



Marta Isabel Macedo Pereira

Uma plataforma Web para a gestão de dados e modelos de previsão de aderência em sistemas de reforço de betão

Universidade do Minho
Escola de Engenharia





Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Marta Isabel Macedo Pereira

Uma plataforma Web para a gestão de
dados e modelos de previsão de aderência
em sistemas de reforço de betão

Dissertação de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao Grau de
Mestre em Engenharia e Gestão de Sistemas de Informação

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Paulo Alexandre Ribeiro Cortez

e co-orientação do
Professor Doutor José Manuel Sena Cruz

DECLARAÇÃO

Nome: Marta Isabel Macedo Pereira

Endereço eletrónico: a54057@alunos.uminho.pt **Telefone:** 963635001

Cartão do Cidadão: 13382842

Título da dissertação: Uma plataforma *Web* para a gestão de dados e modelos de previsão de aderência em sistemas de reforço

Orientadores:

Professor Doutor Paulo Alexandre Ribeiro Cortez

Professor Doutor José Manuel Sena Cruz

Ano de conclusão: 2014

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão de Sistemas de Informação

É autorizada a reprodução integral desta dissertação apenas para efeitos de investigação, mediante declaração escrita do interessado, que a tal se compromete.

Universidade do Minho, ____/____/____

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu Orientador, Professor Doutor Paulo Cortez pela oportunidade de realizar este projeto, assim como todo o apoio e disponibilidade oferecido. Gostaria igualmente de agradecer ao meu Co-orientador Professor Doutor José Sena Cruz, por toda a ajuda e disponibilidade oferecida.

Não poderia deixar de agradecer também ao aluno do programa doutoral em Engenharia Civil, Mário Coelho, uma vez que foi ele que sugeriu a realização deste projeto e também foi demonstrando uma grande disponibilidade que proporcionou o bom rumo do mesmo.

Gostaria de agradecer à minha mãe Maria de Fátima e ao meu pai Bento Pereira, ao meu irmão Márcio Pereira por todo o apoio, carinho e confiança que me proporcionaram durante todo o meu percurso académico.

Gostaria igualmente de agradecer ao meu namorado, Sérgio Barbosa, pela paciência, ajuda e compreensão nas horas mais árduas e mais conflituosas. Por fim e não menos importante, agradeço a todos os meus amigos, por toda a amizade, apoio e companheirismo durante todo o percurso académico. Em especial, à Benedita Moura e Nadine Domingos por todo o companheirismo e amizade.

Refere-se ainda que este trabalho foi desenvolvido no contexto do projeto CutInDur PTDC/ECM/112396/2009, apoiado por fundos FEDER através do Programa Operacional Fatores de Competitividade - COMPETE e fundos nacionais, através da FCT - Fundação Português de Ciência e Tecnologia.

A todos, muito obrigada!

RESUMO

Atualmente, as inovações *Web* desempenham um papel fulcral no sucesso das investigações científicas. Estas investigações vivem num ambiente altamente competitivo e exigente, encontrando nos projetos inovadores uma forma de garantir diferenciação no ambiente em que atuam.

Na Universidade do Minho, e em particular no Departamento de Engenharia Civil, optaram pela diferenciação numa investigação científica em curso ao proporem a construção de uma plataforma *Web* de suporte à experimentação científica. Foi verificado que o ambiente na qual a investigação decorre possui uma lacuna na agregação de informação proveniente de experiências científicas realizadas no âmbito do estudo da aderência de elementos de betão reforçados com FRP inseridos na sua camada de recobrimento. Para completar esta lacuna e criar inovação, foi igualmente proposta a inclusão de previsões *online* de modelos de *data mining* na plataforma e a geração de gráficos com variáveis selecionadas pelos utilizadores. Para a sua conceção foi utilizada a linguagem PHP associada a bibliotecas interativas que permitissem realizar todas as funcionalidades exigidas pelo cliente. Após a realização da plataforma em conformidade com requisitos foi implementada uma metodologia de avaliação com o objetivo de avaliar a respetiva plataforma.

Pretende-se com o desenvolvimento desta dissertação reforçar que a *Internet* é uma ferramenta fundamental nas investigações científicas, onde os investigadores poderão registar os resultados das suas experiências realizadas em laboratórios físicos para que qualquer utilizador possa ter acesso às mesmas em qualquer lugar, sem ter a necessidade de se deslocar fisicamente. Igualmente pretende-se demonstrar que esta ferramenta oferece aos investigadores a possibilidade de realizar previsões analíticas *online* de uma forma prática, eficiente e útil, sendo apenas necessário ter acesso a um *browser*.

Palavras-chave: aplicação *Web*, *data mining*, previsões analíticas *online*

ABSTRACT

Nowadays, Web innovations take a very important role in the success of scientific researches. These researches are included in a competitive and demanding environment and rely on innovation projects to achieve difference between others researches included in the same environment.

At the department of Civil Engineering in University of Minho, it was opted to innovate by constructing a Web platform that would help a scientific experiment. It was verified in the environment where this research is inserted a need to aggregate the information that comes from the scientific experiments obtained by the study of adherence of the concrete elements. Further desired enhancements included the online prediction of data mining models in the Web platform and also the possibility of generating graphs by the users. For the Web platform design we used PHP associated with interactive libraries that allowed us obtain all the functionalities demanded by the client. After the construction of the platform in concordance with the entire client requirements, it was settled an evaluation methodology with the purpose to evaluate the platform.

The purpose of this investigation is to reinforce the idea that Internet can be a crucial tool of scientific research where the researchers can register the results of their experiments in physical labs and access the same results anywhere. The researchers are also capable of making analytical online predictions in a practical, efficient and helpful way by only needing a Internet browser.

Keywords: Web application, data mining, online analytical predictions

ÍNDICE

Declaração	i
Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice.....	ix
Lista de Figuras	xiii
Lista de Tabelas	xvii
Lista de acrónimos	xix
Capítulo 1- Introdução	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Formulação do problema.....	2
1.3. Objetivos e resultados esperados.....	3
1.4. Plano de atividades	4
1.5. Organização do documento	5
Capítulo 2- Revisão de Literatura.....	9
2.1. Desenvolvimento de aplicações <i>Web</i>	9
2.1.1. Arquitetura cliente-servidor.....	9
2.1.2. Requisitos de <i>software web</i>	10
2.1.3. Normas de qualidade de <i>software Web</i>	12
2.1.4. <i>Web Analytics</i>	14
2.2. Fundamentos de apoio à área científica sobre aderência em sistemas de reforço de betão. 15	
2.2.1. <i>Fiber Reinforced Polymers</i>	15
2.2.2. Técnica <i>Near-Surface Mounted</i>	16
2.3. Plataformas <i>Web</i> de suporte a experimentação científica	16
2.2.1. Aplicações <i>Web</i>	16
2.2.2. Necessidade das plataformas <i>Web</i> de suporte a experimentação científica	18
2.2.3. Trabalhos relacionados	19

Capítulo 3 - Abordagem metodológica e tecnológica	23
3.1. Metodologia de investigação	23
3.2. Metodologia de <i>data mining</i>	25
3.3. Modelo do processo de desenvolvimento	27
3.4. Tecnologias.....	28
3.4.1. <i>MySQL Workbench</i>	28
3.4.2. Servidor <i>Web Apache / Xampp</i>	28
3.4.3. <i>Netbeans</i> IDE	29
3.4.4. <i>R/rminer</i>	31
3.4.5. HTML 5.....	32
3.4.6. CSS 3.....	32
3.4.7. PHP 5.4	33
3.4.8. <i>JavaScript/jQuery</i>	34
Capítulo 4 – Conceção e desenvolvimento da plataforma <i>Web - DataBase of Bond Tests of FRP NSM Systems in Concrete</i>	37
4.1. Análise e especificação de requisitos	37
4.1.1. Requisitos funcionais	37
4.1.2. Requisitos não funcionais	43
4.2. Arquitetura cliente-servidor	43
4.3. Ambiente de desenvolvimento	45
4.4. Base de dados	45
4.4.1. Descrição dos dados.....	45
4.4.2. Estruturação da base de dados.....	46
4.5. Integração das previsões <i>online</i>	49
4.6. Módulos da plataforma.....	50
4.7. <i>Layout</i> da plataforma	52
4.7.1. Página inicial	52
4.7.2. Listagem de artigos científicos	53
4.7.3. Registo de artigos científicos	54
4.7.4. Listagem dos provetes	55

4.7.5.	Visualizar um provete	56
4.7.6.	Registo de um provete por formulário.....	56
4.7.7.	Registar provetes por ficheiro.....	57
4.7.8.	Estatísticas dos provetes.....	58
4.7.9.	Geração de gráficos.....	58
4.7.10.	Previsões.....	59
4.7.11.	Fórum.....	60
Capítulo 5 – Avaliação dos resultados obtidos.....		61
5.1.	Metodologia de avaliação.....	61
5.1.1.	Avaliação qualitativa	61
5.1.2.	Avaliação quantitativa	62
5.1.3.	Avaliação de trabalhos relacionados.....	63
5.1.4.	Avaliação das normas de qualidade	63
5.2.	Resultados obtidos	63
5.2.1.	Avaliação qualitativa via inquéritos	64
5.2.2.	Avaliação quantitativa via <i>Web Analytics</i>	67
5.2.3.	Comparação com trabalhos relacionados.....	73
5.2.4.	Normas de qualidade	76
Capítulo 6 – Conclusões.....		79
6.1.	Síntese.....	79
6.2.	Discussão	80
6.3.	Trabalho futuro	81
Bibliografia		83
Anexo I – Diagramas UML		87
	Diagramas de caso de uso.....	87
	Diagramas de atividade.....	89
	Diagramas de sequência.....	93
Anexo II – Descrição dos atributos das tabelas da base de dados		99
Anexo III – Resultados gráficos do questionário <i>online</i>.....		105
Anexo IV – Correlação Linear		109

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Grupos de provetes (esquerda DPT e direita BPT)	3
Figura 2- Plano relativo ao Projeto de Dissertação	5
Figura 3- Plano relativo ao Relatório de Dissertação.....	5
Figura 4 - Arquitetura cliente-servidor, conforme a fonte (Winckler & Pimenta, 2002)	10
Figura 5 - Características da ISO 9126, adaptado de (Chua & Dyson, 2004).....	12
Figura 6 - Tarefas do processo <i>Web Analytics</i> , adaptado de (Cutroni, 2010)	14
Figura 7 - Evolução das páginas <i>Web</i> , conforme a fonte (Taivalsaari et al., 2008)	17
Figura 8 - Fases do CRISP-DM, adaptado de (Wirth & Hipp, 2000).....	26
Figura 9 - Modelo de prototipagem evolutiva, conforme a fonte (Filho, 2003)	27
Figura 10 - Funcionamento do PHP, adaptado de (Sklar, 2004)	34
Figura 11 – Animação do <i>jQuery</i> , conforme a fonte Plataforma BFN.....	35
Figura 12 - Diagrama caso de uso do nível 0 da BFN	39
Figura 13 - Diagrama caso de uso “Gerir conta”	40
Figura 14 - Diagrama de atividade efetuar registo.....	41
Figura 15 - Diagrama de sequência efetuar registo	42
Figura 16 - Arquitetura da aplicação <i>Web</i> via cliente-servidor	44
Figura 17 - Diagrama de entidade e relacionamento.....	48
Figura 18- Módulos da plataforma BFN	50
Figura 19 – Layout da página inicial da plataforma BFN	53
Figura 20 - Secção do administrador.....	53
Figura 21 - Layout da lista de artigos científicos	54
Figura 22 – <i>Layout</i> do registo de artigos científicos	55
Figura 23 - <i>Layout</i> da listagem dos provetes.....	55
Figura 24 - <i>Layout</i> da visualização do provete	56
Figura 25 - <i>Layout</i> do registo do um provete por formulário.....	57
Figura 26- <i>Layout</i> do registo de provetes por ficheiro.....	58
Figura 27 - <i>Layout</i> das estatísticas dos provetes.....	58
Figura 28 – <i>Layout</i> da geração de gráficos.....	59
Figura 29 - <i>Layout</i> das previsões.....	59

Figura 30 - <i>Layout</i> do resultado da fórmula ACI.....	60
Figura 31 - <i>Layout</i> do fórum.....	60
Figura 32 - Divisão dos utilizadores que responderam ao questionário por profissão, conforme a fonte <i>Google Analytics</i>	64
Figura 33 - Visitas diárias, conforme a fonte Plataforma BFN.....	68
Figura 34 - Percentagem de utilização, conforme a fonte <i>Google Analytics</i>	69
Figura 35 - Visitas por área geográfica, conforme a fonte Plataforma BFN.....	69
Figura 36 - Medição da utilização por país, conforme a fonte <i>Google Analytics</i>	70
Figura 37 - Visitas por <i>browser</i> , conforme a fonte <i>Google Analytics</i>	70
Figura 38 - Tempo médio de carregamento de uma página na plataforma, conforme a fonte <i>Google Analytics</i>	71
Figura 39 - Categoria do dispositivo acedido pela plataforma, conforme a fonte <i>Google Analytics</i>	71
Figura 40 - Informações do dispositivo acedido pela plataforma, conforme a fonte <i>Google Analytics</i>	72
Figura 41 - Páginas mais visitadas, conforme a fonte <i>Google Analytics</i>	72
Figura 42 - Utilizadores registados, conforme a fonte Plataforma BFN.....	73
Figura 43 - Diagrama caso de uso “Gerir artigo científico”.....	87
Figura 44 - Diagrama caso de uso “Gerir provete”.....	87
Figura 45 - Diagrama caso de uso “Gerir resultado”.....	88
Figura 46 - Diagrama caso de uso “Gerir fórum”.....	88
Figura 47 - Diagrama caso de uso "Gerir previsão".....	89
Figura 48 - Diagrama de atividade registar artigo.....	89
Figura 49 - Diagrama de atividade visualizar artigo.....	89
Figura 50 - Diagrama de atividade remover artigo.....	90
Figura 51 - Diagrama de atividade consultar artigo.....	90
Figura 52 - Diagrama de atividade alterar artigo.....	90
Figura 53 - Diagrama de atividade inserir provete.....	90
Figura 54 - Diagrama de atividade remover provete.....	90
Figura 55 - Diagrama de atividade visualizar provete.....	90
Figura 56 - Diagrama de atividade alterar dados.....	91
Figura 57 - Diagrama de atividade aprovar provete.....	91
Figura 58 - Diagrama de atividade gerar gráfico.....	91
Figura 59 - Diagrama de atividade listar gráfico dos resultados.....	91

