

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA E INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL



Modelos de Risco Bancário para Supervisão e Gestão Interna

Joana Isabel Raposo Costa

Mestrado em Matemática Aplicada à Economia e Gestão

Trabalho de Projeto orientado por:
Professor Doutor Joaquim Eduardo Gonçalves Severino

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus pais pelo apoio incondicional que sempre demonstraram ao longo das várias etapas da minha vida, por me terem inspirado a desenvolver um espírito de perseverança e por desde cedo me terem inculcido o gosto pela Matemática. Todas as conquistas que alcancei até hoje não teriam sido possíveis sem a sua ajuda.

Ao meu orientador, o Professor Doutor Eduardo Severino, agradeço-lhe todo o apoio, orientação e dedicação demonstrados durante o desenvolvimento deste projeto.

Gostaria também de agradecer ao Nuno Martins e ao José Antunes pelo empenho e disponibilidade que demonstraram em ajudar-me com tudo o que precisasse e pelos conhecimentos que me transmitiram ao longo deste período.

Agradeço também aos meus amigos, em particular à Dulce Ramos e à Débora Mendes pela amizade e momentos partilhados e por me terem apoiado ao longo de todo este processo.

Resumo

No decorrer da atividade de um Banco, a materialização de diversos tipos de risco é inevitável. Nesse sentido, e de maneira a assegurar a estabilidade do negócio, é essencial uma monitorização e controlo constante dos riscos a que a entidade se encontra exposta.

Existem diversos reportes que são solicitados aos Bancos com o objetivo de avaliar a sua situação económica. Ao longo deste projeto, desenvolvido no Banco X, serão apresentadas análises efetuadas a dois reportes solicitados às Instituições de Crédito.

Assim, o capítulo *O Relatório do SRB (Single Resolution Board)*, debruçar-se-á sobre o reporte efetuado no âmbito do SRB, que é a principal entidade responsável por proceder à resolução de Bancos considerados significativos dentro da União Bancária sendo, portanto, responsável por planear e delinear medidas caso existam evidências que apontem para a necessidade de proceder à resolução de uma entidade. Nesse âmbito, é solicitado aos Bancos, o fornecimento de informação de maneira a efetuar uma avaliação quanto à sua posição num determinado momento.

Relativamente ao capítulo *Avaliação dos Portfólios de Crédito – Static Pool*, e uma vez que é essencial que um Banco detenha níveis adequados de liquidez que lhe permita fazer face aos seus compromissos, caso exista a necessidade de aumentar os níveis de liquidez, é possível solicitar um empréstimo junto do Banco Central Europeu (BCE) necessitando, para tal, de apresentar ativos de garantia. Para esse fim, uma das opções que os Bancos têm consiste em construir e apresentar Portfólios de Crédito. No entanto, é necessário garantir que os Portfólios criados verificam certas condições e, nesse sentido, é efetuada uma avaliação aos mesmos de maneira a garantir que são elegíveis para serem usados como garantia junto desta entidade. Ao longo deste capítulo, será efetuada uma análise mais aprofundada aos modelos incluídos e ao risco associado aos Portfólios constituídos.

Palavras-Chave: Banca, Resolução Bancária, *Outliers*, Portfólios de Crédito, Teste Hipóteses

Abstract

In the course of a Bank's activity, the materialization of different risk types is inevitable. Therefore, and in order to guarantee the business's stability, it is essential to maintain a constant monitorization and control of the risks to which the entity is exposed.

There are several reports that are required from Banks in order to evaluate its economic situation. Throughout this project, developed in Bank X, analysis made to two reports required to Credit Institutions, will be presented.

Therefore, the chapter *The SRB (Single Resolution Board) Report* will cover the report made for the SRB, which is the main entity responsible for proceeding to the resolution of Banks considered significant within the Banking Union being, therefore, responsible for planning and delineating measures in case evidence arises that shows the need to proceed to an entity's resolution. As a result, Banks are required to provide information so as to make an evaluation regarding their position at a certain time.

Regarding the chapter *Evaluation of Credit Portfolios – Static Pool* and because it is essential for a Bank to maintain proper levels of liquidity that allow it to fulfill its commitments, if increasing the liquidity levels is considered necessary, it is possible to require a loan from the European Central Bank (ECB), provided that guarantees are presented. Therefore, one of the options that Banks have, consists on creating and presenting Credit Portfolios. However, it is necessary to assure that the Portfolios verify certain conditions and, therefore, they are evaluated so as to guarantee their eligibility to be used as a guarantee. Throughout this chapter, a deeper analysis will be made to the included models and to the risk associated with the Portfolios that were built.

Key Words: Banking, Banking Resolution, Outliers, Credit Portfolios, Hypothesis Test

Índice

Resumo	ii
Abstract	iii
Lista de Abreviaturas	vi
1. Introdução	1
2. O Relatório do SRB (<i>Single Resolution Board</i>)	3
2.1 Introdução	3
2.2 Reporte de Informação	5
2.2.1 <i>Liability Data Report e Critical Functions Report</i>	5
2.2.2 <i>MREL Data Collection</i>	7
2.2.3 <i>Financial Templates</i>	8
2.2.4 <i>Commission Implementing Regulation 2018/1624</i>	8
2.3 Identificação de <i>Outliers</i>	9
2.3.1 Série Temporal - Derivados	10
2.3.2 Série Temporal – Depósitos Elegíveis para <i>Bail-In</i>	11
3. Avaliação dos Portfólios de Crédito – <i>Static Pool</i>	13
3.1 Introdução	13
3.2 Análise Descritiva dos Dados	15
3.3 Realização de Testes de Hipóteses e Cálculo de Intervalos de Confiança	22
4. Conclusão	35
Bibliografia	37

Índice de Gráficos

Gráfico 2.1: Série Temporal - Derivados	11
Gráfico 2.2: Série Temporal - Depósitos Elegíveis para Bail-In.....	12
Gráfico 3.1: Distribuição dos Graus de Risco dos Clientes, por ano, no Início do Período de Análise	17
Gráfico 3.2: Distribuição dos Graus de Risco dos Clientes, por ano, no Fim do Período de Análise...	17

Índice de Tabelas

Tabela 3.1: Distribuição dos Clientes por Modelo	15
Tabela 3.2: Graus de Risco.....	16
Tabela 3.3: Tabela de Migração de Graus de Risco – Ano 2016	18
Tabela 3.4: Tabela de Migração de Graus de Risco – Ano 2017	18
Tabela 3.5: Tabela de Migração de Graus de Risco – Ano 2018	19
Tabela 3.6: Apresentação da PD Teórica, PD Observada e respetiva distribuição nos Portfólios, por ano	20
Tabela 3.7: Resultados dos Testes de Hipótese por Grau de Risco.....	25
Tabela 3.8: Resultados dos Testes de Hipótese por Grau de Risco.....	27
Tabela 3.9: Quantis da Normal Padrão.....	28
Tabela 3.10: Intervalos de Confiança para os valores do parâmetro p (por Grau de Risco)	29
Tabela 3.11: Resultados dos Testes de Hipótese por Modelo	31
Tabela 3.12: Intervalos de Confiança para os valores do parâmetro p (por Modelo)	32
Tabela 3.13: Resultados dos Testes de Hipótese por Modelo – Ano 2014	33
Tabela 3.14: Intervalos de Confiança para os valores do parâmetro p (por Modelo) – Ano 2014.....	34

Lista de Abreviaturas

BCE	Banco Central Europeu
BOP	<i>Beginning of Period</i>
CFR	<i>Critical Functions Report</i>
CIR	<i>Commission Implementing Regulation</i>
COREP	<i>Common Reporting Framework</i>
EOP	<i>End of Period</i>
FGD	Fundo de Garantia de Depósitos
FINREP	<i>Financial Reporting Framework</i>
IRB	<i>Internal Rating Basis</i>
LDR	<i>Liability Data Report</i>
LEI	<i>Legal Entity Identifier</i>
LGD	<i>Loss Given Default</i>
MREL	<i>Minimum Requirement for Own Funds and Eligible Liabilities</i>
NRA	<i>National Resolution Authority</i>
PD	<i>Probability of Default</i>
RAS	<i>Risk Appetite Statement</i>
SRB	<i>Single Resolution Board</i>
SRM	<i>Single Resolution Mechanism</i>
SSM	<i>Single Supervisory Mechanism</i>

1. Introdução

O risco no setor bancário corresponde a um conjunto de acontecimentos despoletados pela execução dos diversos processos que compõem a atividade de um Banco e que podem afetar positiva ou negativamente a mesma. A origem dos riscos pode ser interna ou externa e o seu controlo é feito através da identificação dos riscos a que a entidade se encontra exposta, da quantificação do impacto da sua materialização e, consequentemente, das medidas a adotar com o objetivo de assegurar o seu controlo e monitorização.

Sendo o risco um fator intrínseco à atividade bancária, a área de risco de um Banco é responsável por garantir que os níveis de risco a que a entidade se encontra exposta se encontram dentro dos limites previamente estabelecidos pela mesma como sendo aceitáveis (RAS - *Risk Appetite Statement*¹) e, quando tal não acontece, definir e aplicar métricas que permitam voltar a valores aceitáveis. Assim, cabe a esta área a realização de uma monitorização constante do risco que engloba o seu acompanhamento, controlo, avaliação e possível mitigação.

Logo, é essencial que exista um *framework* de controlo de risco que cubra todos os riscos relevantes, tendo em consideração os níveis de diversos indicadores tais como a liquidez, a rendibilidade, a solvabilidade dos ativos, etc. O seu objetivo consiste em garantir que a atividade do Banco decorre de forma sustentável, de maneira a assegurar uma rentabilidade adequada face aos riscos tomados.

Uma das abordagens adotada por várias entidades corresponde ao modelo das três linhas de defesa. Neste modelo são delineadas linhas de defesa para o controlo do risco, sendo que a primeira linha engloba as áreas que podem trazer risco para o Banco, ou seja, as linhas de negócio (área comercial, área de tesouraria, etc.) e que são, portanto, responsáveis pela tomada e gestão do risco. A segunda linha de defesa abrange, entre outras, a área de risco, a quem corresponde o dever de monitorizar, controlar e reportar os riscos. Por fim, a terceira linha de defesa tem o dever de supervisionar e garantir que as medidas aprovadas estão a ser corretamente aplicadas, sendo estas funções normalmente asseguradas pela auditoria interna da entidade.

Existem diversos tipos de risco aos quais as Instituições de Crédito se encontram sujeitas destacando-se, de entre eles, os seguintes:

- Risco de Mercado: Relacionado com as possíveis alterações no valor de todos os elementos patrimoniais avaliados a justo valor, resultantes de oscilações no mercado.
- Risco de Taxa de Juro: Encontra-se inserido no risco de mercado e afeta todo o balanço do Banco pois encontra-se relacionado com o possível impacto que a variação nas taxas de juro pode causar no valor económico de todos os ativos e passivos geradores de juro de um Banco. Tem consequências, por exemplo, a nível da margem financeira, uma vez que este indicador corresponde à diferença entre o montante de juros recebidos e o montante de juros pagos.
- Risco de Liquidez: Tipo de risco inerente à atividade bancária e que se prende com a possibilidade de um Banco não ter liquidez suficiente para fazer face aos seus compromissos, no momento acordado.

¹ Risk Appetite Statement (RAS) – Documento que reflete os níveis de risco que a entidade considera aceitáveis para o seu negócio.

- Risco Operacional: Corresponde às possíveis perdas despoletadas por um mau funcionamento de procedimentos internos à Instituição de Crédito, podendo também ter origem em eventos externos ao negócio. Uma vez que não se trata de um risco material, a ocorrência deste tipo de risco é das mais difíceis de quantificar.
- Risco de Crédito: Corresponde a um dos principais riscos que afeta a atividade bancária, uma vez que se encontra relacionado com o risco a que a entidade se expõe ao conceder crédito visto que, existe a possibilidade de a contraparte não cumprir com as suas responsabilidades, ou seja, com o pagamento de capital e/ou juros, nos prazos estabelecidos. Um dos métodos que permite diminuir a incidência deste tipo de risco, consiste na diversificação da carteira de crédito do Banco.

A materialização de riscos num caso extremo, pode levar à incapacidade da manutenção da sustentabilidade da entidade e, conseqüentemente, à sua resolução. Nesse caso, existe uma outra entidade responsável por assegurar que a resolução decorre de uma forma ordeira: o *Single Resolution Board* (SRB). O SRB é a principal autoridade responsável por identificar a necessidade de proceder à resolução de Bancos considerados significativos dentro da União Bancária, e delinear as respetivas medidas a tomar nesse âmbito, de maneira a assegurar que o processo decorre celeremente e com o menor impacto possível na estabilidade financeira do país. Assim, o SRB precisa de saber quais os passivos que o Banco tem de forma a que seja possível identificar as possíveis perdas e determinar como serão suportadas. Nesse sentido, é solicitado aos Bancos que preencham diversos *templates* fornecendo essa informação, de maneira a avaliar a sua posição num determinado momento. Este assunto será o tema de análise ao longo do segundo capítulo: 2. *O Relatório do SRB (Single Resolution Board)*.

Na eventualidade de um Banco necessitar de mais liquidez, existe a possibilidade de recorrer ao Banco Central Europeu (BCE) e solicitar financiamento. Conseqüentemente, o BCE solicita a apresentação de ativos de garantia e, portanto, o Banco constitui Portfólios de Crédito que, verificando um conjunto de condições previamente definidas, são elegíveis a ser utilizados para esse fim. Neste âmbito, o terceiro capítulo – 3. *Avaliação dos Portfólios de Crédito – Static Pool* - debruçar-se-á sobre uma avaliação efetuada aos modelos internos do banco para efeitos de cálculo de requisitos de capital. Este processo, também conhecido como *Static Pool*, tem como objetivo avaliar, ao longo de um ano, se o nível de risco dos Portfólios constituídos, no final do período de monitorização, não difere significativamente do risco considerado inicialmente.

