 0,000 |
| Spread BNDES | Interação entre Spread Bndes e Prazo de Carência | 0,000 |
| ESTBAN | Lucro Líquido do Banco | 0,000 |

Fonte: Elaboração dos autores

Para o algoritmo Least-Angle Regression (LARS), após a quinta característica mais importante, todas as demais são iguais a zero. A interação entre o spread BNDES e a taxa de juros destaca-se como sendo a característica mais importante para determinação do spread bancário das instituições financeiras, seguida da taxa de juros e da interação entre o valor da operação e a taxa de juros.

1. **Conclusão**

É importante que as instituições financeiras possuem uma rentabilidade compatível com a própria sustentabilidade, o que é exercido através da cobrança de spreads bancários. Entretanto recentemente têm surgido questionamentos sobre os elevados lucros alcançados pelos bancos, e quanto a cobrança de taxas de juros adequadas. Ademais, spreads bancários excessivamente elevados podem indicar um ambiente bancário regulatório inadequado. Neste contexto este trabalho utilizou aprendizado de máquina para predizer o spread bancário das instituições financeiras intermediadores dos empréstimos do BNDES.

Fizemos uso da métrica de importância das características (*features importances*) para identificar os principais fatores na predição do spread bancário das instituições financeiras.

Juntamente com as características das instituições financeiras, as condições da própria operação, tais como prazo de carência, valor do financiamento e taxa de juros, são os fatores que mais contribuem na determinação do spread bancário. Embora a taxa de juros reflita a avaliação de risco da operação, e por consequência as características de contábil das empresas, não podemos descartar que as características das instituições financeiras intermediadora são fortes preditores do spread. Isto pode indicar que as estratégias negociais, as metodologias de precificação dos bancos e outras políticas dos bancos são fatores importantes na determinação do spread bancário. A força das características das intuições na determinação do spread compete com as características das operações e podem até superar as características das empresas na predição do spread.

**Referências Bibliográficas**

Enomoto, N. S. Uma Contribuição à Gestão do Risco de Crédito Baseado no Modelo RARIC – Retorno ajustado ao risco do capital. Dissertação de Mestrado. Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, 2002.

Mósca, M. F. M. Criação de valor, gestão do risco e as medidas de performance ajustadas ao risco: aplicação do RAROC – *Risk Adjusted Return on Capital* – ao grupo crédito agrícola. Dissertação de Mestrado. IPL. Lisboa, 2011.

Pimentel, C. L. Implementação do *Risk Adjusted Return on Capital* (Raroc). Instrumento de Apoio na Gestão do Risco e Avaliação da Performance. Dissertação de Mestrado em Gestão. ISCTE, Instituto Universitário de Lisboa, Departamento de Finanças.

SAUNDERS, Anthony. Administração de instituições financeiras. São Paulo: Atlas, 2000.

Schneider, F. F. Utilização do Modelo RAROC na Gestão do Risco de Crédito. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Administração. Curso de Especialização em Finanças - Turma 2013.

Hastie, T. Tibshirani, R. Friedman, J. The Elements of Statistical Learning. Data Mining, Inference and Prediction. Springer Series in Statistics. 2Ed., 2001.

Hawtrey, K., Liang, H. Bank interest margins in OECD countries. The North American Journal of Economics and Finance. V. 19 (3), p. 249-260, 2008.

Dantas, J., Alves, J., Medeiros, O., Capelletto, L. Determinantes do Spread Bancário Ex-Post no Mercado Brasileiro. Banco Central do Brasil, Texto para Discussão 242, 2011.

Dias, V. Ichikava, E. Uma análise empírica da relação entre spread e risco. Revista do BNDES, n. 36, 2011.