Figura 60 - Diagrama de atividade adicionar tópico	91
Figura 61 - Diagrama de atividade adicionar mensagem.....	91
Figura 62 - Diagrama de atividade apagar mensagens.....	92
Figura 63 - Diagrama de atividade visualizar mensagens	92
Figura 64 - Diagrama de atividade efetuar <i>login</i>	92
Figura 65 - Diagrama de atividade eliminar conta	92
Figura 66 - Diagrama de atividade atualizar conta	93
Figura 67 - Diagrama de atividade obter previsões de resistência	93
Figura 68 - Diagrama de sequência inserir provete	93
Figura 69 - Diagrama de sequência remover provetes	94
Figura 70 - Diagrama de sequência visualizar provetes	94
Figura 71 - Diagrama de sequência gerar gráfico do resultado.....	94
Figura 72 - Diagrama de sequência listar gráficos de resultados	95
Figura 73 - Diagrama de sequência adicionar tópico.....	95
Figura 74 - Diagrama de sequência adicionar mensagem.....	95
Figura 75 - Diagrama de sequência apagar mensagem	96
Figura 76 - Diagrama de sequência visualizar mensagens	96
Figura 77 - Diagrama de sequência efetuar <i>login</i>	96
Figura 78 - Diagrama de sequência eliminar conta	97
Figura 79 - Diagrama de sequência atualizar conta	97
Figura 80 - Diagrama de sequência obter previsões de resistência.....	98
Figura 81 – Variáveis das tabelas aplicadas aos provetes	104
Figura 82 - Percentagem da utilidade da plataforma BFN para os utilizadores.....	105
Figura 83 - Percentagem dos utilizadores que consideram que a plataforma auxiliará a terminar as suas tarefas no trabalho mais rapidamente	105
Figura 84 - Percentagem dos utilizadores que consideram útil a plataforma BFN	105
Figura 85 - Percentagem dos utilizadores que recomendam a plataforma BFN	106
Figura 86 - Percentagem dos utilizadores que consideram ser fácil entender a plataforma	106
Figura 87 - Percentagem dos utilizadores que consideram as previsões <i>online</i> úteis	106
Figura 88 - Percentagem dos utilizadores que consideram a interface gráfica intuitiva e de fácil utilização.....	106

Figura 89 - Percentagem dos utilizadores que acharam útil a funcionalidade da plataforma de gerar gráficos	107
Figura 90 - Percentagem dos utilizadores que consideram o <i>tooltip</i> útil.....	107
Figura 91 - Percentagem dos utilizadores que acham que a quantidade de informação sem registo é suficiente para o cativar.....	107
Figura 92 - Percentagem dos utilizadores que reconhecem que um manual de ajuda seria útil na plataforma.....	107
Figura 93 - Percentagem dos utilizadores que consideram a plataforma satisfatória.....	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Exemplos de aplicações <i>Web</i>	2
Tabela 2 - Subcaracterísticas da ISO 9126, adaptado de (Chua & Dyson, 2004).....	13
Tabela 3- Comparação de funcionalidades das plataformas <i>Web</i>	21
Tabela 4 - Cruzamento das diretrizes da metodologia <i>Design science</i> com o projeto	25
Tabela 5 - Linguagens suportadas pelo <i>NetBeans</i> IDE, adaptado de (Oracle Corporation, 2014)	30
Tabela 6 - Permissões dos atores da plataforma BFN.....	38
Tabela 7 - Resultados do questionário <i>online</i> (realça-se células a verde mais positivas e células a amarelo menos positivas)	65
Tabela 8 - Coeficiente de correlação de <i>Pearson</i> (realça-se a célula uma correlação mais forte e a célula a vermelho uma correlação mais fraca)	67
Tabela 9 - Comparação de trabalhos relacionados com a BFN.....	74
Tabela 10 - Mapeamento das normas de qualidade com a BFN	76
Tabela 11 - Descrição dos atributos da base de dados	99
Tabela 12 - Gráficos obtidos no questionário <i>online</i>	105
Tabela 13 - Correlações para todos os pares de questões	109

LISTA DE ACRÓNIMOS

Nesta secção são apresentados acrónimos referenciados no decorrer do respetivo documento:

ACI - *American Concrete Institute*

BFN - *DataBase of Bond Tests of FRP NSM Systems in Concrete*

BPT - *Beam Pullout Specimens*

CSS - *Cascading Style Sheet*

DABASUM - *Data Base for FRP-based Shear strengthening of reinforced concrete beams - University of Minho*

DEC-UM - *Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho*

DPT - *Direct Pullout Specimens*

ER - *Entity-Relationship*

FRP - *Fiber Reinforced Polymers*

FTP - *File Transfer Protocol*

HTML - *HyperText Markup Language*

HTTP - *Hypertext Transfer Protocol*

IDE - *Integrated Development Environment*

ISO - *International Organization for Standardization*

KDD - *Knowledge Discovery and Data Mining*

KOBAS - *KEGG Orthology Based Annotation System*

NN - *Neural Network*

NSM - *Near-Surface Mounted*

OCHEM - *Online Chemical Modeling Environment*

PHP - *Hypertext Preprocessor*

QSAR - *Quantitative structure-activity relationship*

RSS - *Rich Site Summary*

SA - *Concrete Institute of Australia*

SVM - *Support Vector Machine*

TCP/IP - *Transmission Control Protocol e Internet Protocol*

UML - *Unified Modeling Language*

W3C - *World Wide Web Consortium*

WWW - *World Wide Web*

CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO

Este capítulo descreve o contexto da presente dissertação, bem como a motivação associada à mesma. Esta motivação está associada ao problema que foi apresentado pelo Departamento de Engenharia Civil e, ao qual, a presente dissertação procurou solucionar. Numa segunda parte deste capítulo, referem-se os principais objetivos a atingir e a estrutura desta dissertação.

1.1. Contextualização

Antes de surgir a *Internet* o computador não era utilizado como um auxílio de comunicação. Mas com o aparecimento da *Internet* e mais tarde da chamada *Web 2.0*, passou a ser conhecido como um meio de comunicação eficiente.

A *Internet* interliga vários computadores e utiliza um padrão de protocolos para trocar informações. Por exemplo, para a interligação de computadores é necessário a utilização de protocolos *Transmission Control Protocol* e *Internet Protocol* (TCP/IP) de forma a garantir a integridade dos dados e uniformizar a comunicação, e para a transferência de ficheiros é necessário os Protocolos de Transferência de Arquivos (FTP - *File Transfer Protocol*). Este último protocolo foi criado para que as Universidades utilizassem a *Internet* no desenvolvimento de pesquisas (Marques & Marin, 2002).

Com a evolução da tecnologia, nomeadamente dos protocolos, surgiu a *World Wide Web* (WWW ou *Web*), em 1980 na Suíça. A *Web* foi considerada como o meio de comunicação mais eficiente para partilhar e distribuir informações. Por isso, a sua disseminação e utilização rapidamente foi adotada e se “espalhou por novas áreas fora do seu uso original, incluindo a distribuição de fotografias, músicas, vídeos, entre outros” (Taivalsaari *et al.*, 2008). Ao se perceber a *Web* como o novo canal de disseminação, muitas empresas de diferentes áreas adotaram este meio de divulgação, com a utilização de plataformas *Web*, para expandir os seus negócios. Com esta evolução, diversas áreas de investigações científicas, também começaram a perceber as vantagens da *Web* como um meio de informação em que rapidamente divulga e partilha a informação (Marques & Marin, 2002).

O *browser* tornou-se uma plataforma base para a utilização de aplicações *Web*. As aplicações atualmente são desenvolvidas para a *Web* para serem utilizadas por qualquer pessoa, em qualquer lugar e a qualquer hora (Taivalsaari *et al.*, 2008). São exemplos de aplicações *Web* (Tabela 1) (Stuttard & Pinto, 2008):

Tabela 1- Exemplos de aplicações *Web*

Aplicações <i>Web</i>	Logotipo
Banca – “ <i>Citibanck</i> ”	
E-Mail – “ <i>Hotmail</i> ”	
Enciclopédia Interativa – “ <i>Wikipédia</i> ”	
Leilões de produtos – “ <i>eBay</i> ”	
Pesquisa – “ <i>Google</i> ”	
Redes Sociais – “ <i>MySpace</i> ”	
<i>Shopping online</i> – “ <i>Amazon</i> ”	

1.2. Formulação do problema

No contexto do reforço de estruturas de betão, a técnica designada por *Near-Surface Mounted* (NSM) com *Fiber Reinforced Polymers* (FRP) tem vindo a demonstrar elevada eficiência no reforço à flexão (Sena-Cruz *et al.*, 2011). Esta técnica baseia-se na inserção de laminados ou varões de FRP no betão de recobrimento do elemento a reforçar. A sua aplicação segue os seguintes procedimentos:

- execução dos entalhes na face do elemento de betão a reforçar.
- limpeza dos entalhes.
- preparação do FRP.
- preparação do adesivo.
- aplicação do adesivo no entalhe e FRP.

- inserção do FRP no entalhe e acabamento final da zona reforçada.

A comunidade científica tem vindo a desenvolver diversos estudos, face à elevada eficiência da técnica. Um dos aspetos cruciais para a compreensão da técnica resulta da análise da ligação entre o FRP e o betão. Esta análise, por via experimental, realiza-se com recurso a ensaios de arranque. Estes ensaios podem ser divididos em dois grandes grupos: ensaios de arranque direto ou em flexão (Figura 1). Em ambos os casos, o objetivo do ensaio é registar o deslizamento do FRP em relação ao betão envolvente e à força instalada no FRP ao longo do ensaio.



Figura 1 - Grupos de provetes (esquerda DPT e direita BPT)

Com vista a entender melhor o comportamento da ligação FRP/betão no âmbito da técnica NSM, foi efetuada uma recolha de ensaios de arranque existentes na bibliografia da especialidade. Com estes ensaios reunidos numa única base de dados foi possível validar a capacidade preditiva das formulações de dimensionamento existentes, nomeadamente *American Concrete Institute (ACI)* e *Concrete Institute of Australia (SA)*.

Tendo-se verificado que as formulações apresentavam grandes erros de previsão, foram propostas formulações alternativas recorrendo a algoritmos de *data mining*.

Uma vez que já existia uma base de dados, por um lado, e que era necessário disponibilizar uma plataforma que facilitasse o uso dos algoritmos de *data mining* por outro, optou-se pelo desenvolvimento de uma plataforma *Web* onde a base de dados ficasse disponível e fosse possível aplicar os modelos de *data mining* desenvolvidos.

1.3. Objetivos e resultados esperados

A presente dissertação tem como objetivo desenvolver uma plataforma *Web* com análises *online* que permitem realizar previsões sobre a capacidade resistente da ligação de estruturas de betão reforçadas

com materiais FRP, segundo a técnica NSM. Como referido anteriormente, esta aplicação *Web* consiste no suporte a experimentações científicas na área de Engenharia Civil.

Para a concretização do objetivo desta dissertação foi seguida a metodologia de investigação *Design science* (descrito futuramente na Secção 3.1), que permitiu auxiliar na compreensão do problema, assim como na definição de objetivos de cada etapa.

Primeiramente foi construído um protótipo (designado como artefacto na metodologia *Design science*) com poucas funcionalidades, sendo que depois este foi evoluindo até chegar ao produto final. Por fim, a plataforma produzida foi apresentada ao cliente, ou seja, ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho (DEC-UM). Contudo, será de referir que todo o processo de desenvolvimento e aperfeiçoamento da plataforma teve um acompanhamento muito próximo de investigadores do DEC-UM.

Os resultados que se espera alcançar no final do presente trabalho, são os seguintes:

- apresentar uma plataforma *Web* que suporte experimentações científicas.
- demonstrar a utilidade destas plataformas no desenvolvimento e partilha de experimentações científicas.

1.4. Plano de atividades

Nesta secção serão descritas as tarefas e o respetivo planeamento a ser realizado ao longo do projeto, que irão permitir o cumprimento dos objetivos enunciados anteriormente. Na definição das tarefas, foi necessário ter em consideração os objetivos a atingir, a metodologia de investigação, a metodologia *Data Mining*, o tempo e os recursos disponíveis:

- Projeto de dissertação (Figura 2):
 - Estudo da questão de investigação, com a aquisição de artigos nos portais científicos *Google School*, *CiteSeerX* e *B-on*.
Resultado: Conhecimento sobre a questão de investigação
 - Identificação do plano de trabalho, onde foram identificados os objetivos e resultados esperados. Assim como também foram definidas as metodologias a utilizar.
Resultado: Planeamento do trabalho
 - Desenvolvimento de um protótipo da plataforma *Web*.
Resultado: protótipo do artefacto

- Escrita do projeto de dissertação, que inclui a revisão de literatura, os objetivos da dissertação e resultados esperados, a abordagem metodológica, o trabalho atual e o plano de atividades.

Resultado: O projeto de dissertação

- Relatório de dissertação (Figura 3):
 - Continuação do desenvolvimento do protótipo, que incluir acrescentar mais funcionalidades para que possa ser apresentado ao cliente final (Departamento de Engenharia Civil).