2. O Relatório do SRB (*Single Resolution Board*)

2.1 Introdução

A resolução de um Banco consiste numa reorganização do mesmo através da aplicação de diversos instrumentos. Assim, o SRB (*Single Resolution Board*) é a autoridade de resolução para Bancos considerados significativos dentro da União Bancária cujo objetivo é garantir que, na eventualidade de uma resolução, o processo decorra de uma forma célere e com o menor impacto possível para a economia.

Esta entidade em parceria com a NRA² (*National Resolution Authority*), constitui o SRM (*Single Resolution Mechanism*). Por sua vez, o SRM corresponde à entidade responsável pela resolução dos Bancos pertencentes à União Bancária cabendo, no entanto, o planeamento e a tomada de decisões, ao SRB.

Adicionalmente, o SRB é também responsável pelo SRF (*Single Resolution Fund*) ao qual pode recorrer, como último recurso, no âmbito de uma resolução. Este fundo é financiado pelo setor bancário.

A falência de um Banco pode trazer impactos significativos para a economia de um país, pelo que, alguns dos objetivos de um processo de resolução prendem-se com a capacidade de assegurar que as suas funções essenciais consigam ser asseguradas de forma a manter a estabilidade financeira do sistema. Deve também ser garantida a proteção das finanças públicas, minimizando ao máximo o recurso às mesmas, protegendo assim os contribuintes. Relativamente aos clientes, os seus ativos devem ser protegidos, nomeadamente, os depósitos abrangidos pelo Fundo de Garantia de Depósitos (FGD) e os Investidores que se encontrem ao abrigo do Sistema de Indemnização de Investidores.

Existem diversos fatores que indicam a necessidade de proceder a uma resolução, nomeadamente, se existirem evidências de que a entidade esteja a passar por dificuldades e possa assim, entrar numa situação de insolvência ou, por razões de interesse público, isto é, o processo normal de insolvência seria mais prejudicial face à execução de um processo de resolução.

O planeamento da resolução divide-se em várias fases, sendo que a primeira corresponde a uma análise ao negócio do Banco, de maneira a conhecer melhor o seu funcionamento e principais linhas de ação. Depois de terminada esta avaliação, o SRB está em posição de delinear qual a melhor estratégia de resolução a aplicar, podendo decidir-se por uma de duas opções: liquidação do Banco por recurso a processo de insolvência ou processo de resolução.

Caso a resolução seja a opção mais benéfica, existem vários instrumentos aos quais se pode recorrer. Um deles consiste na venda total ou parcial da atividade, ou seja, das ações, dos ativos ou dos passivos que o Banco detém a uma ou mais entidades privadas como ocorreu, por exemplo, aquando da aquisição do Banco Banif pelo Banco Santander Totta. Através de outro dos instrumentos, é também possível que os bens do Banco sejam transferidos temporariamente para outra entidade, denominada de Banco de transição, assegurando assim as funções essenciais do negócio. Alternativamente, existe um terceiro instrumento cuja aplicação consiste na segregação dos ativos que, por sua vez, corresponde à transferência dos mesmos para um veículo de gestão de ativos. Por fim, existe um último instrumento que abrange a possibilidade de a resolução ocorrer a nível interno do Banco, cenário em que as

² No caso de Portugal, a NRA corresponde ao Banco de Portugal.

responsabilidades são transferidas para os acionistas e credores do mesmo que, assim, suportam as perdas resultantes. Este último instrumento corresponde a uma recapitalização interna, também conhecida como *Bail-In*.

Após definida a estratégia a aplicar, é necessário garantir a exequibilidade dos objetivos a que a resolução se propõe através do apuramento dos requisitos necessários a nível financeiro e operacional. Adicionalmente, o Banco tem de informar o SRB relativamente aos procedimentos utilizados na obtenção de informação considerada relevante para a resolução da instituição.

Posteriormente, é avaliada a existência de possíveis impedimentos ao processo e são definidas medidas a adotar, de maneira a ultrapassá-los. Após delineado o plano de resolução, o Banco pode manifestar a sua apreciação quanto ao mesmo. Nesta fase, é também definido o MREL (*Minimum Requirement for Own Funds and Eligible Liabilities*) do Banco que avalia a sua capacidade de absorção de perdas e de recapitalização após aplicadas as medidas delineadas pelo plano de resolução.

O MREL consiste no apuramento do montante de passivos elegíveis e de fundos próprios detidos pelo Banco que possam ser usados para cobrir perdas caso seja necessário proceder à sua resolução sendo que, existe um montante mínimo de fundos próprios que o Banco tem de assegurar continuamente. A capacidade de o Banco conseguir assegurar os montantes mínimos estabelecidos é avaliada através da aplicação de dois rácios: um rácio que avalia o montante total de fundos próprios face ao seu risco e um rácio de alavancagem³ cujo objetivo consiste em limitar o nível de alavancagem da entidade.

Após delineado o plano de resolução a seguir, o mesmo tem de ser aprovado pela Comissão Europeia podendo apenas ser implementado aquando da aprovação por parte desta entidade ou por parte do Conselho da União Europeia.

A sua implementação é, posteriormente, levada a cabo pelas NRA's e supervisionada pelo SRB.

³ Alavancagem: Procedimento que consiste no endividamento de uma entidade com o intuito de aumentar a sua rentabilidade.

2.2 Reporte de Informação

Sempre que haja a possibilidade de proceder à resolução de um Banco, o Banco de Portugal necessita de saber, relativamente ao balanço do Banco, que ativos e passivos a entidade detém de maneira a identificar as perdas e determinar como serão suportadas. Assim sendo, o relatório do SRB tem como objetivo planejar e delinear medidas preparatórias neste âmbito.

Portanto, no âmbito deste reporte, deve ser fornecido o máximo de informação possível sobre a posição do Banco num determinado momento. Assim, é solicitado aos Bancos que preencham diversos modelos (*templates*), salientando-se os seguintes:

- **LDR (*Liability Data Report*):** Reporte do valor dos passivos detidos pelo Banco, diferenciando entre os passivos que são excluídos do plano de recapitalização e os que não são excluídos, e categorizando os mesmos por tipologia (depósitos, obrigações, derivados, etc), maturidade residual, segmento de contraparte e *ranking* de insolvência;
- **CFR (*Critical Functions Report*):** Reporte dos ativos e passivos detidos pelo Banco, agregados por segmento e geografia;
- **MREL *Data Collection Report*:** Reporte dos requisitos mínimos de fundos próprios e créditos elegíveis requeridos a um Banco;
- ***Financial Templates*:** Reporte dos saldos do balanço financeiro do Banco dos últimos quatro semestres, discriminando a informação apurada por segmento de cliente;
- **CIR (*Commission Implementing Regulation*) 2018/1624:** Reporte que incide sobre os passivos do Banco, os Intragrupos⁴, as principais Contrapartes com participação no Banco, etc.

2.2.1 *Liability Data Report* e *Critical Functions Report*

O reporte de informação efetuado no âmbito dos *Liability Data Report* e *Critical Functions Report* deve ser feito anualmente e com referência a 31 de dezembro do ano em análise. Adicionalmente, os dados reportados são sujeitos a validações prévias, podendo os critérios aplicados nestas validações serem solicitados pelas NRA's, de maneira a garantir a qualidade e precisão dos dados utilizados. Parte da informação a reportar nestes *templates* é comum a outros processos de reporte regulamentar efetuados pelos Bancos, como por exemplo, o COREP (*Common Reporting Framework*) que consiste no reporte de informação prudencial relativamente aos diversos tipos de risco a que o Banco se encontra sujeito (Risco de Mercado, Risco Operacional, etc.) e o FINREP (*Financial Reporting Framework*) que consiste no reporte de informação financeira e contabilística englobando, entre outros, toda a informação referente a depósitos, empréstimos e garantias detidas pelo Banco. Assim, para a informação utilizada no âmbito de todos estes reportes, é necessário garantir a sua uniformidade aquando da comunicação dos valores apurados. Todos estes reportes deverão ser efetuados na moeda Euro.

A nível do reporte do LDR, é necessário identificar e preencher informação referente a todos os passivos que o Banco detém, de forma estruturada, desagregando em diversas tipologias/segmentos, tal como descrito previamente, de maneira a identificar o que é passível de usar na resolução.

⁴ Intragrupos: Entidades que pertencem ao grupo.

De referir que, relativamente aos depósitos que os clientes detêm no Banco, caso estes sejam de montante inferior ou igual a 100 000€, encontram-se abrangidos pelo Fundo Garantia Depósitos, não sendo abrangidos pelo plano de resolução. Se o seu valor for superior ao mencionado, existe uma hierarquia de resolução que determina que, para os depósitos que não estão cobertos, lhes seja associado um *ranking* de insolvência com o objetivo de definir a ordem em que podem ser selecionados, de maneira a serem utilizados para cobrir as perdas identificadas no Banco. Neste grupo de depósitos não cobertos pelo Fundo Garantia Depósitos, incluem-se também os depósitos dos soberanos e de outros Bancos.

Adicionalmente, é também reportada a informação referente à maturidade residual contratual dos instrumentos, sendo que esta corresponde ao seu prazo remanescente. Os valores apurados são agrupados em quatro categorias, como apresentado em seguida.

- Maturidade residual inferior ou igual a 1 mês
- Maturidade residual superior a 1 mês e inferior a 1 ano
- Maturidade residual superior ou igual a 1 ano e inferior a 2 anos
- Maturidade residual superior ou igual a 2 anos

No apuramento dos montantes a reportar, existem dois campos a preencher:

- ***Carrying Amount*** - corresponde ao valor de mercado do instrumento, devendo os valores apurados ser iguais aos valores reportados no âmbito do FINREP.
- ***Outstanding Amount*** - corresponde ao valor nominal e é composto pelo valor de capital e de juros do instrumento.

É solicitado aos Bancos que apresentem a estrutura do seu passivo pelo que, num dos *templates* requeridos, são apurados o *Carrying Amount* e o *Outstanding Amount* associados, nomeadamente, aos diversos passivos excluídos do *ranking* de insolvência e aos passivos que não foram excluídos deste *ranking*. Em relação aos passivos que não foram excluídos do ranking de insolvência, estes encontram-se agrupados por instrumento financeiro e, conseqüentemente, por maturidade residual.

Relativamente ao *Critical Functions Report*, é definido que uma função é considerada crítica se for prestada a outras entidades não pertencentes ao grupo e caso a sua interrupção cause um impacto material nos clientes ou perturbe o normal funcionamento do sistema financeiro. As principais funções críticas de um Banco correspondem ao provisionamento de depósitos e à concessão de crédito.

Assim, no âmbito do reporte das *Critical Functions*, é necessário avaliar a dimensão da instituição no mercado, de maneira a quantificar o impacto que uma possível resolução acarretaria. A nível dos clientes do Banco, importa também perceber qual o tipo de segmento que seria mais afetado (retalho, *corporate*, etc.).

É da responsabilidade da área de risco do Banco, submeter os *templates* com informação relativa a Depósitos, Créditos e *Wholesale Funding*.

Relativamente aos Depósitos, a informação é agregada por segmento de cliente e são reportados os valores de capital e juros. Adicionalmente, são identificados os valores referentes a clientes não residentes no país em que o Banco opera.

No *template* associado a Créditos, os valores são reportados por tipo de contraparte, sendo também subdivididos por objetivo/tipo de crédito. É calculado o saldo em dívida dos créditos concedidos, assim como o valor associado a compromissos bancários, tais como linhas de crédito, garantias bancárias, etc. Adicionalmente, é também apurado o valor de empréstimos concedidos a clientes não residentes.

Por fim, o *template* de *Wholesale Funding* consiste no reporte de financiamentos concedidos entre contrapartes financeiras, sendo a informação agrupada por instrumento financeiro (depósitos, créditos, derivados, etc.). São, portanto, calculados os valores associados aos diversos instrumentos, os respetivos valores associados a contrapartes financeiras não residentes e o valor de financiamento associado a Instituições de Crédito.

A informação apurada é reportada a nível do país em que o Banco opera sendo que, caso este opere em vários países, cada entidade terá de efetuar um reporte relativo ao país em que opera.

2.2.2 MREL Data Collection

Trimestralmente, é solicitado aos Bancos que recolham informação no âmbito do processo de reporte de Requisitos Mínimos de Fundos Próprios e Passivos Elegíveis (MREL - *Minimum Requirement for Own Funds and Eligible Liabilities*), de maneira a averiguar se os objetivos definidos pelas entidades de resolução foram alcançados. É importante que os Bancos atinjam os valores mínimos estabelecidos, visto que estes foram delineados de maneira que, caso o Banco se confronte com uma situação de crise, a sua capacidade de suportar as perdas seja assegurada através das reservas de fundos próprios, garantindo assim a viabilidade na continuação da execução das funções críticas do Banco.

Os valores de requisitos mínimos são, portanto, apurados tendo em consideração diversos fatores como a dimensão do Banco no mercado, as suas principais linhas de ação e os níveis de risco a que a entidade se encontra exposta e que considera ser aceitáveis, ou seja, o seu perfil de risco.