Resultado: Artefacto final

- Escrita do relatório de dissertação

Resultado: Relatório de dissertação

No final de cada tarefa existe uma entrega que define as *milestones*, as quais traduzem-se no resultado de cada tarefa. Nas Figura 2 e Figura 3 é possível constatar o diagrama temporal das tarefas.

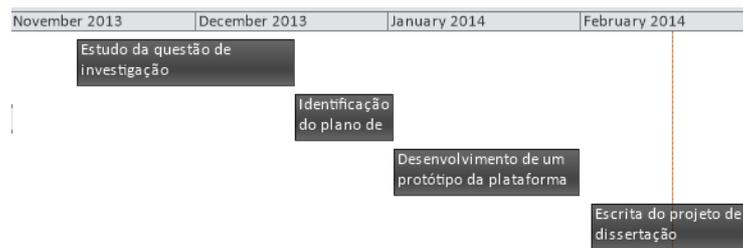


Figura 2- Plano relativo ao Projeto de Dissertação



Figura 3- Plano relativo ao Relatório de Dissertação

1.5. Organização do documento

O presente documento é o resultado final de todo o trabalho desenvolvido. Para esta concretização foi realizado um planeamento adequado, e em que foram recolhidas e relacionadas informações de diferentes fontes, com o objetivo de expor o tema a ser tratado. Assim, esta dissertação encontra-se organizada em seis capítulos, sendo de seguida descritos:

- **Capítulo 1:** introduz o problema a ser resolvido, assim como aborda o âmbito da dissertação;

- **Capítulo 2:** é realizada uma revisão de literatura, onde são apresentados conceitos base fundamentais para desenvolver o projeto e apresentados trabalhos relacionados ao tema da respetiva dissertação. Este capítulo está estruturado em três secções:

- desenvolvimento de aplicações *Web*: aborda definições base de desenvolvimento de aplicações *Web*, como arquitetura, requisitos de *software*, modelo do processo de desenvolvimento, normas de qualidade de *software* e *Web Analytics*;
- fundamentos de apoio à área científica sobre aderência em sistemas de reforço de betão: são descritos sumariamente conceitos que auxiliam a compreender o problema a ser resolvido, isto é, conceitos base utilizados na investigação científica de Engenharia Civil;
- plataformas *Web* de suporte a experimentação científica: é explicitada a definição e evolução das aplicações *Web*, e a necessidade de plataformas *Web* nas experimentações científicas, assim como também são apresentados trabalhos relacionados com o tema em questão.

- **Capítulo 3:** aborda as metodologias utilizadas diretamente e indiretamente nesta dissertação. Também são apresentadas as tecnologias e as linguagens que permitem desenvolver todo o projeto;

- **Capítulo 4:** apresenta a conceção e o desenvolvimento da plataforma *Web*. Este capítulo encontra-se dividido em sete secções:

- análise e especificação de requisitos: são definidos os requisitos funcionais e não funcionais da aplicação. Nos requisitos funcionais, para melhor compreensão foi utilizada a linguagem de modelação *Unified Modeling Language (UML)*;
- arquitetura: é definida e explicitada a arquitetura utilizada no projeto, assim como o seu fluxo;
- ambiente de desenvolvimento: é abordado o ambiente onde todo o projeto foi desenvolvido;
- base de dados: é descrita a proveniência dos dados que se encontram na plataforma e apresentada a estrutura da base de dados;
- implementação das previsões *online*: é descrito todo o processo utilizado para a realização das previsões *online*;
- *layout* da plataforma: são apresentados os *layout* das diferentes páginas da aplicação.

- **Capítulo 5:** descreve-se a metodologia de avaliação e apresentam-se os resultados obtidos para a mesma. A metodologia de avaliação inclui quatro componentes:

- avaliação qualitativa: baseada num questionário colocado *online* para traduzir a satisfação/opinião dos utilizadores;
- avaliação quantitativa: utiliza o *Google Analytics* para monitorizar toda a plataforma;

- avaliação de trabalhos relacionados: compara as funcionalidades dos trabalhos relacionados apresentados no Capítulo 2;
 - avaliação das normas de qualidade: avalia as normas de qualidade apresentadas no Capítulo 2, isto é, verifica-se se a aplicação cumpre as normas de qualidade.
- **Capítulo 6:** neste capítulo é feita uma síntese e apresenta-se uma discussão de todo o trabalho realizado. Por último, são descritas perspectivas de trabalho futuro.

CAPÍTULO 2- REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo é realizado o enquadramento geral aos assuntos abordados nesta dissertação. Inicialmente são apresentados conceitos base de desenvolvimento de aplicações Web e conceitos de apoio à investigação científica em sistemas de reforço de betão. Seguidamente aborda-se a necessidade das plataformas Web nas experimentações científicas, com uma breve descrição da sua definição e um estudo comparativo de funcionalidades entre algumas plataformas exemplo.

2.1. Desenvolvimento de aplicações *Web*

Nesta secção descrevem-se vários conceitos que são relevantes ao desenvolvimento de uma aplicação *Web*. Assim, seguidamente são apresentados os seguintes conceitos: arquitetura cliente-servidor, requisitos de *software*, modelo do processo de desenvolvimento, normas de qualidade e *Web Analytics*.

2.1.1. Arquitetura cliente-servidor

Segundo (Fowler, 2002) o termo arquitetura não apresenta um significado consensual. Existem duas definições na literatura comuns a este termo: uma definição é a partição de alto nível de um sistema em partes, e a outra definição refere-se às decisões que são difíceis de decidir. Também segundo este autor “existem várias arquiteturas num sistema e a vista do que é arquitetonicamente significativo, é aquele que pode mudar ao longo da vida de um sistema”.

Segundo (Winckler & Pimenta, 2002) a arquitetura cliente-servidor é “instalada sobre uma rede de computadores heterogénea”, em que da parte do cliente existe um executável (*browser*) que solicita informações ao servidor e apresenta a resposta destas solicitações ao utilizador. Por outro lado, na parte do servidor, este tem como objetivo responder aos pedidos dos diferentes clientes, bem como a outros servidores. Para melhor compreensão do funcionamento desta arquitetura pode visualizar-se a Figura 4.

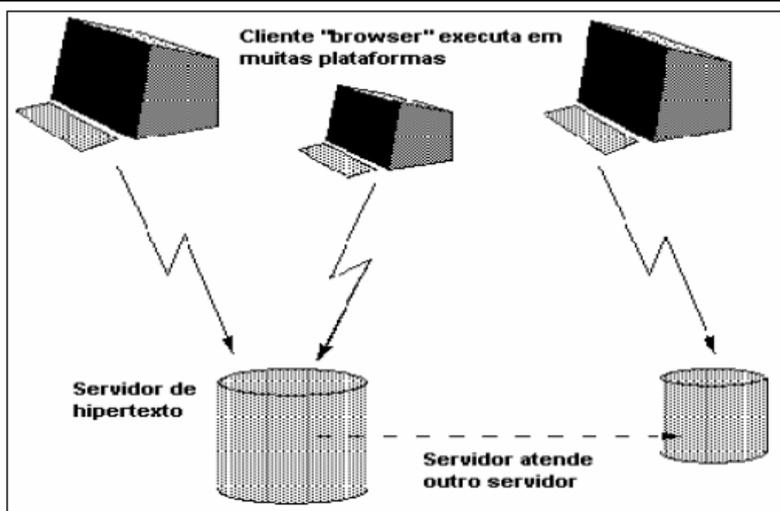


Figura 4 - Arquitetura cliente-servidor, conforme a fonte (Winckler & Pimenta, 2002)

O servidor normalmente encontra-se num computador robusto e funciona como servidor da base de dados. Este tem a responsabilidade de manter a aplicação organizada e disponível para os clientes, de armazenar os dados processados e de transferir estes dados para o cliente (Abinader & Dueire, 2006). Para estas transferências, o modelo utiliza o protocolo *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), pois este “protocolo de transporte não necessita de conexão e é executado sobre a pilha TCP/IP” (Borbinha *et al.*, 1995). A informação enviada dos servidores para os clientes executa o formato *Hypertext Markup Language* (HTML).

É importante referir que este modelo possui algumas limitações, como por exemplo (Abinader & Dueire, 2006):

- necessidade de clientes robustos devido ao processamento complexo das regras de negócio;
- segurança é fraca, pois as regras de negócio encontram-se no lado do cliente;
- largura de banda alta, para ser capaz de responder aos elevados pedidos de clientes, assim como ao envio das respostas.

2.1.2. Requisitos de *software web*

Na literatura existem várias definições para requisitos de *software*, sendo enumeradas as seguintes:

- um requisito de *software* é uma característica que o sistema deve apresentar com o objetivo de resolver um problema (Abran *et al.*, 2001).
- requisitos são características que estabelecem os critérios para um produto ser aceite (Filho, 2003).

- requisitos são características que expressam as necessidades dos clientes e que influenciam o desenvolvimento do *software*, ou são especificações de serviços que o sistema deve possuir ou restrições no sistema (Nardi & Falbo, 2006).

Ao abordar requisitos de *software*, também é fundamental apontar duas definições neste âmbito: requisitos funcionais e requisitos não funcionais. Segundo (Abran *et al.*, 2001) os requisitos variam quanto aos objetivos e quanto às propriedades que retratam, podendo ser assim divididos em requisitos funcionais e não funcionais (Abran *et al.*, 2001):

- requisitos funcionais: são os requisitos que indicam o que o sistema deve fornecer e como o sistema deve atuar. Estes requisitos dependem do tipo de *software* e do ambiente em que atuam;
- requisitos não funcionais: são requisitos que definem restrições ou qualidades para o sistema. As qualidades são características que satisfazem positivamente os utilizadores aquando da utilização da aplicação *Web* e as restrições são limitações da aplicação (Malan & Bredemeyer, 2001).

Cada requisito que não seja atingido é considerado um defeito ou em linguagem informática “*bugs*”, sendo que assim, a qualidade do produto fica comprometida. Ainda segundo (Filho, 2003) “o que decide a qualidade é a comparação com os respetivos requisitos: o confronto entre a promessa e a realização de cada produto.”

Os requisitos podem ser especificados utilizando a linguagem *Unified Modeling Language* (UML). Segundo (Guedes, 2008) a linguagem UML é uma linguagem de modelação que “pode ser aplicada a todos os domínios de aplicação” (Guedes, 2008). Ainda segundo este autor, esta linguagem tem como objetivo auxiliar os engenheiros de *software* a definir as características do sistema, como os requisitos, o comportamento, a estrutura lógica, o comportamento dos processos e as necessidades físicas em qual o sistema irá ser implementado. Esta linguagem de modelação utiliza uma notação gráfica, que pode ser visualizada nos seguintes diagramas:

- casos de uso: com estes diagramas é possível visualizar a imagem externa do sistema, sendo também possível compreender o que os utilizadores pretendem do sistema, ou seja, é necessário definir quem são os utilizadores (atores) da aplicação e quais as funcionalidades que cada utilizador tem de cumprir (Hennicker & Koch, 2001). Por outras palavras, os casos de uso captam os requisitos funcionais de uma aplicação;
- diagramas de atividades: envolvem os processos de fluxo de funcionamento da aplicação;

- diagrama de sequência: os diagramas de sequência mostram interações entre os objetos com mensagens enviados entre eles. Estes objetos, que participam na interação do sistema utilizam “ordens temporais” (Koch & Kraus, 2002).

2.1.3. Normas de qualidade de *software Web*

O crescimento de sistemas de suporte a experimentações científicas tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, quer pelos alunos de instituições, quer por profissionais qualificados. No entanto é preciso avaliar estes sistemas quanto à sua qualidade (como por exemplo, o desempenho e a usabilidade). Segundo (Chua & Dyson, 2004) o modelo de qualidade ISO 9126 é uma ferramenta útil para avaliar a qualidade de aplicações. Este modelo é utilizado a nível mundial para avaliar a qualidade das aplicações, isto é, fornece uma estrutura que permite avaliar a qualidade do *software*. A ISO 9126 é “adaptável e pode ser usada em vários sistemas” (Chua & Dyson, 2004). O modelo original da ISO 9126 é composto por seis características (Figura 5).

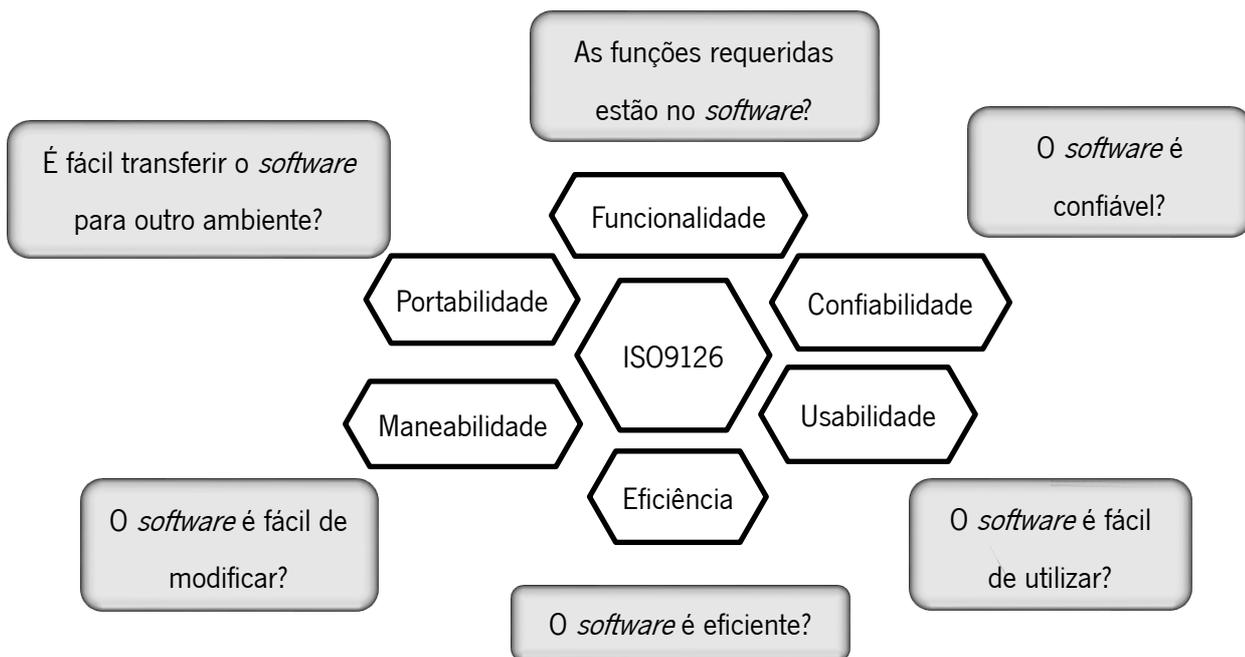


Figura 5 - Características da ISO 9126, adaptado de (Chua & Dyson, 2004)

As características apresentadas na figura anterior são subdivididas em várias subcaracterísticas, as quais devem responder sempre a uma pergunta (Tabela 2):

Capítulo 2- Revisão de Literatura

Tabela 2 - Subcaracterísticas da ISO 9126, adaptado de (Chua & Dyson, 2004)

Características	Subcaracterísticas	Descrição
Funcionalidade	Adequação	A aplicação consegue executar as tarefas pedidas?
	Rigor	É o resultado esperado?
	Interoperabilidade	O sistema pode interagir com outro sistema?
	Segurança	A aplicação tem restrições de segurança, permitindo impedir o acesso não autorizado?
Confiabilidade	Maturidade	As falhas da aplicação já foram eliminadas?
	Tolerância a falhas	A aplicação consegue lidar com os erros?
	Recuperação	O sistema consegue funcionar e apresentar os dados perdidos após uma falha?
Usabilidade	Entendimento	O utilizador consegue deduzir facilmente como usar o sistema?
	Operacionalidade	É possível utilizar o sistema sem fazer muito esforço?
	Atratividade	A aplicação é atraente para o utilizador?
Eficiência	Comportamento em relação ao tempo	O sistema é rápido a responder?
	Utilização de recursos	Os recursos são utilizados adequadamente e eficientemente?
Maneabilidade	Analisabilidade	É fácil diagnosticar as falhas?
	Modificabilidade	É fácil modificar a aplicação?
	Estabilidade	Apos efetuar alterações na aplicação, este poderá continuar a funcionar?
	Testabilidade	É fácil testar a aplicação?
Portabilidade	Adaptabilidade	É possível mudar a aplicação para outro ambiente desejado?
	Habilidade de instalação	É fácil instalar a aplicação?
	Conformidade	A aplicação satisfaz as normas de portabilidade?
	Capacidade de substituição	A aplicação poderá substituir outra aplicação?

2.1.4. *Web Analytics*

Existem várias definições na literatura sobre *Web Analytics*, sendo uma delas a seguinte: a *Web Analytics* é a análise de dados quantitativos e qualitativos de uma aplicação *Web* que tem como objetivo melhorar continuamente a atividade dos visitantes e utilizadores, de modo a atingir os objetivos propostos (Kaushik, 2007). Desta definição é possível extrair três tarefas que são pertinentes na realização do processo de *Web Analytics*, como se pode visualizar na Figura 6 (Cutroni, 2010):

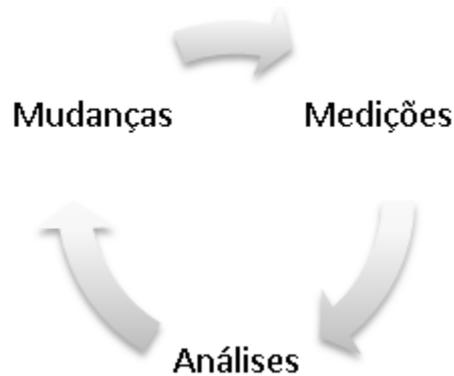


Figura 6 - Tarefas do processo *Web Analytics*, adaptado de (Cutroni, 2010)

- medições dos dados quantitativos e qualitativos: são necessários dados de vários tipos para ser possível medir e compreender o desempenho das plataformas *Web*. Neste contexto é importante distinguir dados quantitativos de qualitativos:
 - dados quantitativos: podem ser gerados por ferramentas de medições *Web*, como o *Google Analytics*. Com estes dados é possível ter conhecimento das tendências de tráfego da aplicação, assim como as atividades dos visitantes, entre outras informações. Em suma, estes dados descrevem as atividades que ocorrem na aplicação *Web*;
 - dados qualitativos: descrevem a razão das ocorrências das atividades na aplicação *Web*. Normalmente estes dados são provenientes de várias fontes, como questionários ou testes de usabilidade.
- melhorar continuamente a aplicação *Web*: os dados e as análises destes permitem extrair informações para melhorar continuamente a aplicação. Segundo este autor (Cutroni, 2010), esta é a parte mais crítica do processo *Web Analytics*;
- alinhar a estratégia de *Web Analytics* com os objetivos de negócio da aplicação *Web*: o objetivo final do processo *Web Analytics* é melhorar os resultados desejados da aplicação, isto é, medir a

eficiência da aplicação. Para medir esta eficiência é necessário avaliar as métricas que permitem quantificar os objetivos gerais da aplicação.

Neste contexto é importante abordar a ferramenta de *Google Analytics*, pois como foi dito anteriormente, esta ferramenta oferece suporte a algumas das principais tarefas do processo *Web Analytics*. Com esta ferramenta é possível ter conhecimento de, por exemplo (Monteiro, 2007):

- as atividades de *marketing* mais eficientes;
- a tendência do tráfego da aplicação;
- as segmentos de mercado mais importantes para a aplicação;
- a origem dos visitantes e as atividades destes na aplicação;
- sugestões de como converter visitantes para utilizadores;
- dos elementos de *design* que são menos cativantes para os visitantes;
- das páginas mais visitadas.

Com todas as funcionalidades oferecidas, milhões de empresas adotaram esta ferramenta para monitorizar as suas aplicações *Web*. Assim é possível afirmar que o “*Google Analytics* é uma das ferramentas de dados de navegação mais populares já criadas” (Cutroni, 2010).

2.2. Fundamentos de apoio à área científica sobre aderência em sistemas de reforço de betão

Esta secção apresenta conceitos base utilizados na investigação de Engenharia Civil. Estes conceitos são uma base para o desenvolvimento da plataforma, pois sem eles torna-se complicado entender a verdadeira utilização da plataforma.

2.2.1. *Fiber Reinforced Polymers*

Os materiais compósitos de *Fiber Reinforced Polymers* (FRP) são constituídos, essencialmente, por fibras embebidas em polímero. As fibras apresentam-se sob a forma de filamentos de pequeno diâmetro, têm módulo de elasticidade e resistência à tração elevados, baixa densidade e apresentam comportamento frágil (Sena-Cruz, 2005). Estes são utilizados no reforço (à flexão e ao corte) de estruturas em betão armado.

A necessidade de reabilitar, reparar e reforçar estruturas de betão armado aumentou consideravelmente nas últimas décadas. A utilização de materiais compósitos de Polímeros Reforçados com Fibras - FRP - no reforço estrutural deriva de se pretender evitar os aspetos menos positivos apontados às técnicas de reforço tradicionais (Dias & Barros, 2003). De facto, a utilização de FRP no reforço de estruturas constitui uma solução de fácil e simples execução, em que a arquitetura inicial da construção é marginalmente afetada. Além disto, os FRP têm baixo peso específico, apresentam elevadas resistências mecânicas e são imunes ao desgaste.

2.2.2. Técnica *Near-Surface Mounted*

A técnica baseada na inserção de laminados no betão de recobrimento *Near-Surface Mounted* (NSM) é utilizada no reforço de estruturas de betão, através do aumento da resistência à flexão e ao corte de vigas de betão armado.

Esta técnica consiste na introdução de laminados de CFRP (compósitos reforçados com fibras de carbono) em ranhuras pré-executadas nos elementos a reforçar, no betão de recobrimento. Os laminados são fixos ao betão por intermédio de um adesivo *epoxy* (Sena-Cruz, 2005).

2.3. Plataformas *Web* de suporte a experimentação científica

Nesta secção primeiramente é abordada a revisão de literatura das aplicações *Web*, sendo numa segunda fase explicitada a necessidade de aplicações *Web* de suporte a experimentação científica. Por último, são apresentados exemplos de trabalhos relacionados.

2.2.1. Aplicações *Web*

Tal como a evolução da *Web*, também as páginas *Web* foram evoluindo. Segundo (Taivalsaari *et al.*, 2008) as páginas *Web* podem ser apresentadas em três fases de evolução, como se pode visualizar na Figura 7:

1. páginas estáticas, que incluem apenas texto e imagens para visualização;
2. páginas com *plugins* para animação;
3. aplicações *Web* com *plugins* e funções interativas com o utilizador.



Figura 7 - Evolução das páginas *Web*, conforme a fonte (Taivalsaari et al., 2008)

Inicialmente, as páginas *Web* eram simples, com interação limitada e apresentando apenas alguns textos e imagens. Quanto à sua navegação, eram baseadas em hiperligações e não havia a necessidade de protocolos de comunicação avançados entre o navegador e o servidor. Numa segunda fase, as páginas *Web* eram mais interativas, com animações de gráficos e com *plugins* (como *Flash*, *Quicktime*, *RealPlayer* e *Shockwave*). Estes *plugins* rapidamente foram adotados nas páginas, pois permitiam colocar várias animações numa página (como filmes, áudio, entre outros). Relativamente à navegação, a interação entre o *browser* e o servidor começou a apresentar funcionalidades mais avançadas, existindo assim a necessidade de protocolos de comunicação.

Atualmente (terceira fase), as páginas *Web* são “aplicações *Web* de estilo *desktop*” (Taivalsaari *et al.*, 2008). As tecnologias atuais que são usadas para criar as aplicações *Web* são designadas como “tecnologias *Web* 2.0” e possuem duas características importantes da *Web*, nomeadamente (Taivalsaari *et al.*, 2008):

- distribuição: permite que os utilizadores partilhem e se ajudem mutuamente com problemas utilizando a *Web*;
- interação *online*: possibilita o desenvolvimento de *Web Sites* como se fossem aplicações de *Desktop*.

Existem vários benefícios por se utilizar uma aplicação *Web*. Segundo (Stuttard & Pinto, 2008), alguns benefícios são:

- protocolos de comunicação leves e sem conexão, em que o servidor não precisa de manter aberta uma conexão de rede para todos os utilizadores;
- o utilizador não necessita de instalar nenhuma aplicação, apenas reutiliza o seu *browser* para executar a plataforma;

- não desperdiçar tempo a aprender como funciona cada funcionalidade da aplicação, visto que os utilizadores já conhecem a interface dos *browsers*;
- grande possibilidade de escolha das plataformas e das ferramentas de desenvolvimento, além de também existir muito código *Open Source*.

2.2.2. Necessidade das plataformas *Web* de suporte a experimentação científica

A obtenção de dados científicos a partir de observações, ensaios e experiências, tem crescido muito nos últimos anos, em forma e volume. De facto, com a evolução da investigação científica, também a dimensão e a complexidade dos dados crescem. De igual forma, evoluíram as “formas de armazenar, preservar, aceder e partilhar os dados” obtidos na investigação científica (Prodanov & Freitas, 2013).

A *Web*, como referido anteriormente, ficou conhecida por partilhar e divulgar informação de maneira útil e eficiente, alterando assim a dinâmica do fluxo de informação científica e a forma de realizar ciência em diversas áreas (Rodrigues *et al.*, 2010). Esta estrutura do fluxo de informação e do conhecimento possui, assim, as seguintes especificidades (Barreto, 1998):

- interação mais participativa do utilizador com a informação: o utilizador interage diretamente com a informação, sem necessitar de intermediários;
- tempo de interação mais rápido: o tempo para aceder à informação é mais rápido;
- estrutura de mensagem mais complexa: a mensagem que contém informação é mais completa;
- facilidade de interagir com várias informações: o utilizador pode visualizar as informações que pretender numa dada altura e em qualquer lugar.

No entanto, no início da divulgação da *Internet*, as páginas *Web* eram estáticas, e consistiam apenas em simples repositórios de informação. Atualmente, a *Internet* é incomparavelmente diferente do que era no início. A maioria dos *Web Sites* são aplicações *Web*/plataformas, altamente funcionais e que possuem um fluxo de informação bidirecional entre servidor e cliente (*browser*). O conteúdo que estas aplicações *Web* apresentam são geradas em tempo real e na maioria das vezes os seus conteúdos são direcionados para cada utilizador específico (Stuttard & Pinto, 2008).

As aplicações *Web* são uma excelente plataforma na qual as diversas áreas podem expor os seus dados científicos, e desenvolver e aperfeiçoar as suas pesquisas científicas áreas (Rodrigues *et al.*, 2010). Assim, estas aplicações permitem promover informações relativas às experiências científicas,

onde as pessoas com os mesmos objetivos trocam experiências, criam fundamentos e geram informações relevantes para a área de investigação (Tomaél *et al.*, 2005).

O Processo de produção do conhecimento científico começou, assim a envolver todos os participantes, desde o momento de inicialização da pesquisa até à aplicação dos seus resultados.