Através da aplicação do rácio de solvabilidade, que avalia o capital total face ao risco associado e de um rácio de alavancagem, é possível avaliar se o Banco será capaz de assegurar os requisitos mínimos previamente mencionados. Perante cenários extremos, existe a possibilidade de se materializarem riscos não quantificados no rácio de solvabilidade pelo que, o valor deste rácio deve ser complementado com um segundo rácio, o rácio de alavancagem. Estes rácios diferem um do outro na medida em que, enquanto o rácio que quantifica o risco permite determinar a capacidade da entidade fazer face a perdas inesperadas, o rácio de alavancagem permite apurar qual o valor máximo de perdas que o Banco é capaz de suportar. Adicionalmente, está estabelecido que o rácio que avalia o capital total face ao risco deve apresentar um valor superior ou igual a 8% e o rácio de alavancagem deve ser superior ou igual a 3%.

Para além de ser relevante no âmbito da execução de um processo de resolução, a informação reportada no âmbito do MREL é também significativa caso se proceda a uma recapitalização interna uma vez que, este processo implica a identificação das perdas do Banco e define estratégias para que sejam reduzidas.

Assim, o Banco deve identificar os instrumentos elegíveis no âmbito do MREL e preencher os *templates* solicitados com informação relativamente aos mesmos. A informação reportada complementa o reporte

que é efetuado a nível do *Liability Data Report* não sendo, no entanto, diferenciada por segmento de cliente como acontece aquando do preenchimento dos *templates* do LDR.

A área de risco é responsável por calcular o montante de passivos elegíveis e de fundos próprios que entraram e saíram do balanço do Banco, ao longo do trimestre em análise. Para tal, são apurados os valores associados a diversos instrumentos tais como, depósitos cobertos pelo FGD; depósitos não cobertos pelo FGD, preferenciais ou não preferenciais; entre outros.

Por depósitos preferenciais, entendem-se os depósitos que correspondem, por exemplo, a depósitos que não possam ser movimentados pelo cliente e, portanto, é lhes associado um ranking de insolvência mais baixo, podendo ser selecionados primeiramente para fazer face às perdas da entidade, caso seja necessário. Relativamente aos depósitos não preferenciais, estes têm um ranking de insolvência associado mais elevado.

Adicionalmente, considera-se que um depósito é não mobilizável se, por exemplo, tem características contratuais específicas que não permitem a sua mobilização ou caso tenha um penhor associado, ou seja, esteja a ser usado como garantia de crédito.

2.2.3 *Financial Templates*

A nível dos *templates* financeiros (*Financial Templates*), é solicitado aos Bancos que forneçam, anualmente, informação relativamente aos saldos do seu balanço financeiro que, por sua vez, corresponde à posição financeira do Banco num determinado momento. A informação reportada é diferenciada por segmento de cliente que pode corresponder a entidades bancárias relevantes, entidades bancárias não relevantes ou entidades não bancárias. Uma entidade bancária é considerada relevante caso preste funções críticas ou caso o seu rácio de capital total face ao risco seja superior a 4%.

Assim, é reportada informação relativamente às contrapartes, incluindo o seu nome, o código LEI (*Legal Entity Identifier Code*⁵), o país a que pertencem, etc. Adicionalmente, é indicado se se trata de um ativo ou passivo e, por fim, é apurado o seu *Outstanding Amount*, conforme definido anteriormente.

O reporte deve ser efetuado não só a nível do grupo, mas também a nível individual caso o grupo seja composto por vários Bancos considerados relevantes e deve incluir informação relativa aos últimos quatro semestres.

2.2.4 *Commission Implementing Regulation 2018/1624*

No âmbito do *Commission Implementing Regulation Report*, é solicitado aos Bancos que preencham vários *templates* que abrangem diversos tópicos, como por exemplo, a estrutura da entidade, os passivos que constam no seu balanço, as ligações financeiras existentes com intragrupos, as maiores contrapartes com participação no Banco, as *critical functions*, conforme definidas anteriormente, e os sistemas de informação crítica (*Critical Information System*) que correspondem às aplicações a que a entidade recorre de maneira a garantir a exequibilidade das suas funções críticas. O reporte dos dados apurados é efetuado anualmente e a informação deve ser referente ao último dia do ano em análise.

⁵ Legal Entity Identifier Code: Código de identificação internacional da entidade.

O contributo da área de risco do Banco no âmbito deste reporte, incide sobre o apuramento de informação relativamente aos passivos associados às maiores contrapartes com participação no Banco.

Portanto, é solicitado o fornecimento de informação relativamente às dez maiores contrapartes. A nível da identificação da contraparte, é reportado o seu nome, o código que a identifica (*LEI Code*), se se trata de um conjunto de clientes constituindo, portanto, um grupo ou se corresponde a um cliente individual e, finalmente, qual o seu país e o setor. O setor apenas deve ser reportado para clientes individuais sendo que, existem 6 setores diferentes a que a contraparte pode estar associada, sendo eles: *Central Banks, General Governments, Credit Institutions, Other Financial Corporations, Non- Financial Corporations* ou *Households*.

Adicionalmente, é fornecida informação quanto ao tipo de passivo, podendo este parâmetro corresponder a passivos excluídos do ranking de insolvência; a depósitos não cobertos, mas preferenciais; a depósitos não cobertos e não preferenciais; entre outros.

Por fim, é reportado o *Outstanding Amount* associado à contraparte.

2.3 Identificação de *Outliers*

Com o objetivo de averiguar se os valores apurados que são utilizados no preenchimento dos diversos *templates* não variam significativamente em relação a valores identificados em reportes anteriores, considerou-se relevante desenvolver uma série temporal que permitisse identificar a existência de possíveis *outliers*. Considera-se que um valor observado corresponde a um *outlier*, caso difira significativamente dos restantes valores que constituem a série.

No desenvolvimento da série temporal foram utilizados valores reais, adaptados, que foram apurados trimestralmente ao longo de dois anos e, de maneira a conferir mais robustez ao estudo, procedeu-se à geração de 14 valores aleatórios compreendidos entre 0 e 1 pois considerou-se que um total de 20 observações diminuiria o erro amostral e aproximaria os dados da sua distribuição real. Posteriormente, multiplicaram-se os valores da série pela média dos valores trimestrais utilizados, criando assim uma série com 20 *data points*.

Considerando um valor apurado num trimestre e que não foi incluído na série acima mencionada, pretendia-se avaliar se o valor em questão estava em linha com o que seria expectável pelo que, após criada a série temporal, se procedeu à comparação do valor apurado com os valores que constituem a série, de maneira a perceber se não existia uma variação significativa ou se, contrariamente, se tratava de um possível *outlier*.

Existem diversos métodos que permitem identificar a existência de *outliers* sendo que, no âmbito deste projeto, se optou por recorrer ao método gráfico. Procedeu-se, portanto, à criação de um gráfico *box plot* onde, caracteristicamente, são representados um limite inferior, o 1º quartil, o 2º quartil/mediana, o 3º quartil e, por fim, um limite superior. Assim, considerar-se-á que, as observações que não se encontrem dentro destes limites, correspondam a observações significativamente diferentes das restantes sendo, portanto, classificadas como *outliers*.

Com recurso às fórmulas apresentadas em seguida, é possível obter os valores para o limite inferior e para o limite superior. Assim, através dos valores obtidos por estas fórmulas, observa-se quais os valores da amostra que se encontram mais próximo dos mesmos, sem os ultrapassar, correspondendo esses elementos da amostra ao limite inferior e ao limite superior.

Logo, caso a fórmula de apoio ao cálculo do limite inferior origine um valor menor do que o mínimo e, se para o limite superior for obtido um valor maior do que o valor máximo da amostra, estes limites assumem o valor do mínimo e do máximo da amostra, respetivamente.

$$\text{Apuramento do Limite Inferior: } 1^{\circ}\text{Quartil} - 1.5 * \text{Amplitude InterQuartil} \quad (2.1)$$

$$\text{Apuramento do Limite Superior: } 3^{\circ}\text{Quartil} + 1.5 * \text{Amplitude InterQuartil} \quad (2.2)$$

De referir que, a amplitude interquartil, é obtida subtraindo ao valor associado ao 3º quartil, o valor do 1º quartil.

O desenvolvimento e conseqüente análise das séries mencionadas foi efetuado sobre instrumentos identificados no *Liability Data Report* sendo que, uma vez que este reporte é anual, foram também utilizados valores apurados no âmbito do *MREL Data Collection*. Importa mencionar que, conforme indicado anteriormente, a informação apurada no âmbito do reporte do MREL complementa a informação do reporte do LDR, razão pela qual se pôde recorrer aos valores apurados nestes dois reportes.

Assim, apresentam-se em seguida as séries desenvolvidas e os resultados obtidos à análise efetuada à evolução do valor de mercado dos derivados e à evolução do valor associado a depósitos elegíveis para efeitos de *Bail-In*.

2.3.1 Série Temporal - Derivados

Um derivado corresponde a uma operação estruturada efetuada diretamente entre duas entidades, com base num ativo que deriva de um instrumento financeiro e cujo valor se encontra diretamente relacionado com o valor de mercado. Uma vez que os mercados financeiros são bastante voláteis, o valor deste instrumento não é estável, pelo que, é expectável que haja maiores variações entre os valores que compõem a amostra.

Os resultados obtidos apresentam-se, em seguida, no *Gráfico 2.1* sendo que, a média dos valores que compõem a amostra também se encontra representada correspondendo, no gráfico, ao símbolo 'x'.

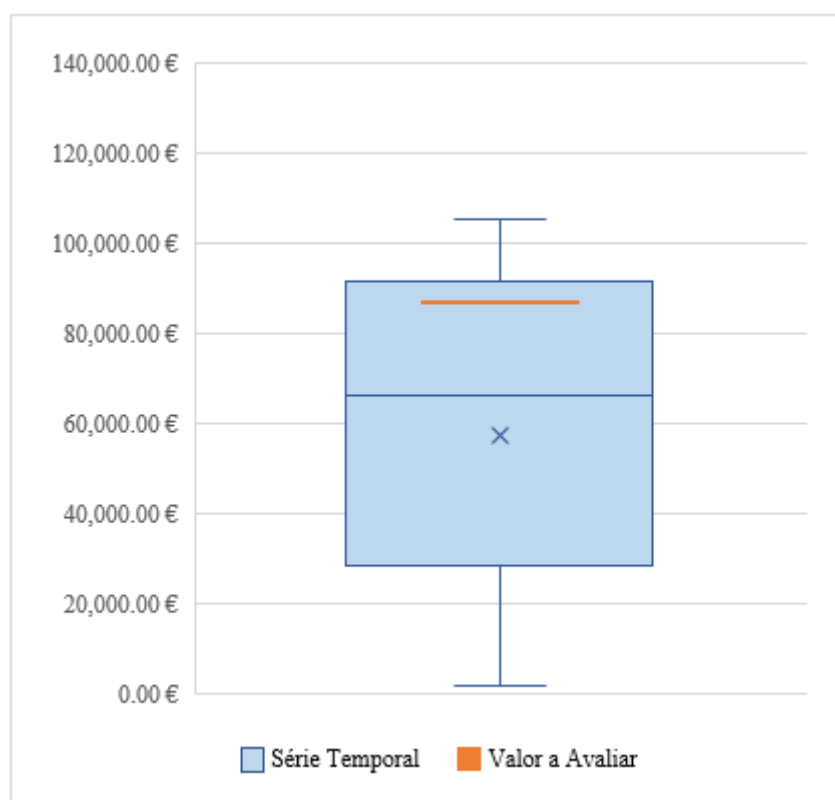


Gráfico 2.1: Série Temporal - Derivados

Como se pode constatar pelos resultados obtidos, é possível afirmar que o valor apurado, no trimestre sob avaliação, não corresponde a um *outlier*, encontrando-se abaixo do limite superior e acima do limite inferior do gráfico. Adicionalmente, observou-se que é detetável algum enviesamento nos dados, uma vez que existe uma diferença entre o valor da média e da mediana da amostra. Registou-se, também, uma maior dispersão nos dados da amostra cujo valor é inferior ao valor da mediana.

2.3.2 Série Temporal – Depósitos Elegíveis para *Bail-In*

Nas mesmas condições anteriormente mencionadas, procedeu-se ao desenvolvimento de uma série temporal relativamente ao montante associado a depósitos considerados elegíveis para efeitos de *Bail-In*.

Estes depósitos, ao verificarem um conjunto de condições, como por exemplo, não se encontrarem abrangidos pelo FGD, consideram-se elegíveis para efeitos de *Bail-In*. Ou seja, na eventual necessidade de se proceder a uma resolução do Banco, os depósitos abrangidos neste âmbito são selecionáveis para fazer face às perdas da instituição.

Contrariamente ao que acontece com os derivados, o valor dos depósitos não se encontra sujeito a variações de mercado, pelo que se pode afirmar que se trata de um instrumento mais estável, podendo a variação de valor estar associada a oscilações de saldo. Logo, é expectável que haja uma menor dispersão entre os valores que constituem a série.