2.2.3. Trabalhos relacionados

Atualmente existem várias plataformas *Web* direcionadas para o auxílio de experimentações científicas, no entanto a utilização deste tipo de plataformas na área de Engenharia Civil é escassa. De seguida, são apresentados alguns exemplos deste tipo de plataformas *Web*:

- *Data Base for FRP-based Shear strengthening of reinforced concrete beams - University of Minho* (DABASUM - <http://dabasum.civil.uminho.pt/>), direcionada para a área de Engenharia Civil. Esta ferramenta *Web* tem como objetivo recolher informações de programas experimentais que utilizam o material FRP. Com estas informações, o DABASUM avalia o desempenho de modelos de previsão existentes (Barros *et al.*, 2011).
- *KEGG Orthology Based Annotation System* (KOBAS - <http://kobas.cbi.pku.edu.cn/home.do>), que auxilia a área de Biologia nas suas experiências científicas. Esta aplicação *Web* regista e analisa os dados relacionados com genes ou proteínas, a partir da sequência do genoma, análise de *microarray* de ADN ou experiências de gel 2D de proteínas (Wu *et al.*, 2006).
- *Online Chemical Modeling Environment* (OCHEM - <http://www.ochem.eu>), direcionado para a área de química, que tem como objetivo automatizar e simplificar as etapas necessárias para a modelação *Quantitative structure–activity relationship* (QSAR). As etapas envolvidas neste modelo preditivo são: pesquisa de dados, cálculo e seleção de uma variedade de descritores moleculares, validação, análise do modelo e avaliação do domínio de aplicabilidade (Sushko *et al.*, 2011).
- MicrobesFlux - <http://tanglab.engineering.wustl.edu/static/MicrobesFlux.html>, direcionado para a área de Biologia. Esta plataforma *Web* permite construir modelos metabólicos que permitem caracterizar e prever metabolismos de células (Feng *et al.*, 2012).
- *Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux* (RILEM - <https://rilem223dwh.isqweb.it/>), direcionado para a área de Engenharia Civil, na qual tem como objetivo recolher informações sobre programas experimentais realizados a provetes e gerar gráficos com estes dados. Nesta plataforma, tal como a DABASUM, é possível inserir provetes associados a programas experimentais.

De forma a compreender as funcionalidades que plataformas científicas devem incorporar foi elaborada uma matriz que possibilita visualizar as principais funcionalidades que cada plataforma possui. A Tabela 3 apresenta os resultados dessa análise.

A plataforma OCHEM é a que possui mais funcionalidades entre todas as plataformas, estando em segundo lugar a KOBAS e em terceiro o RILEM. A DABASUM e a MicrobesFlux surgem em quarto lugar com menos funcionalidades. As plataformas direcionadas para a área de Engenharia Civil possuem menos funcionalidades do que as restantes plataformas, o que significa que este campo poderá ser mais explorado, com plataformas mais completas.

Capítulo 2- Revisão de Literatura

Tabela 3- Comparação de funcionalidades das plataformas *Web*

Plataforma <i>Web</i>	KOBAS	Dabasum	OCHEM	MicrobesFlux	RILEM
Funcionalidade					
Realizar <i>upload</i> de um ficheiro	✓		✓		
Especificar tipo de <i>input</i>	✓				
Criar programas experimentais ou novos <i>datasets</i>		✓	✓	✓	✓
Pesquisar por área de interesse	✓	✓	✓		✓
Guardar <i>output</i> de amostras em ficheiro	✓		✓	✓	
Exportar <i>output</i> das previsões em ficheiros			✓		
Visualizar resultados detalhados específicos de uma amostra	✓	✓	✓	✓	✓
Visualizar resultados gerais	✓	✓	✓	✓	✓
Guardar <i>online</i> histórico das amostras visualizadas	✓				
Visualizar e participar em fóruns	✓	✓			✓
Realizar <i>download</i> do programa para executar no PC	✓				
Visualizar o manual de suporte à plataforma <i>Web</i>	✓	✓	✓	✓	✓
Editar dados dos registos experimentais			✓	✓	✓
Possibilidade de o utilizador definir a privacidade dos seus dados (público, privado ou free download)			✓		
Gerar previsões sobre os dados		✓	✓		✓
Utilizar dados experimentais de outros utilizadores nas suas experiências				✓	

CAPÍTULO 3 - ABORDAGEM METODOLÓGICA E TECNOLÓGICA

Este capítulo aborda a metodologia de investigação utilizada durante o processo de desenvolvimento desta dissertação, sendo também realizado um cruzamento das diretrizes desta metodologia com o respetivo projeto. Seguidamente é apresentada a metodologia de data mining e descritas as tecnologias utilizadas.

3.1. Metodologia de investigação

Como foi possível constatar na revisão de literatura, as plataformas *Web* são projetos iterativos, ou seja, utilizam em geral a metodologia *Design science*.

Esta metodologia baseia-se no conhecimento científico realizado com base em artefactos aplicados à resolução de um problema. Segundo (Hevner *et al.*, 2004) esta abordagem pode ser sistematizada num conjunto de diretrizes orientadas à área de Sistemas de Informação:

1. desenvolvimento de um artefacto: o resultado da pesquisa em *Design science* na área de Sistemas de Informação é um artefacto de Tecnologia de Informação criado para solucionar o problema em questão;
2. avaliação do *Design*: o artefacto deve ser avaliado com métodos específicos e deve demonstrar utilidade, qualidade e eficácia. Os métodos utilizados para avaliação são:
 - a. observação: num caso de estudo deve-se aprofundar o estudo do artefacto no ambiente da empresa;
 - b. analítico- envolve os seguintes componentes:
 - i. análise estática: avalia a estrutura do artefacto referente às qualidades estáticas;
 - ii. análise da arquitetura: avalia se o artefacto é adequada à arquitetura do Sistema de Informação;
 - iii. análise dinâmica: pretende demonstrar qualidades dinâmicas do artefacto (como o desempenho).
 - c. experimental- na análise experimental uma das seguintes componentes deve ser adotada:
 - i. experimentação controlada, em que o artefacto é estudado num ambiente controlado para analisar as suas qualidades dinâmicas;

- ii. experimentação por simulação, onde o artefacto é analisado com dados fictícios.
 - d. testes- existem duas formas de realizar testes:
 - i. teste funcional: pretende descobrir falhas e defeitos;
 - ii. teste estrutural: testa o desempenho com utilização de métricas.
 - e. método argumentação- este método avalia por uma das seguintes componentes:
 - i. argumentação: utiliza a informação científica para argumentar a utilidade do artefacto;
 - ii. situação: constrói detalhadamente uma situação à volta do artefacto para demonstrar que este é útil.
 - 3. contribuições para a área de conhecimento do artefacto: a pesquisa em *Design science* deve fornecer contribuições com valor relevante para a área de conhecimento do artefacto. Em qualquer projeto deve-se ter resposta à seguinte pergunta: “Quais são as contribuições inovadoras e interessantes que a pesquisa proporciona?”.
- Segundo ainda este autor a metodologia *Design science* tem capacidade para produzir três tipos de contribuições baseadas na inovação, generalização e importância do artefacto produzido. Pelo menos uns destes tipos de contribuições devem ser encontrados na pesquisa:
- *design* do artefacto: esta é a contribuição que a *Design science* oferece na maioria das vezes. Como dito anteriormente, o artefacto deve ser a solução para um problema ainda não resolvido;
 - ampliação das fundações do conhecimento: o *output* desta metodologia aumenta a base de conhecimento;
 - desenvolvimento de metodologias: a utilização de métodos de avaliação (descritos na diretriz 3) contribui para o desenvolvimento de novas metodologias. As medidas e métricas para a avaliação contribuem também para a expansão do conhecimento existente.
- 4. pesquisa rigorosa: a construção e avaliação do artefacto exigem uma pesquisa rigorosa;
 - 5. *design* como um processo de pesquisa: uma pesquisa bem realizada exige conhecimento na área da aplicação como na área da solução. O artefacto produzido é a melhor solução para este conhecimento;
 - 6. comunicação do *output*: a pesquisa *Design science* deve apresentar o resultado tendo em consideração o seu cliente final.

Foi elaborada uma tabela com o cruzamento das diretrizes desta metodologia, com o projeto (Tabela 4):

Tabela 4 - Cruzamento das diretrizes da metodologia *Design science* com o projeto

Diretrizes	Projeto
1. Desenvolvimento de um artefacto	Plataforma <i>Web</i> de suporte a experimentação científica.
2. Avaliação do <i>desigr</i> .	Utilização de <i>Web Analytics</i> .
3. Contribuições para a área de conhecimento do artefacto	Inovação com novas experiências científicas na área de Engenharia Civil, na medida da funcionalidade das previsões e da correção das fórmulas ACI e SA.
4. Pesquisa rigorosa	Pesquisa intensiva na construção do artefacto, com a aplicação de boas práticas no seu desenvolvimento (modelação UML).
5. <i>Design</i> como um processo de pesquisa	Adoção de método prototipagem (descrito na Subsecção 3.3) até se obter a melhor solução para o respetivo problema.
6. Comunicação do <i>output</i>	Apresentação do resultado ao Departamento de Engenharia Civil.

Do enquadramento anterior da metodologia *Design science*, reforça-se que a investigação sobre aplicações *Web* tende a utilizar esta metodologia, porque a construção de uma plataforma *Web* é um projeto normalmente iterativo e no qual resulta necessariamente um artefacto – Plataforma *Web* para a gestão de dados e modelos de previsão de aderência em sistemas de reforço de betão.

3.2. Metodologia de *data mining*

O CRISP-DM é uma das metodologias mais populares para melhorar a condução de projetos de *data mining*. Esta metodologia define um projeto como um processo cíclico e permite que as diferentes etapas sejam utilizadas para sintonizar o resultado final com os objetivos do negócio (Moro *et al.*, 2011).

Este processo cíclico consiste em seis fases, como se pode verificar na Figura 8: entendimento do negócio, entendimento dos dados, preparação dos dados, modelação, Avaliação, e Desenvolvimento.

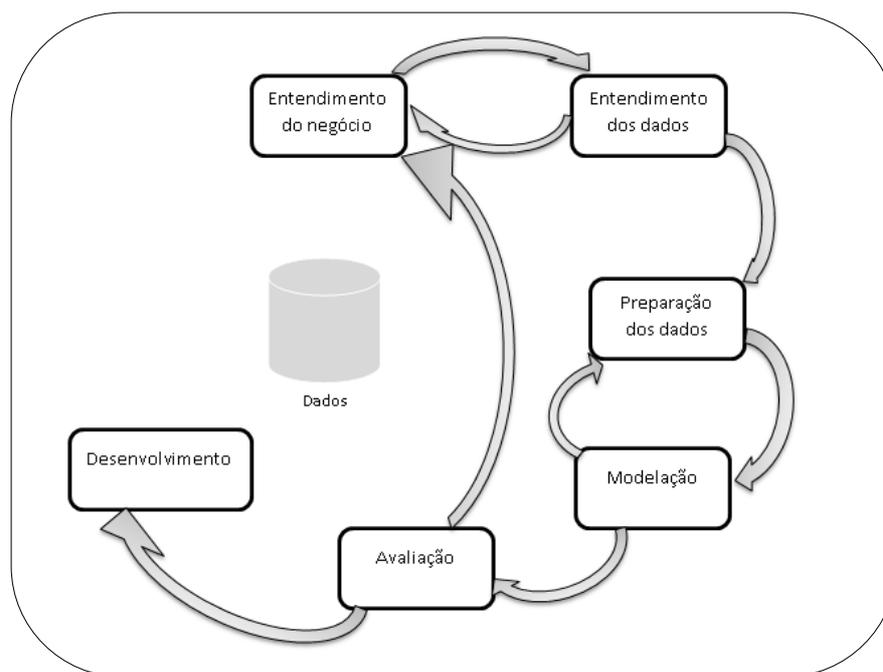


Figura 8 - Fases do CRISP-DM, adaptado de (Wirth & Hipp, 2000)

De seguida serão descritas as respetivas fases (Chapman *et al.*, 2000):

1. Entendimento do negócio: pretende entender os objetivos e requisitos do projeto sob a perspetiva do negócio. Com a informação adquirida será definido o problema para o *data mining* e definido um plano preliminar para atingir os objetivos do negócio.
2. Entendimento dos dados: nesta etapa recolhem-se os dados para a análise e analisam-se os dados, isto é, criam-se procedimentos para se familiarizar com os dados, para identificar problemas relacionados com a qualidade dos dados e para descobrir subconjuntos que permitam formular hipóteses para informações que não estejam claramente disponíveis.
3. Preparação dos dados: esta fase cria um novo conjunto de dados (a partir dos dados brutos iniciais) para ser posteriormente utilizado pela ferramenta de modelação. A criação deste novo conjunto de dados envolve várias tarefas que devem ser executadas várias vezes e sem uma ordem definida, até se atingir o conjunto de dados ideais. Estas tarefas abrangem a definição de tabelas, de registos e de atributos. Também incluem a transformação e limpeza dos dados.
4. Modelação: após a preparação dos dados, são selecionadas e aplicadas as técnicas de modelação. Os parâmetros destas técnicas são adaptados para a otimização dos valores. Em algumas técnicas de modelação é necessário retroceder para a fase anterior (preparação dos dados), para que os dados sejam preparados para esta técnica de modelação.

5. Avaliação: nesta etapa resulta a construção de um modelo. Durante a construção deste modelo é necessário rever todos os passos desta criação, para garantir que o modelo criado apresente uma qualidade alta e que alcance adequadamente os objetivos do negócio.

6. Desenvolvimento: nesta fase o modelo criado será aplicado na organização, na construção de processos automatizados. Esta implementação, dependendo dos requerimentos, pode ser simples (como gerar um relatório) ou complexa (como um processo de *data mining* que possa ser repetido).

Importa referir que a metodologia CRISP-DM foi seguida pelo aluno de doutoramento Mário Coelho, que obteve diversos modelos preditivos e que foram fornecidos para a realização desta dissertação.

3.3. Modelo do processo de desenvolvimento

O modelo do processo de desenvolvimento adotado para este projeto foi o *modelo de prototipagem evolutiva* (Figura 9), pois este modelo permite que os requisitos sejam adaptados/alterados em cada iteração pelo cliente. Neste modelo é usada a abordagem de protótipos, em que são adicionados novos requisitos em cada etapa, até se obter o produto desejado. Os requisitos são definidos progressivamente e apresentam alta flexibilidade para o cliente (Filho, 2003).

O desenho dos protótipos deve “apresentar qualidade para que a estrutura do produto não se degenere ao longo dos protótipos” (Filho, 2003).

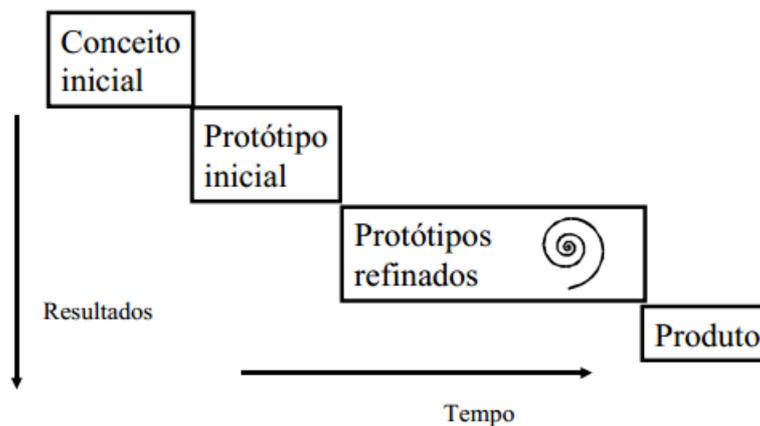


Figura 9 - Modelo de prototipagem evolutiva, conforme a fonte (Filho, 2003)

3.4. Tecnologias

Para o desenvolvimento do respetivo projeto foram utilizadas as ferramentas *MySQL Workbench*, *NetBeans* e o servidor *Web Apache/Xampp*. Para a execução de previsões *online* foi utilizada a biblioteca *rminer* da ferramenta R. As linguagens adotadas foram o HTML 5, CSS 3, PHP 5.4 e a biblioteca *jQuery*, como descritas a seguir.

3.4.1. *MySQL Workbench*

MySQL Workbench é um *software* que tem como objetivo criar, gerir e visualizar todos os tipos de bases de dados. Este *software* inclui todos os recursos necessários para a construção de um modelo entidade-relacionamento e para “executar tarefas de gestão e documentação de mudanças” (Oracle Corporation, 2014). Ainda segundo este autor existem vários benefícios por se utilizar a ferramenta *MySQL Workbench*, sendo eles:

- simplicidade no *design* da base de dados, assim como na respetiva manutenção.
- permite que sejam visualizados os requisitos para verificar se estes são coerentes com as partes interessadas.
- permite bases de dados orientado a objetos.
- disponibiliza recursos para a engenharia de *design* e engenharia reversa.
- permite que sejam importadas e executadas *scripts* SQL em qualquer altura do projeto.
- possibilita visualizar e comparar vários projetos de bases de dados.
- proporciona documentação em formato HTML ou texto simples do projeto.

3.4.2. Servidor *Web Apache / Xampp*

O projeto *Apache* resulta de um desenvolvimento *Open Source* e é gerido pelo grupo denominado “Projeto *Apache*” (Fielding, 1999). Os elementos deste grupo encontram-se distribuídos geograficamente e são voluntários que têm como objetivo comum desenvolver este projeto. Para o sucesso deste projeto, as tomadas de decisões e a coordenação de esforços por parte dos elementos integrantes tiveram de “refletir o ambiente organizacional globalmente distribuído e de voluntários”, isto é, não existe uma presidência para as tomadas de decisões devido à incompatibilidade da distribuição geográfica. Todas as decisões são tomadas por todos os elementos do grupo.

Os membros são adicionados ao projeto *Apache* quando um colaborador é nomeado por um membro e aprovado por unanimidade pelos membros pertencentes ao projeto. A *IBM Corporation* foi um dos

membros que se juntou a este projeto, e tem sido uma grande ajuda para o grupo em reuniões e na disponibilização de recursos que auxiliam no desenvolvimento *Open Source*. Segundo (Fielding, 1999) a “IBM merece crédito para a adesão ao projeto em termos do *Apache*”, por ser contribuinte e de incentivar o desenvolvimento de *Open Source*. O Projeto *Apache* começou em Fevereiro de 1995 e em 1998 este servidor já era utilizado em mais de 57% dos *Web Sites* de acesso público.

Atualmente, e segundo (Apache Friends, 2014) o projeto promove o servidor *Web Apache*, que utiliza o projeto *Xampp*, ou seja, o *Xampp* é disponibilizado juntamente com o *Apache* e contém as linguagens PHP, *MySQL* e Perl. O objetivo do projeto *Xampp* é “construir uma distribuição fácil de instalar para os utilizadores do *Apache*”. A sua distribuição é gratuita e “pode ser copiada sob os termos da GNU *General Public License*” (Apache Friends, 2014).

3.4.3. *Netbeans* IDE

NetBeans é um ambiente de *Integrated Development Environment* (IDE) *Open Source*. A SUN é um dos principais contribuintes para este IDE (Benson *et al.*, 2004). Inicialmente o *NetBeans* IDE era utilizado para desenvolver aplicações em Java, sendo que a partir da versão 6 este IDE começou a suportar várias linguagens de programação, quer com a adição de simples *plugins* quer com excertos de código (Heffelfinger, 2011).

Como se pode visualizar na Tabela 5 o *NetBeans* IDE suporta nativamente as seguintes linguagens: *Java SE*, *Java EE*, C/C++ e PHP. As restantes linguagens, como *Groovy*, *Scala* e *Ruby* são suportadas através de *plugins* adicionais.

Tabela 5 - Linguagens suportadas pelo *NetBeans* IDE, adaptado de (Oracle Corporation, 2014)

Tecnologias suportadas	<i>Java</i> SE	<i>Java</i> EE	C/C++	PHP	Todas as linguagens
SDK da plataforma do <i>NetBeans</i>	✓	✓			✓
<i>Java</i> SE	✓	✓			✓
<i>Java</i> FX	✓	✓			✓
<i>Java</i> EE		✓			✓
<i>Java</i> ME					✓
HTML5		✓		✓	✓
<i>Java Card(tm) 3 Connected</i>					✓
C/C++			✓		✓
<i>Groovy</i>					✓
PHP				✓	✓

O *NetBeans* IDE permite as seguintes funcionalidades para a linguagem PHP (Tonu, 2012):

- criar e gerir projetos: o IDE para o PHP permite criar projetos e geri-los de modo a que estes possam facilmente crescer;
- editar o código com recursos apropriados: o IDE possui vários recursos para editar o código dentro do ambiente PHP. Assim, é possível escrever código mais rapidamente, com as seguintes características:
 - realce da sintaxe PHP.
 - navegação que ajuda a explorar o código no ficheiro atual.
 - código pré-definido que auxilia na criação, na conclusão e na sugestão de parâmetros de excertos de código.
 - formatação automática do código.
 - remoção e adição automática de parênteses, aspas, etc.
 - destaque de variáveis e nomes de métodos que não estão a ser usadas.
 - documentação automática do código.
- implementação do projeto, em que o IDE fornece sincronização do conteúdo do projeto PHP com o conteúdo do servidor.

- execução e *debug* scripts, no qual o IDE permite executar e analisar scripts PHP, em que é também possível visualizar o seu *output* dentro do próprio ambiente, sem ser necessário ter que recorrer a um *browser*.
- suporte à *frameworks* de PHP.

3.4.4. R/*rminer*

Na última década a ferramenta R tornou-se fundamental na implementação de algoritmos de análise de dados e visualização de gráficos em várias áreas. A linguagem R foi lançada para o mercado em 1993 por Ross Ihaka e Robert Gentleman como sucessora da linguagem S (Morandat *et al.*, 2012). As principais diferenças entre as duas linguagens residem no facto de a linguagem R ser de natureza *Open Source* e apresentar um desempenho muito melhor à linguagem S (Morandat *et al.*, 2012). A distribuição base do R associado a um grande número de utilizadores contribuiu para extensões que estão disponíveis sob os termos da GNU *General Public License* da *Free Software Foundation* na forma de código fonte e encontra-se disponível na página do R (Hothorn & Marques, 2009). Em 1995, a linguagem R foi lançada para o mercado sob a licença GNU (Morandat *et al.*, 2012).

A ferramenta R possui as seguintes características (Venables *et al.*, 2002):

- facilidade de trabalhar com os dados e armazenamento de dados.
- possui operadores que permitem realizar cálculos em *arrays*.
- ferramentas para análise de dados e respetiva visualização gráfica dos seus resultados;
- linguagem simples para o utilizador.

Atualmente existem mais de 4000 bibliotecas disponíveis para os utilizadores, em repositórios como o CRAN (Morandat *et al.*, 2012). O *rminer* é uma das bibliotecas *Open Source* deste repositório. Esta biblioteca desenvolvido por Cortez (2010) apresenta um conjunto de funções que têm como objetivo “facilitar a utilização de algoritmos *data mining*, tais como Redes Neurais e Máquinas de Vetores de Suporte, em tarefas de classificação e regressão”.

A biblioteca “*rminer* é mais adequado para a utilização dos algoritmos de Redes Neurais e Máquinas de Vetores de Suporte” (Cortez, 2010).

Com a adoção de pacotes do R, o *rminer* fornece novas funcionalidades para o *data mining*:

- torna a utilização dos algoritmos *data mining* mais simples.
- executa modelos em que a sua seleção é automática.
- executa métricas e gráficos nas tarefas de classificação e regressão.

Com as funcionalidades que o *rminer* oferece, áreas de aplicação distintas como Engenharia Civil ou a Banca, têm adotado esta biblioteca do R para as suas análises do *data mining*.

3.4.5. HTML 5

Quando a *Web* foi criada, existiu a necessidade de se distribuir a informação de uma maneira simples e organizada. Assim com este propósito surgiu a linguagem *HyperText Markup Language* (HTML), com o requisito de esta ser entendida universalmente por diversos meios de acesso. Apesar de ter sido desenvolvida por Tim Berners-Lee, esta linguagem ficou conhecida quando o *Mosaic – browser* desenvolvido por Marc Andreessen na década de 1990 se expandiu. Com esta expansão, diversos programadores e fabricantes de *browsers* começaram a utilizar o HTML como base nas suas criações (Eis & Ferreira, 2012).

Assim como a evolução da *Internet* e dos *browsers*, o HTML também evoluiu, criando novas versões, para que pudesse ser acessível a partir de todos os *browsers* e responder às necessidades da *Web*. Entre 1993 e 1995, a linguagem HTML alcançou três versões (HTML+,HTML 2.0 e HTML 3.0), onde em cada versão existia melhoramentos para enriquecer a linguagem. Em 1997, o grupo de *World Wide Web Consortium* (W3C) trabalhou na versão HTML 3.2, para que esta fosse “tratada como prática comum” (Eis & Ferreira, 2012).

O HTML 5 é a nova versão do HTML 4 e a mais recente. Esta versão do HTML veio alterar o papel desta linguagem na *Web* com a introdução de características inexistentes nas versões anteriores. Algumas das características são (Eis & Ferreira, 2012) :

- implementação de novas *tags* que permitem incluir secções comuns (como rodapés, cabeçalhos, menus, etc) e especificar estas de forma automática.
- fornecimento de ferramentas para o *Cascading Style Sheets* (CSS) e para o *JavaScript* serem produzidos de forma mais eficiente.
- criação de código interoperável.

3.4.6. CSS 3

O CSS é a linguagem que controla o visual da informação mostrada pelo HTML, isto é, formata qualquer informação (como imagens, texto, vídeo, áudio, elementos, etc) proveniente do HTML. Esta linguagem é definida numa página própria (com extensão *css*) e a sua ligação às páginas HTML é realizada com a inclusão de *tags*. Com o CSS é possível formatar algumas características básicas,

como cores, tamanho e fonte de letras, margens, etc. No entanto existem outras características que não é possível realizar com o CSS e das quais é necessário utilizar um programa específico (como *Photoshop* ou *JavaScript*). Com estas limitações surgiu o CSS 3 (Eis & Ferreira, 2012).

Assim, com as atualizações do CSS 3 e dos *browsers*, o CSS ganhou um enorme poder para a construção do *layout* das páginas *Web*. Atualmente com o CSS é possível controlar vários aspetos, como (Eis & Ferreira, 2012):

- seleccionar elementos específicos (pares ou ímpares, primeiro e último, etc).
- formatar bordas (redondas, quadradas, triangulares, etc).
- colocar sombras em textos e elementos específicos.
- manipular a opacidade de elementos.
- controlar a rotação de textos ou imagens.
- controlar a perspetiva.
- colocar animações.
- utilizar formatação para 3D.

3.4.7. PHP 5.4

O *Hypertext Preprocessor* (PHP) é uma das linguagens de *script* mais utilizadas na *Web*, que permite criar páginas *Web* dinâmicas. Segundo (Sklar, 2004) foi criada em 1995 e possui as seguintes características mais relevantes: gratuita e *Open Source*, embutida no HTML, complexidade baseada no servidor e portabilidade.

PHP é conhecida como *server-side* porque este é baseado e executado no servidor. Assim é possível programar o conteúdo de uma página *Web* de modo a que o *script* seja gerado antes de a página ser entregue ao utilizador (Sklar, 2004). Para que este *script* possa ser utilizado é necessário que exista um compilador PHP, um servidor *Web* e um *browser*. Executando o servidor *Web* e o compilador PHP em conjunto e abrindo o *browser* pode-se visualizar o resultado obtido deste *script* (The PHP Group, 2001). Para compreender melhor o funcionamento de cliente e servidor neste âmbito é apresentada a Figura 10.