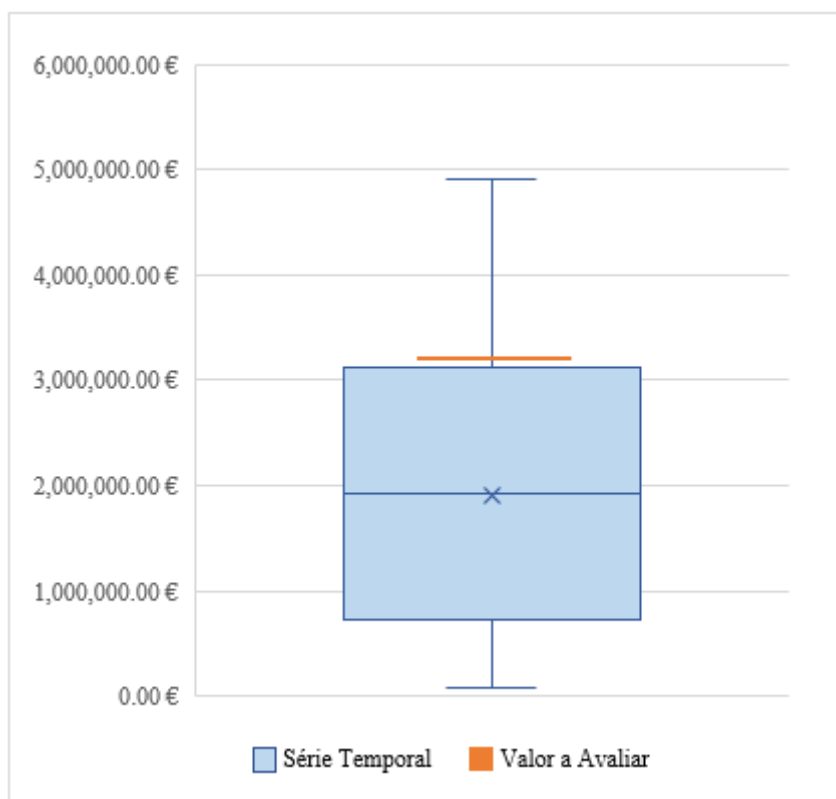


Gráfico 2.2: Série Temporal - Depósitos Elegíveis para Bail-In

Observando o *Gráfico 2.2*, constata-se que o valor em análise não difere significativamente dos valores que compõem a série temporal desenvolvida e, uma vez que se encontra dentro dos limites do gráfico, é possível afirmar que não corresponde a um *outlier*. Relativamente à dispersão dos dados, evidencia-se que, contrariamente ao observado no *Gráfico 2.1*, a média e a mediana, embora não assumam exatamente o mesmo valor, apresentam valores semelhantes. Assim sendo, existem evidências que permitem afirmar que o enviesamento nos dados não é significativo. Neste caso, os dados com valor superior ao da mediana, apresentam um maior grau de dispersão.

3. Avaliação dos Portfólios de Crédito – *Static Pool*

3.1 Introdução

De modo a poder financiar-se junto do Banco Central Europeu (BCE), o Banco cria Portfólios de Crédito, que são compostos por empréstimos à habitação ou de financiamento a empresas e que são objeto de avaliação por parte de modelos internos do Banco anteriormente aprovados pelo Banco de Portugal e/ou pela SSM (*Single Supervisory Mechanism* - entidade reguladora do BCE) para efeitos de cálculo de requisitos de capital. No âmbito deste trabalho, serão analisados Portfólios construídos em três anos: 2016, 2017 e 2018.

Na eventualidade da Instituição de Crédito necessitar de mais liquidez e, nesse âmbito, recorrer a um empréstimo junto do BCE, é exigida por parte desta entidade, a apresentação de ativos de garantia. Uma das possíveis garantias a apresentar corresponde aos Portfólios de Direitos de Crédito que, por sua vez, são compostos por empréstimos cedidos pelo Banco, a clientes particulares ou a empresas.

Assim sendo, são constituídos Portfólios de Crédito compostos por empréstimos que, estando de acordo com os requisitos exigidos pelo Eurosistema⁶, são elegíveis para serem incluídos nos mesmos.

Aquando da construção dos Portfólios, existem critérios de elegibilidade que têm de ser verificados. Entre eles salienta-se o facto de os clientes não poderem estar em incumprimento (estado de *default*), de os modelos internos a que se encontram associados terem sido previamente aprovados para utilização no cálculo de requisitos de capital e que o seu grau de risco esteja a ser apurado por um modelo de avaliação de risco interno do Banco: o IRB - *Internal Rating Basis*.

Os Portfólios constituídos podem conter empréstimos cuja natureza seja referente a Crédito à Habitação, Crédito a Empresas (que não tenham natureza de sociedades financeiras) ou Crédito ao Consumo das Famílias sendo que, neste último encontram-se abrangidos os seguintes tipos de empréstimos: “Crédito ao Consumo”, “Crédito Automóvel”, “Cartão de Crédito” e “*Leasing* Mobiliário”. No entanto, no âmbito deste trabalho, apenas serão analisados Portfólios de Crédito à Habitação e de Crédito a Empresas.

Cada Portfólio pode incluir apenas Direitos de Crédito com a mesma natureza, ou seja, tem de ser garantida a uniformidade na seleção dos empréstimos que constituem os Portfólios. Adicionalmente, e para que sejam elegíveis a ser incluídos no respetivo Portfólio, é necessário que, à data de mobilização, o seu valor seja igual ou superior a 10 000€.

De forma a controlar o risco a que o BCE se encontra exposto, são aplicados limites aos Portfólios, nomeadamente através do Índice de *Herfindahl – Hirschman* (HHI) e da aplicação de *Haircuts* (conceito explicado adiante) ao valor nominal dos mesmos.

O Índice de *Herfindahl – Hirschman* (HHI) corresponde a um indicador que, através do valor nominal dos Direitos de Crédito associados a cada devedor, permite apurar a concentração do saldo por devedor, face ao saldo total do Portfólio. Para que o Portfólio seja elegível, o valor deste índice tem de ser menor ou igual a 1% e é obtido com recurso à seguinte fórmula: $HHI = \sum_{i=1}^n s_i^2$, onde o s_i corresponde ao

⁶ Eurosistema: Sistema composto pelo Banco Central Europeu (BCE) e pelos Bancos Centrais Nacionais dos países da União Europeia cuja moeda usada é o euro.

quociente entre o montante total afeto ao cliente i , e o total da carteira, expresso em euros, e n corresponde ao número total de clientes que compõem a carteira.

O BCE facilita liquidez aos Bancos não com base no valor nominal dos Portfólios, mas sim com base no valor apurado de *Haircut*. Este valor corresponde, portanto, à redução que é aplicada por esta entidade ao valor nominal da carteira de Direitos de Crédito Adicionais. Assim, cria-se um *buffer* para eventuais erros de estimação, uma vez que, na eventualidade do Banco não conseguir cumprir com as suas obrigações, é garantida a existência de uma margem relativamente a uma possível desvalorização dos ativos apresentados como garantia, facilitando assim a possível venda dos mesmos.

Existem diversos fatores a levar em consideração no apuramento do *Haircut* a aplicar tais como, o valor nominal de cada empréstimo incluído, o número total de empréstimos considerados, a PD (*Probability of Default*) de cada cliente e a LGD (*Loss Given Default*) associados. Estes últimos indicadores correspondem, respetivamente, à probabilidade de entrada em incumprimento por parte do devedor e à perda esperada para a Instituição de Crédito que pode advir do incumprimento.

A *Static Pool* é um processo de validação de condições cujo objetivo é assegurar que o nível de risco dos empréstimos que estão a ser incluídos nos Portfólios de Crédito, observado durante um período de 12 meses, não difira significativamente do nível de risco teórico inicial considerado, de maneira que estes Portfólios possam ser usados como garantia junto do BCE. É verificado, mais especificamente, se a probabilidade estimada de entrar em incumprimento resultante da calibração de cada um dos modelos de PD utilizados pode ou não ser rejeitada como sendo a verdadeira probabilidade de cada segmento da carteira, com base na observação da realização deste evento ao longo do período acima mencionado.

O BCE quer, portanto, avaliar o desempenho destes modelos. Nesse sentido, o comportamento do risco do cliente é avaliado pelo período de um ano, identificando no início e no fim do período o seu grau de risco.

3.2 Análise Descritiva dos Dados

Tendo como objetivo efetuar uma avaliação do comportamento dos diversos modelos, consideraram-se para análise os clientes cujo modelo a que estavam associados no início do período se manteve inalterado até ao fim do mesmo. Assim sendo, encontra-se na *Tabela 3.1* a distribuição da percentagem de clientes incluídos nos Portfólios, por modelo a que se encontram associados, para os anos em análise. Os modelos R01, R02, R03, R04, R05 e R06 correspondem a modelos de Retalho sendo que, os restantes, são modelos característicos do setor Empresarial.

Tabela 3.1: Distribuição dos Clientes por Modelo

MODELO	2016	2017	2018
R01	0.00%	0.00%	0.00%
R02	31.37%	30.88%	31.44%
R03	0.94%	0.87%	0.83%
R04	21.85%	22.21%	22.41%
R05	38.73%	38.72%	37.67%
R06	2.97%	3.10%	3.34%
E01	0.03%	0.03%	0.03%
E02	0.18%	0.19%	0.19%
E03	0.31%	0.32%	0.33%
E04	0.02%	0.02%	0.02%
E05	0.00%	0.00%	0.00%
E06	0.01%	0.00%	0.00%
E07	0.00%	0.00%	0.00%
E08	0.00%	0.00%	0.00%
E09	0.00%	0.00%	0.00%
E10	3.57%	3.62%	3.69%
E11	0.01%	0.00%	0.01%
E12	0.00%	0.00%	0.00%
E13	0.00%	0.00%	0.00%
E14	0.00%	0.00%	0.00%
E15	0.00%	0.00%	0.00%
E16	0.01%	0.01%	0.01%
E17	0.00%	0.00%	0.00%
E18	0.00%	0.00%	0.00%
E19	0.00%	0.00%	0.00%
E20	0.00%	0.00%	0.00%
E21	0.00%	0.00%	0.00%
E22	0.00%	0.00%	0.00%
E23	0.00%	0.00%	0.00%
Total	100%	100%	100%

Uma vez que, para alguns modelos, a sua representatividade nos Portfólios constituídos não é significativa, apenas se consideraram elegíveis para análise, os clientes cujo modelo fosse R02, R03, R04, R05, R06, E02, E03 e E10.

Outra variável que se considerou relevante analisar, foi o grau de risco de cada cliente. Este é um indicador que permite perceber qual a probabilidade que um cliente tem de entrar em incumprimento.

Os graus de risco são atribuídos tendo em conta diversos fatores incluindo a situação económica do cliente, o seu histórico comportamental a nível financeiro, os seus dados demográficos, etc.

Na *Tabela 3.2*, encontram-se representados os diversos níveis de risco considerados, tendo sido atribuída uma letra e uma definição a cada um deles.

Tabela 3.2: Graus de Risco

Grau de Risco	Definição
A	Máxima Segurança
B	Qualidade Superior
C	Qualidade Muito Alta
D	Qualidade Alta
E	Qualidade Muito Boa
F	Qualidade Boa
G	Qualidade Média Alta
H	Qualidade Média
I	Qualidade Média Baixa
J	Qualidade Baixa
K	Qualidade Muito Baixa
L	Pior Qualidade de Risco sem Incidências
M	Sinais Fracos de Incumprimento
N	Sinais Fortes de Incumprimento
O	<i>Default</i>

Os graus de risco M e N correspondem a *ratings* processuais, estando normalmente associados a clientes que já têm incidências. O grau de risco O, correspondendo ao estado de *default*, pode ser atribuído caso se verifique pelo menos uma de entre um conjunto de condições sendo que, entre elas se destaca a existência de sinais de possível incapacidade por parte do cliente de fazer face aos seus compromissos financeiros, a eventual necessidade de reestruturação devido a dificuldades financeiras por parte do devedor, uma declaração de insolvência por parte do mesmo.

Aquando da constituição dos Portfólios de Direitos de Crédito Adicionais, deve ser privilegiada a inclusão de um maior número de empréstimos cujos clientes tenham graus de risco mais baixos, ao invés de empréstimos com maior risco associado, uma vez que, o *Haircut* a aplicar pela entidade reguladora, será tanto menor quanto menor for o risco associado à carteira.

Tendo em consideração apenas os dados associados aos modelos selecionados para análise, encontram-se representados no *Gráfico 3.1* e no *Gráfico 3.2* a distribuição dos graus de risco, no início e no fim do período de análise, dos clientes que compõem os Portfólios constituídos, respetivamente, para os três anos considerados.

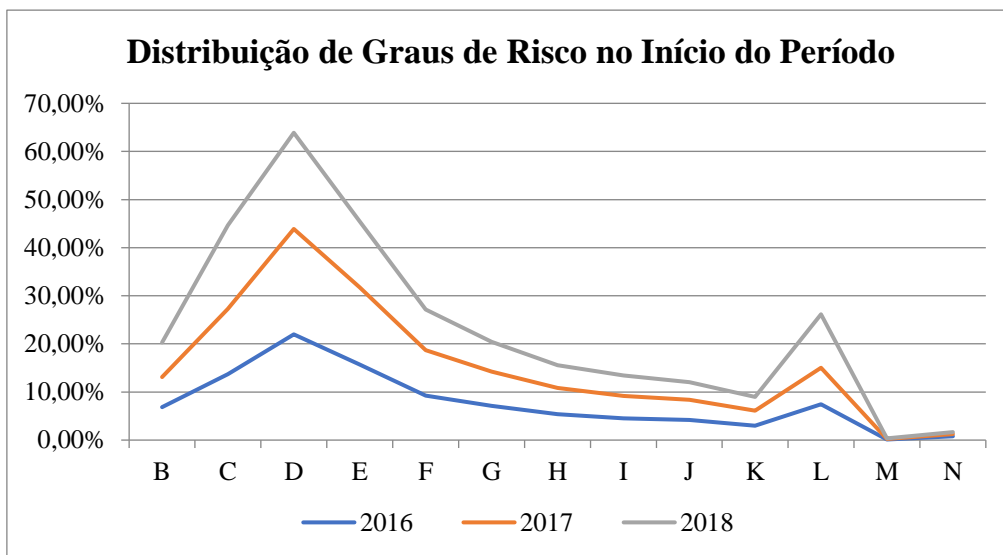


Gráfico 3.1: Distribuição dos Graus de Risco dos Clientes, por ano, no Início do Período de Análise

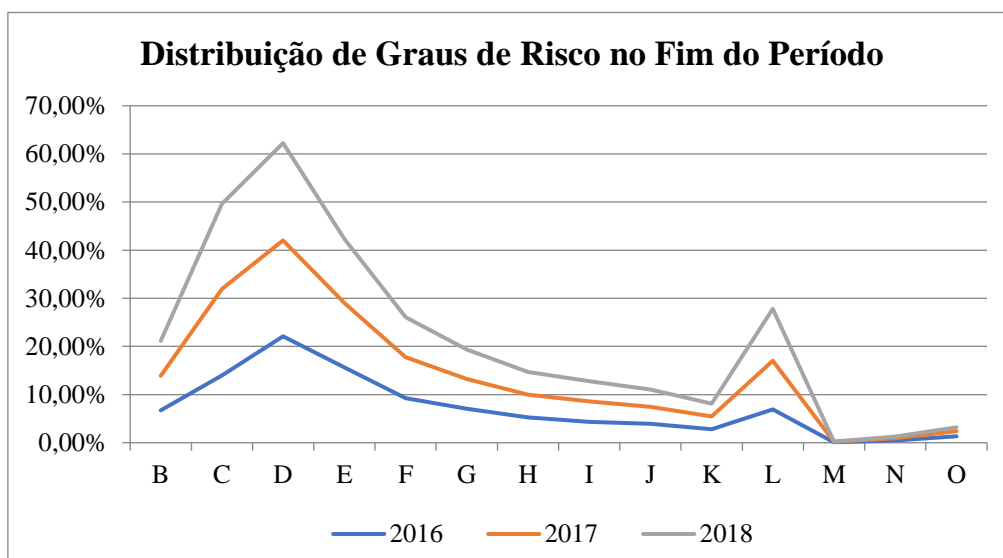


Gráfico 3.2: Distribuição dos Graus de Risco dos Clientes, por ano, no Fim do Período de Análise

Os graus de risco predominantes dos clientes cujos empréstimos compõem os Portfólios, corresponderam aos *ratings* C, D e E, sendo que o *rating* D é o que tem maior representatividade. Como seria de esperar, os graus de risco com menor peso nos Portfólios constituídos são os graus M e N, uma vez que estes empréstimos têm um maior risco associado. No fim do período de monitorização, foi possível constatar que cerca de 1% dos clientes terminaram com grau de risco O, ou seja, em estado de incumprimento.

De maneira a compreender qual a evolução do grau de risco dos clientes ao longo do período de análise, foram criadas tabelas de migração dos mesmos que permitem observar qual a transição entre os diversos *ratings* do início do período de análise (*Rating_BOP – Beginning of Period*) ao fim do período de análise (*Rating_EOP – End of Period*).

Os valores que constam nas tabelas em seguida apresentadas, foram obtidos através do cálculo do quociente entre o número de clientes associados a cada grau de risco e o número total de clientes que compõe a carteira.

Tabela 3.3: Tabela de Migração de Graus de Risco – Ano 2016

Ano 2016															
Rating_BOP	Rating_EOP														Total
	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
B	4,73%	1,37%	0,43%	0,14%	0,07%	0,04%	0,02%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	6,83%
C	1,28%	6,86%	4,21%	0,77%	0,26%	0,12%	0,08%	0,05%	0,04%	0,02%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	13,70%
D	0,44%	4,29%	12,45%	2,81%	0,94%	0,43%	0,24%	0,14%	0,10%	0,06%	0,08%	0,00%	0,01%	0,02%	21,99%
E	0,15%	0,89%	3,05%	7,34%	2,02%	0,96%	0,49%	0,27%	0,18%	0,11%	0,17%	0,01%	0,01%	0,03%	15,68%
F	0,07%	0,30%	0,96%	2,25%	2,63%	1,29%	0,66%	0,41%	0,26%	0,13%	0,23%	0,01%	0,02%	0,04%	9,25%
G	0,03%	0,14%	0,49%	1,06%	1,40%	1,58%	0,87%	0,54%	0,39%	0,20%	0,31%	0,01%	0,02%	0,05%	7,10%
H	0,02%	0,07%	0,24%	0,56%	0,74%	0,93%	1,00%	0,60%	0,48%	0,26%	0,42%	0,01%	0,02%	0,06%	5,40%
I	0,01%	0,04%	0,12%	0,31%	0,48%	0,62%	0,61%	0,88%	0,55%	0,31%	0,53%	0,01%	0,02%	0,06%	4,55%
J	0,00%	0,02%	0,08%	0,19%	0,30%	0,45%	0,50%	0,55%	0,81%	0,44%	0,68%	0,01%	0,03%	0,09%	4,16%
K	0,00%	0,01%	0,04%	0,09%	0,15%	0,23%	0,29%	0,33%	0,43%	0,55%	0,77%	0,01%	0,03%	0,09%	3,02%
L	0,00%	0,01%	0,05%	0,13%	0,23%	0,36%	0,45%	0,52%	0,66%	0,73%	3,60%	0,03%	0,12%	0,52%	7,41%
M	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,03%	0,00%	0,00%	0,04%	0,12%
N	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,08%	0,00%	0,22%	0,36%	0,79%
Total	6,73%	14,02%	22,12%	15,66%	9,22%	7,05%	5,24%	4,32%	3,92%	2,83%	6,93%	0,10%	0,50%	1,36%	100%

Tabela 3.4: Tabela de Migração de Graus de Risco – Ano 2017

Ano 2017															
Rating_BOP	Rating_EOP														Total
	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
B	4,72%	0,90%	0,37%	0,13%	0,06%	0,04%	0,02%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	6,29%
C	1,62%	6,64%	4,07%	0,67%	0,24%	0,13%	0,07%	0,07%	0,04%	0,02%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	13,62%
D	0,48%	8,10%	8,57%	2,74%	0,83%	0,43%	0,23%	0,20%	0,11%	0,06%	0,14%	0,00%	0,00%	0,01%	21,92%
E	0,23%	1,53%	4,52%	5,37%	2,11%	0,86%	0,49%	0,31%	0,20%	0,12%	0,29%	0,00%	0,01%	0,03%	16,06%
F	0,08%	0,39%	1,30%	2,22%	2,25%	1,20%	0,67%	0,42%	0,29%	0,17%	0,36%	0,01%	0,02%	0,03%	9,41%
G	0,03%	0,18%	0,56%	1,05%	1,33%	1,34%	0,87%	0,57%	0,39%	0,25%	0,47%	0,01%	0,02%	0,04%	7,13%
H	0,02%	0,08%	0,25%	0,52%	0,71%	0,83%	0,82%	0,66%	0,46%	0,32%	0,65%	0,01%	0,02%	0,05%	5,41%
I	0,01%	0,04%	0,13%	0,29%	0,43%	0,53%	0,56%	0,75%	0,59%	0,37%	0,84%	0,01%	0,02%	0,05%	4,62%
J	0,00%	0,03%	0,07%	0,16%	0,25%	0,37%	0,43%	0,51%	0,60%	0,50%	1,14%	0,02%	0,03%	0,08%	4,18%
K	0,00%	0,01%	0,03%	0,08%	0,12%	0,19%	0,24%	0,28%	0,32%	0,32%	1,40%	0,01%	0,03%	0,08%	3,12%
L	0,00%	0,02%	0,05%	0,12%	0,19%	0,29%	0,35%	0,44%	0,50%	0,48%	4,65%	0,03%	0,11%	0,42%	7,65%
M	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,03%	0,01%	0,00%	0,04%	0,11%
N	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,05%	0,00%	0,16%	0,21%	0,49%
Total	7,20%	17,91%	19,94%	13,37%	8,51%	6,22%	4,77%	4,25%	3,54%	2,63%	10,09%	0,11%	0,43%	1,05%	100%

Tabela 3.5: Tabela de Migração de Graus de Risco – Ano 2018

Ano 2018															
Rating_BOP	Rating_EOP														Total
	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
B	5,26%	1,20%	0,44%	0,15%	0,06%	0,04%	0,03%	0,02%	0,01%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	7,22%
C	1,17%	11,56%	3,21%	0,76%	0,28%	0,14%	0,09%	0,05%	0,04%	0,02%	0,04%	0,00%	0,00%	0,01%	17,36%
D	0,50%	3,51%	11,32%	2,74%	0,89%	0,43%	0,22%	0,12%	0,08%	0,06%	0,11%	0,00%	0,00%	0,01%	20,01%
E	0,17%	0,84%	3,20%	5,68%	1,76%	0,84%	0,45%	0,27%	0,16%	0,09%	0,26%	0,00%	0,01%	0,02%	13,73%
F	0,07%	0,30%	0,98%	1,92%	2,44%	1,07%	0,60%	0,39%	0,23%	0,14%	0,31%	0,00%	0,01%	0,03%	8,48%
G	0,04%	0,16%	0,49%	0,86%	1,17%	1,28%	0,74%	0,50%	0,32%	0,20%	0,36%	0,00%	0,01%	0,03%	6,17%
H	0,02%	0,08%	0,24%	0,49%	0,63%	0,74%	0,84%	0,53%	0,37%	0,25%	0,47%	0,00%	0,01%	0,04%	4,72%
I	0,01%	0,05%	0,13%	0,29%	0,41%	0,51%	0,54%	0,91%	0,45%	0,29%	0,61%	0,00%	0,01%	0,04%	4,26%
J	0,00%	0,03%	0,09%	0,17%	0,27%	0,36%	0,39%	0,45%	0,70%	0,37%	0,77%	0,00%	0,02%	0,05%	3,66%
K	0,00%	0,01%	0,04%	0,09%	0,14%	0,24%	0,26%	0,30%	0,39%	0,45%	0,81%	0,00%	0,02%	0,05%	2,80%
L	0,01%	0,02%	0,07%	0,17%	0,28%	0,42%	0,54%	0,66%	0,75%	0,72%	6,94%	0,01%	0,10%	0,36%	11,06%
M	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,04%	0,00%	0,01%	0,04%	0,13%
N	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,06%	0,00%	0,12%	0,16%	0,40%
Total	7,25%	17,75%	20,22%	13,32%	8,33%	6,09%	4,71%	4,21%	3,53%	2,62%	10,78%	0,04%	0,32%	0,82%	100%

Ao construir as tabelas de migração, seria expectável que os dados se concentrassem maioritariamente na diagonal principal, uma vez que, tal significaria que a maior parte dos clientes teria mantido, durante o período de análise, o mesmo grau de risco que tinha atribuído aquando do início da monitorização, o que é considerado um indicador de estabilidade.

O facto de se poder registar uma quantidade representativa de clientes em um ou dois graus de risco adjacentes ao grau de risco inicial, não deixa de ser um sinal de estabilidade.

Como se pode constatar pela *Tabela 3.3*, pela *Tabela 3.4* e pela *Tabela 3.5*, esta propriedade foi verificada na maior parte dos casos. Foi nos graus de risco mais baixos, em particular nos *ratings* B, C, D e E que, no fim do período, se verificou uma maior concentração de clientes em torno do grau de risco inicial, correspondendo em média, para os três anos analisados, a 94%. Assim sendo, para estes graus de risco, apenas cerca de 6% dos clientes terminaram o período de monitorização com uma migração do grau de risco, superior a dois graus adjacentes em relação ao *rating* inicial.

Em contrapartida, o grau de risco em que se observou uma maior migração entre o período inicial e final, foi o grau H. Para os clientes que tinham este *rating* inicialmente, a percentagem que manteve o grau ou migrou para entre um a dois graus adjacentes, correspondeu a cerca de 64.8%.

Apenas nos graus de risco M e N, se verificou que a maior parte dos clientes não manteve o grau de risco inicial tendo, maioritariamente, migrado para o estado de incumprimento, ao qual corresponde o *rating* O. Uma vez que se trata de graus de risco processuais, era expectável que tal acontecesse visto que estes *ratings* são mais voláteis.

Sendo PD a probabilidade de incumprimento, estão definidos intervalos de PD's que variam de 0 a 100%. Para cada PD Teórico/Modelo de grau de risco⁷, é possível obter a taxa de incumprimento (*default rate*) através da fórmula apresentada em seguida.

$$Default\ Rate = \frac{\#\{CPI\ e\ CNPF\}}{\#\{CPI\}} \quad (3.1)$$

onde *CPI* representa “Cliente *Performing* no Início do período de análise” e *CNPF* representa “Cliente Não *Performing* no Fim do período de análise”, entendendo-se por Cliente *Performing*, um cliente que não está em estado de incumprimento.

O cálculo da taxa de incumprimento permite ao Banco de Portugal avaliar se o seu valor observado não varia significativamente em relação à PD teórica a que está associado. Caso varie, será aplicado um maior *Haircut*, ou seja, uma maior redução no valor dos Portfólios.