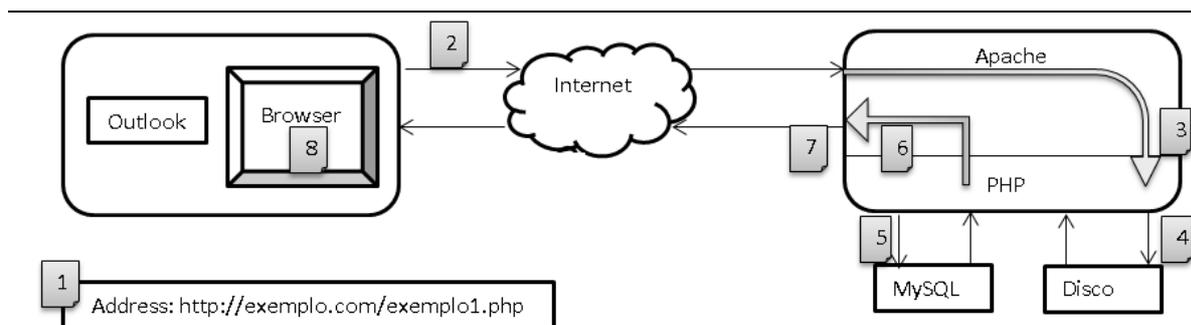


Figura 10 - Funcionamento do PHP, adaptado de (Sklar, 2004)

Na imagem anterior, o utilizador digita o endereço da página que pretende visualizar no *browser* (1), de seguida este pede a página ao servidor *Apache* (2), onde o *browser* irá enviar a mensagem para o interpretador PHP (3). Este, por sua vez, lê o ficheiro que é pedido no *Disk Drive* (4) e caso seja necessário, pede o ficheiro ao *MySQL* (5). Após possuir o ficheiro, o PHP retorna a resposta ao servidor *Apache* (6), onde este irá enviar a página pedida ao *browser* (7). Por último, o utilizador poderá ter acesso à página pedida (8) (Sklar, 2004).

3.4.8. *JavaScript/jQuery*

O *JavaScript* é uma linguagem que é executada do lado do cliente, ao contrário da linguagem PHP, em que é executado do lado do servidor (Coelho, 2004).

O *jQuery* é uma biblioteca da linguagem *JavaScript*, criada por John Resig em 2006 e disponibilizada como *software Open Source*, pois é licenciada pelas normas da GNU (Lindley, 2009). Esta tem como objetivo adicionar interatividade e dinamismo às páginas *Web* (Silva, 2008). Segundo (jQuery, 2014) o lema desta biblioteca é: “*Write less, do more*”.

Esta biblioteca apresenta as algumas das seguintes funcionalidades (Lindley, 2009):

- resolução do problema de incompatibilidade entre *browsers*.
- código reduzido.
- utilização de diversos *plugins* para diversos objetivos.
- criação de efeitos e animações.

Na Figura 11 é apresentada uma das várias funcionalidades do *jQuery*. Nesta imagem, se os campos não forem preenchidos, o *jQuery* envia uma mensagem para o HTML a avisar o não preenchimento dos campos. Esta animação é realizada com AJAX, em que faz a confirmação do preenchimento dos

campos. Caso não estejam preenchidos apresenta a mensagem de erro. Se estiverem preenchidos envia a informação para o PHP e este, por sua vez irá retornar a confirmação da *query* executada.

Table for X Axis	Variable for X Axis
<input type="text" value="-- Choose --"/>	<input type="text" value="-- Choose --"/>
Table for Y Axis	Variable for Y Axis
<input type="text" value="-- Choose --"/>	<input type="text" value="-- Choose --"/>

Figura 11 – Animação do *jQuery*, conforme a fonte Plataforma BFN

CAPÍTULO 4 – CONCEÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA PLATAFORMA *WEB* - *DATABASE OF BOND TESTS OF FRP NSM SYSTEMS IN CONCRETE*

Neste capítulo descreve-se a análise aos requisitos (funcionais e não funcionais) definidos pelo cliente. Seguidamente é descrita a arquitetura utilizada na aplicação Web, bem como o ambiente de desenvolvimento desta. De forma a se compreender os dados que são incorporados na aplicação, é realizada uma análise à origem dos dados, e apresentada a estrutura da base de dados. Por último, é descrita a estratégia da implementação das previsões online e o layout da plataforma. A designação dada a esta aplicação foi DataBase of Bond Tests of FRP NSM Systems in Concrete (BFN), pois a aplicação Web utiliza uma base de dados para a técnica NSM, onde são aplicados modelos analíticos online de previsão (data mining), de modo a estimar a resposta de estruturas de betão quando reforçadas com a técnica em causa. Esta plataforma encontra-se disponível no endereço: <http://bfm.civil.uminho.pt>

4.1. Análise e especificação de requisitos

No desenvolvimento do sistema BFN, primeiramente foram estudados os requisitos que o cliente pretendia implementar. Esses requisitos foram alterados a cada iteração da fase de desenvolvimento, utilizando o modelo de prototipagem (descrito na Subsecção 3.3). Estes podem ser categorizados em funcionais e não funcionais (Subsecção 2.1.2).

4.1.1. Requisitos funcionais

Para os requisitos funcionais, o cliente inicialmente tinha como objetivo:

- oferecer a possibilidade de o utilizador realizar previsões *online* com os modelos *data mining neural networks* (NN) e *support vector machines* (SVM).
- calcular as formulações corrigidas de dimensionamento *American Concrete Institute* (ACI) e *Concrete Institute of Australia* (SA), propostas pelo aluno de doutoramento.
- possuir uma página com a apresentação dos provetes e especificados pela categoria *Direct Pullout Specimens* (DPT) e *Beam Pullout Specimens* (BPT).
- possuir um formulário com imagens ilustrativas e legendas que permitisse inserir provetes.

- permitir a inserção de provetes mediante a importação de um ficheiro.
- permitir pesquisas sobre provetes específicos.
- registar e listar os artigos científicos.
- permitir que o utilizador seleccionasse as variáveis para gerar os gráficos pretendidos.
- registar utilizadores.
- possuir uma página de *about*, *login*.
- dar a possibilidade de o administrador ter o poder de controlar toda a plataforma, como por exemplo, eliminar utilizadores, aceitar ou eliminar provetes, eliminar mensagens do fórum, etc.
- possuir um fórum onde utilizadores registados troquem informações.
- disponibilizar um manual de utilização da aplicação *Web*.
- permitir que os utilizadores registados recebam atualizações da plataforma.

Outro requisito é a existência de três atores que poderão utilizar a aplicação. Na Tabela 6 são mostrados os respetivos atores, assim como as suas permissões.

Tabela 6 - Permissões dos atores da plataforma BFN

Ator	Permissão
Visitante	Apenas terá acesso a algumas funcionalidades da plataforma, não tendo permissão para efetuar nenhuma funcionalidade que envolve o registo na base de dados;
Utilizador	Este ator terá acesso a todas as funcionalidades que a plataforma irá disponibilizar. Para se tornar utilizador, terá de efetuar o registo;
Administrador	Além de ter acesso aos módulos de um utilizador, também terá acesso à gestão da plataforma, de modo a manter a integridade dos dados, e de manter o bom funcionamento e reputação da mesma.

Tendo em consideração os requisitos anteriores, e para melhor compreender visualmente a aplicação, adotou-se a utilização da linguagem de modelação UML (descrito na Subsecção 2.1.2). Esta descreve as funcionalidades visíveis a implementar no sistema, para que se possa compreender melhor os requisitos.

A título de exemplo, será ilustrado um diagrama correspondente ao caso de uso, atividade (Figura 14) e de sequência (Figura 15). No diagrama caso de uso é mostrado o caso de uso nível 0 (Figura 12) e o de gerir conta (Figura 13). Os restantes diagramas encontram-se em anexo (Anexo I – Diagramas UML).

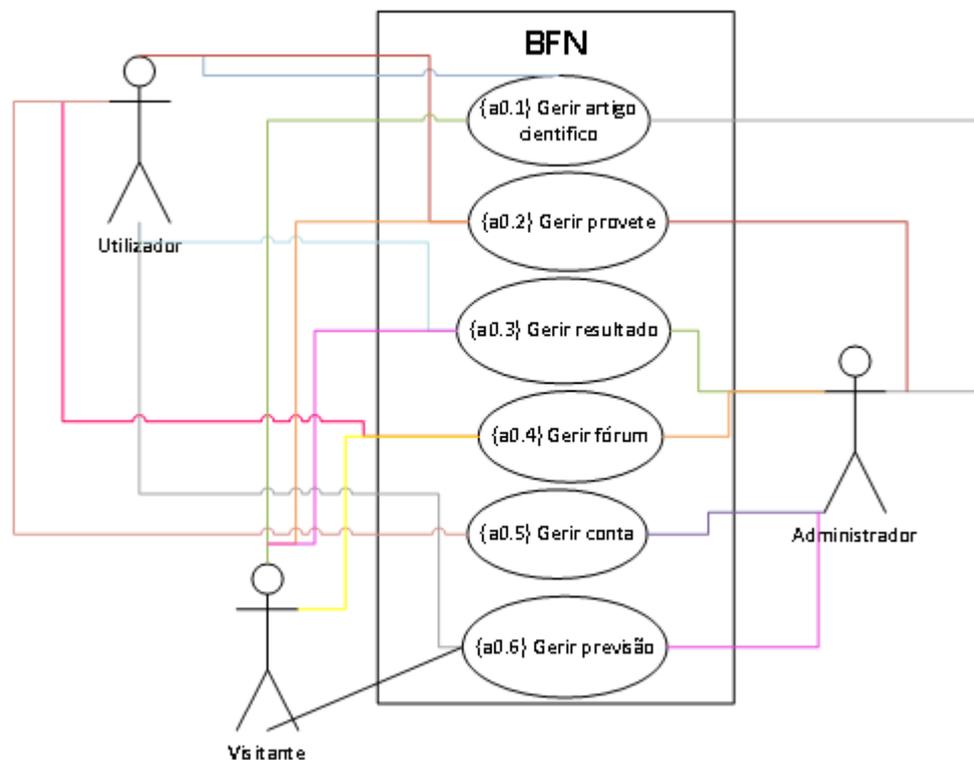


Figura 12 - Diagrama caso de uso do nível 0 da BFN

A BFN irá disponibilizar várias funcionalidades, agrupadas em módulos. Os casos de uso que a plataforma terá são:

- Gerir artigo científico: os três atores têm intervenção neste caso de uso. O visitante apenas terá acesso à lista dos artigos para visualização; o utilizador e o administrador poderão registar e visualizar o conteúdo da lista dos artigos. O administrador ainda terá acesso à sua eliminação.
- Gerir provete: implica a inserção, remoção, visualização, atualização e aprovação do provete. O ator visitante só terá acesso à visualização do provete. O utilizador terá mais regalias, nomeadamente, registar, eliminar, visualizar e atualizar um provete. Já o administrador terá mais um caso de uso do que o utilizador, que será a aprovação do provete.

- Gerir resultado: o visitante terá acesso à visualização dos gráficos fixos dos resultados da base de dados. Por sua vez, o ator utilizador e o administrador poderão gerar gráficos dos resultados e visualizar os gráficos fixos.
- Gerir fórum: envolve a gestão por parte do administrador das mensagens inseridas pelos utilizadores, como a criar e apagar tópicos/*posts*.
- Gerir conta: um utilizador e o administrador terão a possibilidade de controlar as suas contas pessoais, além de que o administrador poderá nomear um utilizador a administrador ou eliminá-lo.
- Gerir previsão: serão geradas previsões usando as formulações ACI e SA e os algoritmos *data mining* NN e SVM.

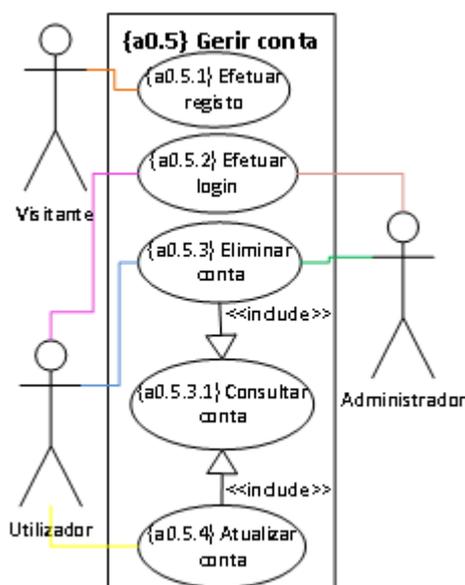


Figura 13 - Diagrama caso de uso "Gerir conta"

No caso de uso "Gerir conta" o visitante apenas pode efetuar o registo para se tornar um utilizador. Após o registo, o utilizador poderá efetuar o *login*, eliminar e atualizar a sua conta. Estes últimos casos de uso incluem um outro caso de uso ("Consultar conta") para que as funcionalidades eliminar e atualizar sejam executadas de forma eficiente. O papel do administrador inclui efetuar o *login* e eliminar a conta de um utilizador.

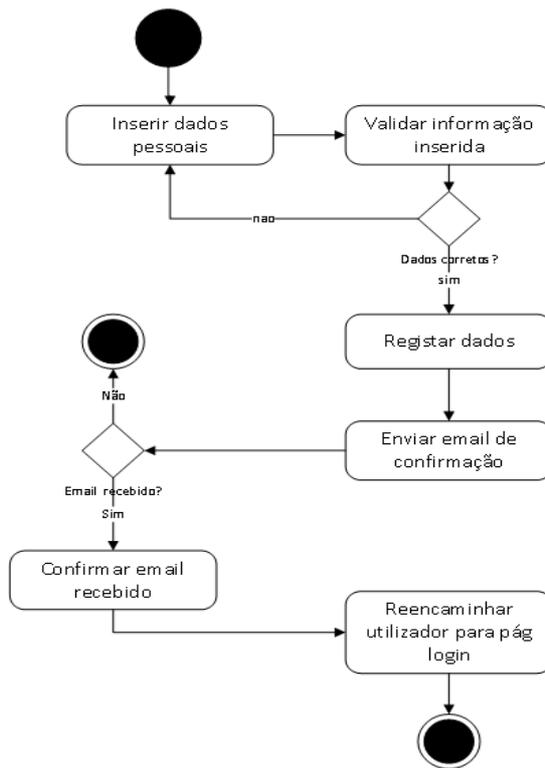


Figura 14 - Diagrama de atividade efetuar registo

Um utilizador para se registar na aplicação terá de inserir os parâmetros básicos (nome, *username*, *password*, *email*, etc) e o sistema, por sua obrigação, validará estas informações pesquisando erros, tais como *email's* incorretos, *usernames* repetidos. Caso os dados não contenham erros, estes vão ser inseridos na base de dados, e um *email* de confirmação será enviado ao utilizador, a fim de confirmar e ser redirecionado para o página de *login*. Caso contrário, o utilizador terá de introduzir novamente os seus dados.