Tabela 3.6: Apresentação da PD Teórica, PD Observada e respetiva distribuição nos Portfólios, por ano

Rating BOP	PD Teórica		2014		2016		2017		2018	
	PD Min.	PD Máx.	PD Observada	% Carteira	PD Observada	% Carteira	PD Observada	% Carteira	PD Observada	% Carteira
	B	0.05%	0.07%	0.00%	0.06%	0.01%	6.83%	0.01%	6.29%	0.01%
C	0.07%	0.14%	0.23%	9.89%	0.04%	13.70%	0.03%	13.62%	0.03%	17.36%
D	0.14%	0.28%	0.36%	17.84%	0.08%	21.99%	0.06%	21.92%	0.04%	20.01%
E	0.28%	0.53%	0.70%	11.92%	0.21%	15.68%	0.17%	16.06%	0.13%	13.73%
F	0.53%	0.95%	0.73%	9.81%	0.41%	9.25%	0.32%	9.41%	0.30%	8.48%
G	0.95%	1.73%	1.07%	11.15%	0.75%	7.10%	0.58%	7.13%	0.54%	6.17%
H	1.73%	2.92%	1.81%	9.90%	1.02%	5.40%	0.93%	5.41%	0.79%	4.72%
I	2.92%	4.67%	2.16%	7.56%	1.27%	4.55%	1.07%	4.62%	0.97%	4.26%
J	4.67%	7.00%	3.56%	6.64%	2.14%	4.16%	1.82%	4.18%	1.28%	3.66%
K	7.00%	9.77%	6.06%	4.33%	3.04%	3.02%	2.51%	3.12%	1.69%	2.80%
L	9.77%	13.61%	11.14%	10.65%	7.05%	7.41%	5.50%	7.65%	3.26%	11.06%
M	13.61%	27.21%	44.00%	0.04%	35.42%	0.12%	35.23%	0.11%	33.23%	0.13%
N	27.21%	100%	50.89%	0.19%	44.99%	0.79%	43.95%	0.49%	38.86%	0.40%

Na Tabela 3.6 encontram-se as taxas de incumprimento observadas por grau de risco, assim como a representatividade dos graus de risco na carteira total. Na segunda coluna, apresentam-se os limites mínimo e máximo de PD teóricos, referentes à probabilidade de entrada em incumprimento.

Os valores apurados das taxas de incumprimento para clientes cujo grau de risco no início do período era M ou N, vêm corroborar o que foi concluído anteriormente através da análise às tabelas de migração, uma vez que, foi nestes clientes que se verificou uma maior percentagem de entradas em incumprimento.

⁷ Modelo de Grau de Risco: Modelo em que é avaliado o risco de cada cliente/operação de crédito de acordo com as variáveis de input que são fornecidas.

Idealmente, os valores obtidos para a PD observada devem encontrar-se entre o valor mínimo e máximo da PD teórica. No entanto, apenas são considerados problemáticos, casos em que os valores da PD observada é superior ao limite máximo da PD teórica para o respetivo grau de risco. A percentagem de clientes com grau de risco M atribuído no início do período e que entrou em incumprimento ao longo do período de monitorização, ultrapassou significativamente o limite máximo teórico definido. Tal pode ser justificado pelo facto destes clientes corresponderem a uma percentagem muito reduzida da carteira total.

Logo, se entre os clientes com *rating* inicial M, uma percentagem significativamente acima do limite máximo da PD teórica migrarem para o estado de incumprimento, este rácio pode ser muito elevado no próprio grau de risco, não sendo, no entanto, significativo a nível da carteira total, dado a baixa representatividade do mesmo no total da carteira.

Adicionalmente, foram incluídos os dados referentes a 2014 por se ter tratado de um ano em que, contrariamente ao que foi observado para os três anos que se tem vindo a analisar, as probabilidades de incumprimento registadas foram superiores ao que era expectável. No entanto, para este ano, os critérios aplicados foram diferentes, tendo a taxa de incumprimento sido calculada considerando todos os clientes que estiveram no estado de incumprimento pelo menos uma vez durante o período de análise e não apenas com base nos que terminaram o período de monitorização no estado de *default*. Assim, em 2014, verificou-se que também os valores associados aos graus de risco C, D e E ultrapassaram os valores máximos estabelecidos pela PD teórica.

3.3 Realização de Testes de Hipóteses e Cálculo de Intervalos de Confiança

De maneira a validar os modelos de IRB, foi necessário averiguar se a migração entre clientes para o estado de incumprimento, está de acordo com a PD teórica atribuída. Uma vez que a PD teórica corresponde a um intervalo, no âmbito dos testes efetuados ao longo deste subcapítulo, considerar-se-á que a PD teórica para cada grau de risco corresponde ao ponto médio do respetivo intervalo.

Inicialmente, procedeu-se à realização de Testes de Hipóteses por grau de risco inicial, visto que o grau de risco indica de modo inequívoco a probabilidade de entrada em incumprimento.

Uma vez que as PD's são proporções e considerando X a variável aleatória que indica, para um determinado cliente, se este está em estado de incumprimento ou não, esta variável apenas pode tomar o valor 1 se o cliente está em incumprimento e, caso contrário, assume o valor 0. Logo, trata-se de uma variável aleatória binária e que, portanto, segue a distribuição de Bernoulli, com parâmetro p , ou seja, $X \cap Ber(p)$, o que equivale a uma Binomial em que o parâmetro n assume o valor 1: $X \cap Bin(1, p)$. Logo, são conhecidas as seguintes propriedades características da distribuição de Bernoulli:

$$E(X) = p \text{ e } \text{Var}(X) = p(1 - p) \quad (3.2)$$

Procedeu-se, portanto, à realização do teste a uma proporção com o objetivo de testar se a PD observada era ou não, igual à PD teórica (p_0). Correspondendo a Hipótese Nula (H_0) à hipótese que presume a igualdade entre as PD's e a Hipótese Alternativa (H_1) à que presume a diferença entre as mesmas, o teste efetuado foi o seguinte:

$$H_0: p = p_0 \quad \text{vs.} \quad H_1: p \neq p_0 \quad (3.3)$$

Um estimador para o parâmetro p é $\hat{p} = \bar{X} = \frac{Y}{n}$, em que Y corresponde ao número de clientes, para um determinado grau de risco, que entraram em incumprimento e n corresponde ao número total de clientes com o grau de risco inicial a analisar. Portanto, vem que:

$$Y = \sum_{i=1}^n X_i \cap Bin(n, p) \quad (3.4)$$

Adicionalmente, é possível afirmar que \hat{p} corresponde ao Estimador de Máxima Verosimilhança para o parâmetro p . Ora, para demonstrar esta propriedade, recorre-se à função de verosimilhança da amostra, que é genericamente dada por $L(p) = \prod_{i=1}^n f(x_i, p)$, em que $f(x_i, p)$ corresponde à função de probabilidade da população.

Uma vez que se está a considerar a distribuição de Bernoulli, tem-se que:

$$L(p) = p^{\sum_{i=1}^n x_i} * (1 - p)^{n - \sum_{i=1}^n x_i} = p^{n\bar{x}} * (1 - p)^{n(1-\bar{x})} \quad (3.5)$$

De maneira a confirmar que o parâmetro \hat{p} é o Estimador de Máxima Verosimilhança, foi necessário obter a função de logverosimilhança, que consiste em aplicar o logaritmo à função de verosimilhança, proceder de seguida à sua derivação em ordem ao parâmetro p e, finalmente, procurar as soluções para a equação $\frac{\partial \ln(L(p))}{\partial p} = 0$.

Tem-se então que:

$$\ln(L(p)) = n\bar{x} \ln(p) + n(1 - \bar{x}) \ln(1 - p) \quad (3.6)$$

Portanto, vem que:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln(L(p))}{\partial p} &= 0 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \frac{n\bar{x}}{p} - \frac{n(1 - \bar{x})}{1 - p} &= 0 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow n\bar{x}(1 - p) - np(1 - \bar{x}) &= 0 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \bar{x} - \bar{x}p - p + \bar{x}p &= 0 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow p &= \bar{x} \end{aligned} \quad (3.7)$$

De notar que a divisão pelo parâmetro 'n' no 4º passo é possível, visto que se pode garantir que $n \neq 0$.

Uma vez que a solução encontrada é única, procede-se ao cálculo da segunda derivada da função de logverosimilhança, em ordem ao parâmetro p :

$$\frac{\partial^2 \ln(L(p))}{\partial p^2} = -\frac{n\bar{x}}{p^2} - \frac{n(1-\bar{x})}{(1-p)^2} \quad (3.8)$$

Assumindo que $p = \hat{p}$ e, como enunciado anteriormente, sabe-se que $\hat{p} = \bar{x}$, vem:

$$\frac{\partial^2 \ln(L(p))}{\partial p^2} = -\frac{n\bar{x}}{\bar{x}^2} - \frac{n(1-\bar{x})}{(1-\bar{x})^2} = \frac{-n}{\bar{x} - \bar{x}^2} < 0 \quad (3.9)$$

Portanto, é possível afirmar que \hat{p} é máximo e, conseqüentemente, corresponde ao Estimador de Máxima Verosimilhança, como se pretendia demonstrar.

Adicionalmente, são verificadas as seguintes condições para \hat{p} :

$$E(\hat{p}) = E\left(\frac{Y}{n}\right) = \frac{1}{n} * E(Y) = \frac{1}{n} * np = p \quad (3.10)$$

$$\text{Var}(\hat{p}) = \text{Var}\left(\frac{Y}{n}\right) = \frac{1}{n^2} * \text{Var}(Y) = \frac{1}{n^2} * np(1 - p) = \frac{p(1-p)}{n} \quad (3.11)$$

Uma vez que se está perante variáveis aleatórias X_i independentes e identicamente distribuídas, com variância finita e visto que os testes incidem sobre amostras de grandes dimensões ($n > 30$), pelo Teorema do Limite Central, pode concluir-se que o estimador \hat{p} segue aproximadamente uma distribuição Normal:

$$\hat{p} \sim N\left(p, \frac{p(1-p)}{n}\right) \quad (3.12)$$

Consequentemente,

$$\frac{\hat{p}-p}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}} \sim N(0,1). \quad (3.13)$$

Assim sendo, a Estatística de Teste a utilizar será, sob a validade da Hipótese Nula, H_0 , a seguinte:

$$Z = \frac{\hat{p}-p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}} \quad (3.14)$$

De maneira a aferir relativamente à rejeição ou não rejeição da Hipótese Nula, H_0 , recorreu-se ao valor-p sendo que a Hipótese Nula é rejeitada para níveis de significância α tais que, $\alpha \geq \text{valor} - p$ (níveis de significância usuais: $\alpha=0.01$, $\alpha=0.05$ e $\alpha=0.1$). Uma vez que a Hipótese Alternativa, H_1 , é bilateral e, sob a validade da Hipótese Nula, o valor-p é dado por:

$$\text{valor} - p = 2 * \min\{P(Z \leq Z_{\text{obs}}) ; P(Z \geq Z_{\text{obs}})\} \quad (3.15)$$

De acordo com a distribuição assintótica, tem-se:

$$\text{valor} - p = 2 * \min\{\Phi(Z_{\text{obs}}); 1 - \Phi(Z_{\text{obs}})\}. \quad (3.16)$$

Tabela 3.7: Resultados dos Testes de Hipótese por Grau de Risco

		2016			2017			2018		
		α			α			α		
		0.01	0.05	0.10	0.01	0.05	0.10	0.01	0.05	0.10
Grau A	Z_{obs}	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grau B	Z_{obs}	-4.98	-4.98	-4.98	-4.66	-4.66	-4.66	-5.24	-5.24	-5.24
	valor-p	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0
	Conclusão	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0
Grau C	Z_{obs}	-7.58	-7.58	-7.58	-7.78	-7.78	-7.78	-8.74	-8.74	-8.74
	valor-p	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0
	Conclusão	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0
Grau D	Z_{obs}	-12.93	-12.93	-12.93	-14.42	-14.42	-14.42	-15.56	-15.56	-15.56
	valor-p	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0
	Conclusão	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0
Grau E	Z_{obs}	-11.64	-11.64	-11.64	-14.58	-14.58	-14.58	-15.62	-15.62	-15.62
	valor-p	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0
	Conclusão	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0
Grau F	Z_{obs}	-10.50	-10.50	-10.50	-13.94	-13.94	-13.94	-13.75	-13.75	-13.75
	valor-p	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0
	Conclusão	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0
Grau G	Z_{obs}	-12.94	-12.94	-12.94	-16.78	-16.78	-16.78	-16.47	-16.47	-16.47
	valor-p	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0
	Conclusão	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0
Grau H	Z_{obs}	-19.75	-19.75	-19.75	-21.06	-21.06	-21.06	-21.59	-21.59	-21.59
	valor-p	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0
	Conclusão	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0
Grau I	Z_{obs}	-27.43	-27.43	-27.43	-29.73	-29.73	-29.73	-29.41	-29.41	-29.41
	valor-p	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0
	Conclusão	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0
Grau J	Z_{obs}	-32.49	-32.49	-32.49	-35.14	-35.14	-35.14	-36.99	-36.99	-36.99
	valor-p	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0
	Conclusão	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0
Grau K	Z_{obs}	-33.09	-33.09	-33.09	-36.77	-36.77	-36.77	-39.48	-39.48	-39.48
	valor-p	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0
	Conclusão	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0
Grau L	Z_{obs}	-37.93	-37.93	-37.93	-51.56	-51.56	-51.56	-84.58	-84.58	-84.58
	valor-p	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0
	Conclusão	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0
Grau M	Z_{obs}	18.21	18.21	18.21	17.45	17.45	17.45	16.39	16.39	16.39
	valor-p	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0
	Conclusão	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0
Grau N	Z_{obs}	-1.80	-1.80	-1.80	-2.85	-2.85	-2.85	-8.96	-8.96	-8.96
	valor-p	0.0718	0.0718	0.0718	0.0044	0.0044	0.0044	≈0	≈0	≈0
	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0

Como se pode ver pelos resultados apresentados na Tabela 3.7, existem evidências para rejeitar a Hipótese Nula em praticamente todos os testes efetuados, exceto para o grau de risco N, referente aos dados de 2016, para níveis de significância de $\alpha=0.01$ e $\alpha=0.05$.

De maneira a compreender os resultados obtidos, é relevante mencionar que a PD teórica de cada grau de risco (atribuída com base no conjunto de graus de risco aprovados no âmbito de avaliação de modelos IRB), corresponde a uma PD *Long Run*, ou seja, é atribuída de maneira a contemplar um período de cerca de 10 anos. Ora, tal implica que ao longo desse período, se vivam diversos ciclos económicos. Contrariamente, a PD observada corresponde a uma PD *Point in Time*, ou seja, reflete apenas o período específico ao qual os dados estão associados.

Logo, como os anos em análise corresponderam a um período acima da média no ciclo económico, era expectável que a PD observada fosse inferior à PD teórica, originando valores observados da Estatística de Teste maioritariamente negativos, como se pôde constatar. Assim sendo, houve alguma subestimação da PD observada, razão pela qual se rejeitou H_0 na grande maioria dos testes realizados.

No entanto, para o grau de risco M, obtiveram-se valores da PD observada superiores ao valor da PD teórica atribuída pelo que, neste caso, se tem um problema estrutural de subestimação da PD teórica. De referir que, como se pôde observar na *Tabela 3.6*, a representatividade destes clientes não é significativa.

Apenas a subestimação da PD teórica constitui um problema pelo que, tecnicamente não se devia rejeitar a Hipótese Nula para valores de PD observada inferiores aos valores da PD teórica atribuída.

Assim sendo, de maneira a compreender se os parâmetros estão bem estimados, considerou-se relevante efetuar novos Testes de Hipóteses, mantendo a mesma Estatística de Teste, mas alterando as hipóteses a testar para as que se apresentam em seguida.

$$H_0: p \leq p_0 \quad \text{vs.} \quad H_1: p > p_0 \quad (3.17)$$

Adicionalmente, uma vez que a Hipótese Alternativa é unilateral e não bilateral como nos primeiros testes realizados, a fórmula de cálculo para o valor-p é diferente e, sob a validade da Hipótese Nula, passa a ser a seguinte:

$$\text{valor} - p = P(Z \geq Z_{\text{obs}}) \quad (3.18)$$

De acordo com a distribuição assintótica, vem que:

$$\text{valor} - p = 1 - P(Z < Z_{\text{obs}}) = 1 - \Phi(Z_{\text{obs}}). \quad (3.19)$$

Tabela 3.8: Resultados dos Testes de Hipótese por Grau de Risco

		2016			2017			2018		
		α			α			α		
		0.01	0.05	0.10	0.01	0.05	0.10	0.01	0.05	0.10
Grau A	Z_{obs}	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grau B	Z_{obs}	-4.98	-4.98	-4.98	-4.66	-4.66	-4.66	-5.24	-5.24	-5.24
	valor-p	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
Grau C	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0
	Z_{obs}	-7.58	-7.58	-7.58	-7.78	-7.78	-7.78	-8.74	-8.74	-8.74
Grau D	valor-p	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0
Grau E	Z_{obs}	-12.93	-12.93	-12.93	-14.42	-14.42	-14.42	-15.56	-15.56	-15.56
	valor-p	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
Grau F	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0
	Z_{obs}	-11.64	-11.64	-11.64	-14.58	-14.58	-14.58	-15.62	-15.62	-15.62
Grau G	valor-p	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0
Grau H	Z_{obs}	-10.50	-10.50	-10.50	-13.94	-13.94	-13.94	-13.75	-13.75	-13.75
	valor-p	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
Grau I	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0
	Z_{obs}	-12.94	-12.94	-12.94	-16.78	-16.78	-16.78	-16.47	-16.47	-16.47
Grau J	valor-p	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0
Grau K	Z_{obs}	-19.75	-19.75	-19.75	-21.06	-21.06	-21.06	-21.59	-21.59	-21.59
	valor-p	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
Grau L	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0
	Z_{obs}	-27.43	-27.43	-27.43	-29.73	-29.73	-29.73	-29.41	-29.41	-29.41
Grau M	valor-p	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0
Grau N	Z_{obs}	-32.49	-32.49	-32.49	-35.14	-35.14	-35.14	-36.99	-36.99	-36.99
	valor-p	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
Grau O	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0
	Z_{obs}	-33.09	-33.09	-33.09	-36.77	-36.77	-36.77	-39.48	-39.48	-39.48
Grau P	valor-p	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0
Grau Q	Z_{obs}	-37.93	-37.93	-37.93	-51.56	-51.56	-51.56	-84.58	-84.58	-84.58
	valor-p	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
Grau R	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0
	Z_{obs}	18.21	18.21	18.21	17.45	17.45	17.45	16.39	16.39	16.39
Grau S	valor-p	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0
	Conclusão	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0
Grau T	Z_{obs}	-1.80	-1.80	-1.80	-2.85	-2.85	-2.85	-8.96	-8.96	-8.96
	valor-p	0.9641	0.9641	0.9641	0.9978	0.9978	0.9978	≈1	≈1	≈1
Grau U	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0

Analisando os dados da *Tabela 3.8*, pode-se constatar que apenas existem evidências para rejeitar a Hipótese Nula nos testes realizados ao grau de risco M para os três anos em análise. Ora, tal era expectável uma vez que, nos testes anteriores, se concluiu que as PD's teóricas estavam subestimadas.

Logo, pode-se concluir que os parâmetros se encontram bem estimados para todos os graus de risco, exceto para o grau M .

Com o objetivo de encontrar um intervalo ao qual pertencesse o verdadeiro valor do parâmetro p , procedeu-se ao cálculo de intervalos de confiança. Assim sendo, calcularam-se os limites de confiança inferiores e superiores do verdadeiro valor do parâmetro, para determinados níveis de confiança.

Uma vez que a população em análise segue uma distribuição de Bernoulli e tendo em consideração as propriedades desta distribuição acima enunciadas, assim como a grande dimensão das amostras consideradas, a variável fulcral utilizada foi $\frac{\hat{p}-p}{\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}}}$, que, pela Lei Fraca dos Grandes Números, segue aproximadamente uma distribuição Normal padrão, $N(0,1)$.

Adicionalmente e, mais uma vez pela Lei Fraca dos Grandes Números, sabe-se que \hat{p} converge em probabilidade para o parâmetro p , pelo que o intervalo de confiança assintótico é obtido através da seguinte expressão:

$$P \left\{ -q_{1-\alpha/2} < \frac{\hat{p}-p}{\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}}} < q_{1-\alpha/2} \right\} = 1-\alpha \quad (3.20)$$

De referir que, na expressão acima, $q_{1-\alpha/2}$ corresponde ao quantil de ordem $1-\alpha/2$, em que α corresponde ao nível de significância considerado. Desenvolvendo a expressão em ordem ao parâmetro p , o intervalo de confiança obtido foi o seguinte:

$$p \in \left[\hat{p} - q_{1-\alpha/2} * \sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}} ; \hat{p} + q_{1-\alpha/2} * \sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}} \right] \quad (3.21)$$

Com base nos valores tabelados da distribuição Normal Padrão e, tendo em consideração os níveis usuais de significância ($\alpha=0.01$, $\alpha=0.05$ e $\alpha=0.1$), encontram-se representados na *Tabela 3.9*, os valores dos quantis, $q_{1-\alpha/2}$, utilizados no cálculo dos intervalos de confiança.

Tabela 3.9: Quantis da Normal Padrão

	α		
	0.01	0.05	0.10
$1-\alpha/2$	0.995	0.975	0.95
$q_{1-\alpha/2}$	2.576	1.96	1.645

Tabela 3.10: Intervalos de Confiança para os valores do parâmetro p (por Grau de Risco)

		2016			2017			2018		
		α			α			α		
		0.01	0.05	0.10	0.01	0.05	0.10	0.01	0.05	0.10
Grau B	Extremo Inferior	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Extremo Superior	0.02%	0.01%	0.01%	0.02%	0.02%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
Grau C	Extremo Inferior	0.02%	0.03%	0.03%	0.02%	0.02%	0.03%	0.02%	0.02%	0.03%
	Extremo Superior	0.05%	0.05%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%
Grau D	Extremo Inferior	0.06%	0.07%	0.07%	0.05%	0.05%	0.05%	0.03%	0.03%	0.03%
	Extremo Superior	0.09%	0.09%	0.09%	0.07%	0.07%	0.07%	0.05%	0.05%	0.05%
Grau E	Extremo Inferior	0.19%	0.20%	0.20%	0.14%	0.15%	0.16%	0.10%	0.11%	0.11%
	Extremo Superior	0.24%	0.23%	0.23%	0.19%	0.19%	0.18%	0.16%	0.15%	0.15%
Grau F	Extremo Inferior	0.36%	0.37%	0.38%	0.27%	0.28%	0.29%	0.25%	0.26%	0.27%
	Extremo Superior	0.47%	0.45%	0.45%	0.37%	0.35%	0.35%	0.35%	0.34%	0.33%
Grau G	Extremo Inferior	0.67%	0.69%	0.70%	0.51%	0.53%	0.54%	0.46%	0.48%	0.49%
	Extremo Superior	0.83%	0.81%	0.80%	0.66%	0.64%	0.63%	0.61%	0.60%	0.59%
Grau H	Extremo Inferior	0.91%	0.94%	0.95%	0.82%	0.85%	0.86%	0.68%	0.71%	0.72%
	Extremo Superior	1.14%	1.11%	1.10%	1.04%	1.01%	1.00%	0.89%	0.87%	0.85%
Grau I	Extremo Inferior	1.13%	1.17%	1.18%	0.94%	0.97%	0.99%	0.84%	0.87%	0.89%
	Extremo Superior	1.40%	1.37%	1.35%	1.19%	1.16%	1.15%	1.09%	1.06%	1.05%
Grau J	Extremo Inferior	1.96%	2.00%	2.02%	1.65%	1.69%	1.71%	1.12%	1.16%	1.18%
	Extremo Superior	2.32%	2.28%	2.26%	1.99%	1.95%	1.92%	1.43%	1.39%	1.37%
Grau K	Extremo Inferior	2.78%	2.84%	2.87%	2.28%	2.34%	2.36%	1.49%	1.54%	1.56%
	Extremo Superior	3.29%	3.23%	3.20%	2.74%	2.69%	2.66%	1.89%	1.84%	1.82%
Grau L	Extremo Inferior	6.81%	6.86%	6.89%	5.29%	5.34%	5.37%	3.12%	3.15%	3.17%
	Extremo Superior	7.29%	7.23%	7.20%	5.72%	5.67%	5.64%	3.40%	3.37%	3.35%
Grau M	Extremo Inferior	31.87%	32.71%	33.15%	31.57%	32.44%	32.89%	29.78%	30.60%	31.03%
	Extremo Superior	38.96%	38.12%	37.68%	38.89%	38.02%	37.57%	36.67%	35.85%	35.42%
Grau N	Extremo Inferior	43.55%	43.89%	44.07%	42.11%	42.55%	42.78%	36.86%	37.33%	37.58%
	Extremo Superior	46.43%	46.09%	45.91%	45.79%	45.36%	45.13%	40.86%	40.39%	40.14%

Considerando os pressupostos enunciados, apresentam-se na *Tabela 3.10*, os intervalos de confiança obtidos para o parâmetro p, sendo que os resultados se encontram em linha com o que seria expectável.

Para além dos testes realizados aos graus de risco, considerou-se relevante efetuar também testes globais, por modelo, sendo que se consideraram apenas os modelos com maior representatividade, indicados previamente como sendo os que seriam sujeitos a análise.

Adicionalmente, foram excluídos os dados referentes aos graus de risco M e N, uma vez que, tratando-se de graus de risco processuais, não são atribuídos por modelos, mas sim com base em incidências.

Assim sendo, realizou-se novamente o teste assintótico sobre uma proporção, considerando as seguintes hipóteses:

$$H_0: p \leq p_0 \text{ vs. } H_1: p > p_0 \quad (3.22)$$

Como nos testes anteriormente realizados, a Estatística de Teste utilizada foi $Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}}$ que segue, aproximadamente, uma distribuição Normal Padrão.

Neste caso, o valor do parâmetro p_0 foi obtido, para cada modelo, recorrendo a uma média ponderada, dos valores teóricos da probabilidade de incumprimento para cada grau de risco, por modelo considerado. O índice i pode assumir valores entre B e L que, por sua vez, corresponde aos diversos graus de risco. Assim, a fórmula aplicada a cada modelo foi a seguinte:

$$\text{PD Média Ponderada} = \frac{\sum_{i=B}^L \text{Nr. Clientes com grau}_i * \text{PD teórica do grau}_i}{\text{N}^\circ \text{ total clientes}} \quad (3.23)$$

A PD observada obtém-se através do quociente entre o número de clientes do modelo que terminaram o período de monitorização no estado de incumprimento, pelo número total de clientes associados ao modelo.

Tabela 3.11: Resultados dos Testes de Hipótese por Modelo

		2016			2017			2018		
		α			α			α		
		0.01	0.05	0.10	0.01	0.05	0.10	0.01	0.05	0.10
R02	Z_{obs}	-51.70	-51.70	-51.70	-63.24	-63.24	-63.24	-88.12	-88.12	-88.12
	valor-p	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
	Conclusão	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀
R03	Z_{obs}	-4.52	-4.52	-4.52	-6.42	-6.42	-6.42	-5.95	-5.95	-5.95
	valor-p	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
	Conclusão	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀
R04	Z_{obs}	-18.73	-18.73	-18.73	-14.67	-14.67	-14.67	-23.50	-23.50	-23.50
	valor-p	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
	Conclusão	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀
R05	Z_{obs}	7.89	7.89	7.89	-16.76	-16.76	-16.76	-29.99	-29.99	-29.99
	valor-p	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
	Conclusão	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀
R06	Z_{obs}	-11.95	-11.95	-11.95	-16.44	-16.44	-16.44	-17.47	-17.47	-17.47
	valor-p	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
	Conclusão	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀
E02	Z_{obs}	-2.49	-2.49	-2.49	-3.84	-3.84	-3.84	-4.61	-4.61	-4.61
	valor-p	0.9936	0.9936	0.9936	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
	Conclusão	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀
E03	Z_{obs}	-3.65	-3.65	-3.65	-7.93	-7.93	-7.93	-5.65	-5.65	-5.65
	valor-p	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
	Conclusão	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀
E10	Z_{obs}	-9.53	-9.53	-9.53	-17.47	-17.47	-17.47	-18.82	-18.82	-18.82
	valor-p	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1	≈1
	Conclusão	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀	Não Rej. H ₀

Na Tabela 3.11 apresentam-se os resultados obtidos aos testes realizados e, como se pode constatar, não existiram evidências em qualquer dos testes realizados que levasse à rejeição da Hipótese Nula, ou seja, os modelos analisados apresentam um desempenho adequado. Logo, apesar de se ter detetado alguma subestimação associada à PD teórica do grau M e analisando os resultados dos testes realizados aos modelos, é possível concluir que tal não enviesa o total.

Mais uma vez, procedeu-se ao cálculo dos extremos inferior e superior que compõem os intervalos de confiança sendo que, os resultados obtidos se encontram representados na Tabela 3.12.

Tabela 3.12: Intervalos de Confiança para os valores do parâmetro p (por Modelo)

		2016			2017			2018		
		α			α			α		
		0.01	0.05	0.10	0.01	0.05	0.10	0.01	0.05	0.10
R02	Extremo Inferior	1.10%	1.11%	1.12%	0.93%	0.94%	0.95%	0.56%	0.57%	0.57%
	Extremo Superior	1.19%	1.18%	1.17%	1.02%	1.01%	1.01%	0.63%	0.62%	0.62%
R03	Extremo Inferior	0.71%	0.78%	0.81%	0.44%	0.50%	0.53%	0.47%	0.53%	0.55%
	Extremo Superior	1.25%	1.18%	1.15%	0.91%	0.85%	0.82%	0.95%	0.90%	0.87%
R04	Extremo Inferior	0.56%	0.57%	0.58%	0.68%	0.70%	0.70%	0.61%	0.62%	0.62%
	Extremo Superior	0.65%	0.64%	0.63%	0.78%	0.77%	0.76%	0.70%	0.68%	0.68%
R05	Extremo Inferior	1.84%	1.86%	1.87%	1.22%	1.23%	1.23%	1.03%	1.04%	1.05%
	Extremo Superior	1.95%	1.93%	1.92%	1.31%	1.30%	1.29%	1.12%	1.11%	1.10%
R06	Extremo Inferior	0.79%	0.82%	0.84%	0.44%	0.46%	0.48%	0.38%	0.41%	0.42%
	Extremo Superior	1.08%	1.04%	1.02%	0.65%	0.63%	0.62%	0.58%	0.56%	0.55%
E02	Extremo Inferior	1.26%	1.48%	1.58%	0.87%	1.05%	1.14%	0.49%	0.64%	0.72%
	Extremo Superior	3.04%	2.83%	2.72%	2.39%	2.21%	2.11%	1.75%	1.60%	1.52%
E03	Extremo Inferior	1.79%	1.96%	2.05%	0.67%	0.79%	0.85%	1.19%	1.33%	1.41%
	Extremo Superior	3.27%	3.09%	3.00%	1.67%	1.55%	1.49%	2.40%	2.26%	2.18%
E10	Extremo Inferior	2.59%	2.65%	2.67%	1.72%	1.76%	1.79%	1.44%	1.48%	1.50%
	Extremo Superior	3.05%	2.99%	2.96%	2.09%	2.05%	2.03%	1.78%	1.74%	1.72%

Assim, analisando os resultados é possível afirmar que os valores obtidos correspondem ao que seria expectável.

Visto que em 2014 se registaram valores de PD observada superiores ao que seria de esperar, considerou-se relevante efetuar testes aos modelos para os dados deste ano. No entanto, o modelo R03 não foi testado, uma vez que o número de clientes associado era residual.

Do mesmo modo, os valores associados às PD's teóricas foram obtidos recorrendo ao cálculo da média ponderada. Assim, e nas mesmas condições aplicadas nos testes aos modelos anteriormente realizados, os resultados obtidos apresentam-se, em seguida, na *Tabela 3.13*.

Tabela 3.13: Resultados dos Testes de Hipótese por Modelo – Ano 2014

		2014		
		α		
		0.01	0.05	0.10
R02	Z_{obs}	-2.64	-2.64	-2.64
	valor-p	0.9959	0.9959	0.9959
	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0
R04	Z_{obs}	-1.90	-1.90	-1.90
	valor-p	0.9713	0.9713	0.9713
	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0
R05	Z_{obs}	2.92	2.92	2.92
	valor-p	0.0018	0.0018	0.0018
	Conclusão	Rej. H0	Rej. H0	Rej. H0
R06	Z_{obs}	-2.24	-2.24	-2.24
	valor-p	0.9875	0.9875	0.9875
	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0
E02	Z_{obs}	-4.06	-4.06	-4.06
	valor-p	≈1	≈1	≈1
	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0
E03	Z_{obs}	-2.66	-2.66	-2.66
	valor-p	0.9962	0.9962	0.9962
	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0
E10	Z_{obs}	-10.07	-10.07	-10.07
	valor-p	≈1	≈1	≈1
	Conclusão	Não Rej. H0	Não Rej. H0	Não Rej. H0

Através dos valores apresentados, é possível concluir que o facto de se terem registado valores de PD observada superiores aos valores de PD teórica em alguns graus de risco, afetou o desempenho do modelo R05 uma vez que, existiram evidências que conduziram à rejeição da Hipótese Nula, para todos os níveis de significância usuais. No ano em análise, foi identificado que os valores da PD observada ultrapassaram significativamente os valores máximos definidos para as PD's teóricas em grande parte da carteira (cerca de 40% como é possível constatar através da informação apresentada na *Tabela 3.6*). Não obstante, o desempenho dos restantes modelos não aparenta ter sido afetado.

Ora, uma vez que o valor-p corresponde à probabilidade de obter valores observados da Estatística de Teste iguais ou superiores ao valor obtido e, visto que o valor obtido para o modelo R05 é relativamente pequeno (valor-p = 0.0018), pode-se afirmar que existe uma probabilidade pequena de se verificarem observações extremas da Estatística de Teste, cuja conclusão seria a não rejeição da Hipótese Nula.

Adicionalmente, apresentam-se na *Tabela 3.14* os valores obtidos para os extremos inferior e superior que compõem os intervalos de confiança associados aos modelos, para o ano 2014. De referir que, uma vez que o parâmetro p representa valores de PD que, por sua vez, correspondem a probabilidades, o seu valor não pode ser negativo pelo que, para o modelo R04 e para os níveis de significância de 99% e 95%, assume-se que o valor do extremo inferior dos intervalos seja nulo.

Tabela 3.14: Intervalos de Confiança para os valores do parâmetro p (por Modelo) – Ano 2014

		2014		
		α		
		0.01	0.05	0.10
R02	Extremo Inferior	0.29%	0.52%	0.64%
	Extremo Superior	2.23%	2.00%	1.88%
R04	Extremo Inferior	-0.37%	-0.10%	0.04%
	Extremo Superior	1.91%	1.64%	1.50%
R05	Extremo Inferior	2.11%	2.15%	2.18%
	Extremo Superior	2.49%	2.45%	2.42%
R06	Extremo Inferior	1.05%	1.28%	1.40%
	Extremo Superior	2.95%	2.72%	2.61%
E02	Extremo Inferior	0.30%	0.61%	0.76%
	Extremo Superior	2.85%	2.55%	2.39%
E03	Extremo Inferior	1.93%	2.20%	2.34%
	Extremo Superior	4.19%	3.92%	3.79%
E10	Extremo Inferior	2.44%	2.53%	2.58%
	Extremo Superior	3.20%	3.11%	3.06%

4. Conclusão

Ao longo deste projeto, o principal objetivo foi efetuar uma análise a dois reportes solicitados a Instituições de Crédito.

Assim, no segundo capítulo – 2. *O Relatório do SRB (Single Resolution Board)* – foi descrito em que consiste o processo de resolução de um Banco e quais as autoridades encarregues de executar esse processo. Como foi mencionado, o reporte do SRB permite avaliar a sustentabilidade da entidade num determinado momento e, como tal, os Bancos têm de recolher e fornecer informação que lhes seja solicitada pelo SRB. Nesse âmbito, foi efetuada uma descrição de alguns dos reportes solicitados e em que consistem.

A informação apurada pelos Bancos e posteriormente reportada nestes *templates*, deve ser o mais precisa possível e é essencial que se garanta a sua uniformidade. Portanto, considerou-se relevante avaliar alguns dos valores apurados de forma a perceber se estes estavam em linha com o que seria expectável, tendo-se optado por selecionar um valor associado a derivados e outro valor associado a depósitos elegíveis para *Bail-In*. Assim, procedeu-se à criação de duas séries temporais e recorreu-se ao método gráfico (*box plot*) para averiguar se existiam evidências que indicassem a necessidade de classificar os valores sob avaliação como *outliers*. Após analisados os gráficos construídos, observou-se que tanto o valor em análise associado aos derivados como o valor associado a depósitos elegíveis para *Bail-In*, não divergiam dos valores considerados expectáveis para estes dois produtos pelo que, não se tratava de *outliers*.

No terceiro capítulo – 3. *Avaliação dos Portfólios de Crédito – Static Pool* – descreveu-se em que consiste o reporte efetuado no âmbito da *Static Pool* e quais as condições que os empréstimos têm de verificar para que sejam elegíveis e, portanto, incluídos nos Portfólios.

Com o objetivo de avaliar o desempenho dos modelos do Banco e o nível de risco dos empréstimos selecionados, foram efetuados testes de hipóteses que permitiram averiguar se a migração entre clientes para o estado de incumprimento estava de acordo com a PD teórica atribuída. Adicionalmente, foram construídos intervalos de confiança aos quais os valores da PD observada poderiam pertencer.

Inicialmente, efetuou-se uma análise descritiva aos dados que permitiu perceber quais os modelos que seriam relevantes de incluir na avaliação a efetuar e, selecionando apenas os clientes associados a esses modelos, efetuou-se uma análise à distribuição do risco nos Portfólios criados, assim como à migração entre graus de risco verificada durante o período de monitorização. Observou-se, também, qual a probabilidade de entrada em incumprimento observada, por grau de risco.

Após uma primeira análise e, no âmbito dos testes de hipóteses realizados aos graus de risco iniciais, considerou-se que apenas casos em que a PD observada fosse superior à PD teórica associada constituiriam um problema de estimação de parâmetros. Analisando os resultados obtidos no seguimento destes testes, foi possível constatar que, para os dados de 2016, 2017 e 2018, a grande maioria das PD's observadas para os diversos graus de risco considerados, estava em linha com a PD teórica atribuída sendo que, apenas foram registadas diferenças significativas a nível do grau de risco M.

Adicionalmente, os testes de hipóteses foram também realizados a nível dos modelos considerados tendo-se concluído que estes apresentaram um desempenho adequado, não tendo sido registadas diferenças significativas entre a PD observada e a PD teórica para os testes efetuados aos dados dos anos mencionados. Logo, a subestimação associada ao grau M não aparenta ter afetado a *performance* destes modelos, o que pode ser justificado pela baixa representatividade deste grau de risco na carteira total.

Em 2014, verificou-se uma maior percentagem de casos de entrada em incumprimento. Assim, considerou-se relevante testar se tal poderia ter impactado o desempenho dos modelos pelo que se replicou o teste anteriormente realizado para os dados deste ano e, analisando os resultados obtidos, foi possível constatar que um dos modelos aparenta ter sido afetado. Portanto, tal pode ser justificado pelo facto de a percentagem de clientes que entrou em incumprimento ao longo do período de monitorização ter sido significativamente superior à registada para os dados dos outros anos.

Bibliografia

- Fonseca, R. (2019). Apontamentos da Cadeira de Análise de Risco
- Alpuim, T. (2019). Apontamentos da Cadeira de Probabilidade e Estatística
- *Single Resolution Board. Resolution Q&A.*
URL: <https://srb.europa.eu/en/content/resolution-qa>
- *Single Resolution Board. MREL.*
URL: <https://srb.europa.eu/en/content/mrel>
- *Single Resolution Board. MREL.*
URL: https://srb.europa.eu/sites/default/files/list_of_public_qas_on_mrel_-_clean.pdf
- *Single Resolution Board. Critical Functions.*
URL: <https://srb.europa.eu/en/content/critical-functions>
- Banco de Portugal. O Rácio de Alavancagem em Basileia III: Uma Discussão.
URL: https://www.bportugal.pt/sites/default/files/anexos/papers/ree1712_p.pdf
- Banco de Portugal. Derivados.
URL: <https://www.bportugal.pt/glossario/d>
- Wikipedia. *Box Plot.*
URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Box_plot
- Banco Central Europeu. Direitos de Crédito Adicionais.
URL: https://www.ecb.europa.eu/explainers/tell-me-more/html/acc_frameworks.pt.html
- Banco Central Europeu. Ativos de Garantia.
URL: <https://www.ecb.europa.eu/explainers/tell-me/html/collateral.pt.html>
- Banco Central Europeu. *Haircuts.*
URL: <https://www.ecb.europa.eu/explainers/tell-me-more/html/haircuts.pt.html>
- Banco de Portugal. Instrução nº7/2012.
URL: <https://www.bportugal.pt/instrucao/72012>