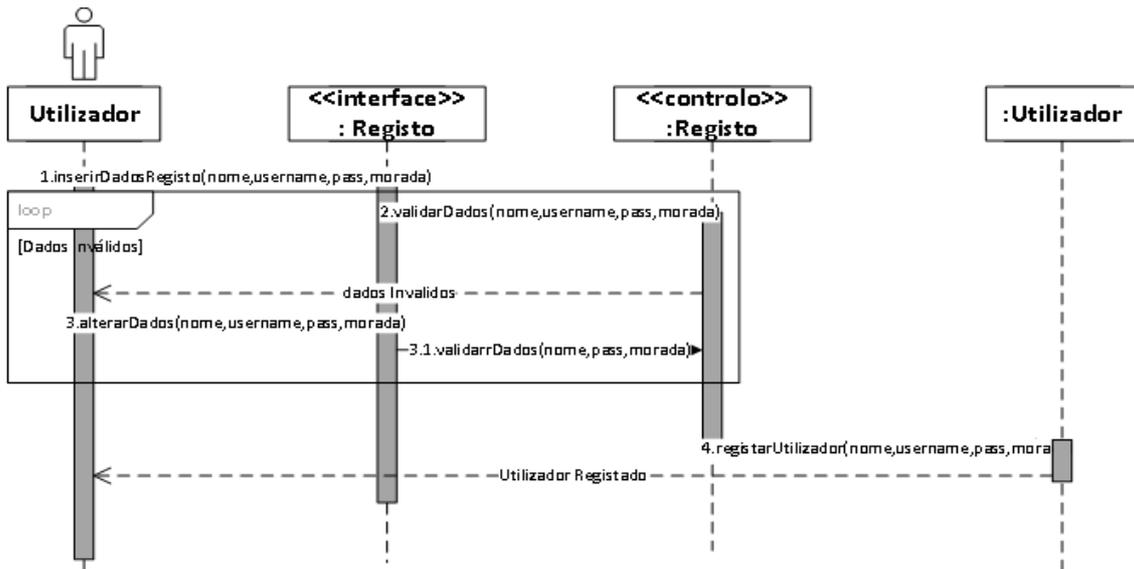


Figura 15 - Diagrama de sequência efetuar registo

Os dados serão inseridos pelo utilizador na página de registo (interface), onde esta página (controlo) irá validar os dados para que o utilizador seja armazenado na classe “Utilizador”. Após o registo, será enviada uma mensagem de sucesso ao utilizador. Este sistema terá um ciclo para validar os dados, em que os dados apenas serão registados até estes estarem corretos.

Após a concretização dos objetivos iniciais, outros foram sugeridos, sendo eles:

- contabilização das visitas na plataforma.
- colocar sempre em primeiro lugar o tópico do fórum que contém as suas regras de utilização e destaca-lo dos restantes tópicos.
- estatísticas de todas as tabelas que diretamente estão interligadas no registo de um provete.
- possibilidade de o utilizador apagar os seus próprios provetes.
- em caso de esquecimento de algum dos dados de *login* (“username” ou “password”), existir a possibilidade de recuperar os respetivos dados.
- criar uma área para o administrador, onde este consiga visualizar a contagem de visitas da plataforma por dia, mês, ano e semana; onde consiga também visualizar as visitas por área geográfica (pais, região, cidade e continente) e por último, por *browser*.

4.1.2. Requisitos não funcionais

Relativamente aos requisitos não funcionais serão enumerados os seguintes:

- Usabilidade: a aplicação *Web* terá de ser de fácil utilização para que os utilizadores não sintam desconforto, isto é, os utilizadores deverão usar as funcionalidades que necessitam sem grande esforço e de forma eficaz.
- Desempenho: a aplicação deverá ter um sólido desempenho, permitindo lidar com vários utilizadores em simultâneo. Em termos de disponibilidade, a aplicação estará disponível 24 horas por dia, 365 dias por ano, excetuando nos casos de manutenção esporádica.
- Confiança: toda a informação da aplicação será revista pelo administrador e toda a informação relativa aos provetes será proveniente de artigos científicos publicados.
- Segurança: a base de dados irá conter campos encriptados, nomeadamente a *password*, de modo a salvaguardar a informação de utilizadores a terceiros.
- Portabilidade: a aplicação terá a capacidade de se adaptar a novos ambientes.
- Flexibilidade: a aplicação deverá permitir a adição de novas funcionalidades, de forma que possa evoluir segundo as necessidades que forem surgindo.

4.2. Arquitetura cliente-servidor

Após a análise da definição da arquitetura cliente-servidor num dos capítulo anterior, na Subsecção 2.1.1, elaborou-se um esquema de arquitetura para a respetiva aplicação *Web*.

Esta aplicação utiliza uma arquitetura de cliente-servidor, pois existe um *browser* do lado do cliente que pede informações ao servidor e, em que este irá responder ao cliente fornecendo as respetivas informações solicitadas. Por sua vez o cliente (*browser*) apresenta as informações recebidas ao utilizador. De seguida é explicado o fluxo da arquitetura cliente-servidor apresentada na Figura 16.

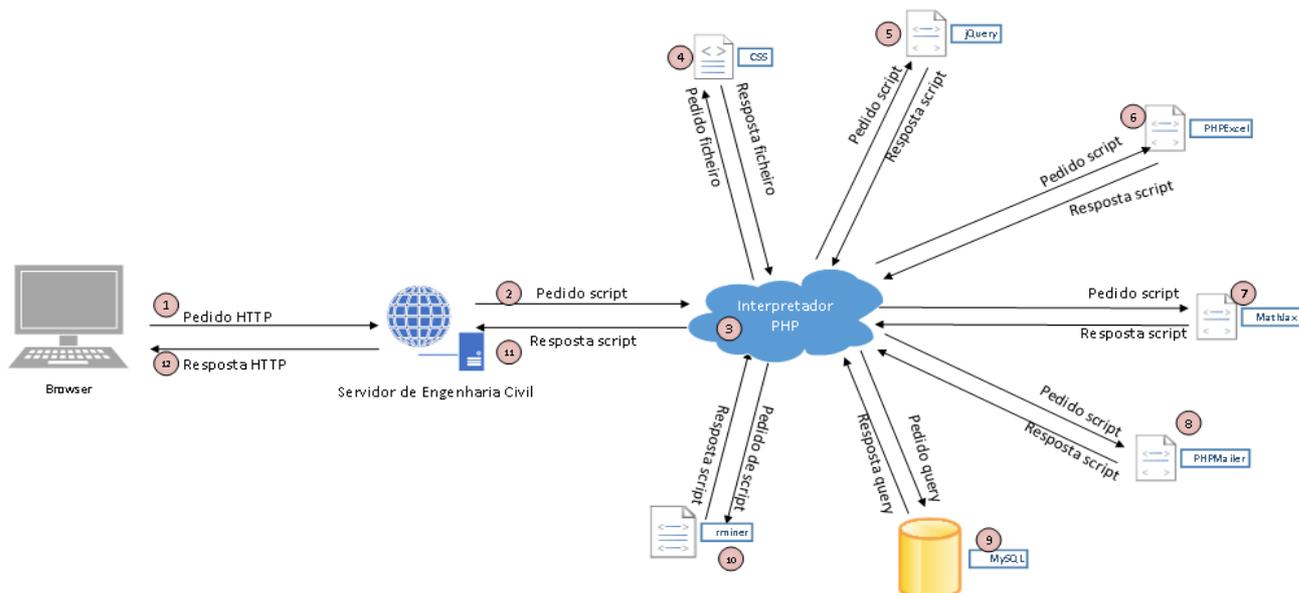


Figura 16 - Arquitetura da aplicação Web via cliente-servidor

- 1- Quando o utilizador digita o endereço da plataforma no *browser*, o sistema realiza um pedido HTTP para o servidor, pedindo a exibição da plataforma.
- 2- O servidor irá verificar se a página é escrita em PHP.
- 3- Como a página é escrita em PHP, o interpretador PHP irá verificar o que a página pretende. Este interpretador é responsável por interpretar o código da página solicitada que está em PHP para HTML.
- 4, 5, 6, 7, 8- O PHP percebe que a página a ser apresentada requer informações de uma ou mais bibliotecas ou de um ficheiro (*jQuery*, *PHPExcel*, *MathJax*, *PHPMailer* e *CSS*). O PHP pede estas informações.
- 9- O PHP está estruturado de tal forma que requer informações que estão guardadas numa base de dados *MySQL*. O PHP solicita estas informações e adiciona-as na página a ser apresentada. Exemplos de informações que requerem uma conexão à base de dados são o registo de provetes e a listagem dos mesmos.
- 10- O PHP percebe que a página a ser apresentada requer informações da biblioteca *rminer*, para realizar a previsão analítica aos parâmetros inseridos no formulário. O PHP pede para executar o *script* que irá fornecer estas informações.
- 11- A página PHP é criada pelo PHP no servidor.
- 12- O servidor envia a página, os ficheiros *CSS* e as informações adquiridas das bibliotecas para o *browser* do utilizador, que finalmente, mostra a apresentação final da página.

4.3. Ambiente de desenvolvimento

Para o desenvolvimento da BFN foi utilizada como base a plataforma *Microsoft Windows*, na versão *Windows 8.1*, juntamente com o *software Netbeans IDE*, o *software Workbench* e o servidor *Apache*.

O *Netbeans* (descrito na Subsecção 3.4.3) foi considerado uma excelente ferramenta para o desenvolvimento desta aplicação pois possui um sistema de *debug* em tempo de desenvolvimento, mostrando quais as falhas do código como variáveis não declaradas, erros na importação de bibliotecas, entre outros. O *Workbench* (descrito na Subsecção 3.4.1) goza de uma interface de fácil utilização, e um *design* gráfico que permite uma melhor visualização da base de dados. O servidor *Apache* (Subsecção 3.4.2) permite instalar de uma só vez os *softwares* PHP 5, *MySQL* e *Apache* num computador local, permitindo testar as funcionalidades da plataforma nesse mesmo computador.

Para a definição de *layout* da plataforma, e para todo o desenvolvimento do projeto, foi utilizado um *template*¹ adquirido da *Web* gratuitamente, o qual foi desenvolvido recentemente, pelo que fornece elementos escritos em *jQuery* na versão 2.0.2.

Para que o cliente tivesse acesso a esta plataforma na fase de desenvolvimento o projeto foi alojado num servidor gratuito (*hostinger* - <http://www.hostinger.pt/>). Sendo que na fase final, a plataforma passou para um servidor do Departamento de Engenharia Civil.

4.4. Base de dados

Nesta secção será descrita a origem dos dados e apresentada a estrutura da base de dados que armazenará os dados descritos nesta mesma secção.

4.4.1. Descrição dos dados

Até ao momento da criação da plataforma, os dados dos provetes adquiridos pelo cliente eram registados em folhas *excel*. Estes dados eram oriundos de investigações científicas realizadas em laboratório e publicadas em artigos científicos, durante os últimos anos. Assim com a aquisição destes dados provenientes de vários artigos, o cliente construiu um ficheiro *excel* onde se regista num único ficheiro, toda a informação recolhida e corrigida.

¹ <http://almsaeedstudio.com/preview>.

O *excel* possuía a informação dividida por “tabelas” e por categoria de provete. Relativamente às tabelas, os dados encontravam-se agrupados pelas seguintes tabelas: “General identification”, “Concrete block geometry”, “NSM configuration”, “Concrete”, “FRP”, “Adhesive”, “Steel”, “Results”, “Geometric properties” e “Strength properties”. Quanto à categoria de provete, os dados eram divididos na categoria DPT e BPT (uma categoria em cada folha do *excel*). No total o *excel* apresentava 431 provetes, dos quais 363 eram da categoria DPT e 68 da categoria BPT.

4.4.2. Estruturação da base de dados

A estruturação da base de dados foi concebida seguindo as diretrizes do ficheiro original em *excel*, em consonância com os requisitos descritos anteriormente (Subsecção 4.1.1). As tabelas resultantes desta associação estão mutuamente interligadas entre si, através de identificadores comuns (denominadas chaves estrangeiras). Na Figura 17 verifica-se que no total existem quinze tabelas interligadas entre si com chaves estrangeiras e uma tabela sem interligações. Esta última (designada “Counter”) tem como objetivo contabilizar todas as visitas realizadas ao sistema. Em relação às restantes tabelas, estas foram criadas com informações provenientes do *excel* e dos requisitos. É fundamental referir que a base de dados encontra-se na língua inglesa, pois o cliente especificou que a interface, assim como o código e a base de dados deveriam ser desenvolvidos nesta língua.

As tabelas resultantes do *excel* encontram-se todas interligadas com a chave estrangeira “specimenId”. De seguida é descrita a função de cada tabela:

- “Concreteblockgeometry”: esta tabela tem como objetivo agregar informações da geometria do bloco de betão, isto é, comprimento, largura e altura de cada bloco de betão;
- “Nsmconfiguration”: reúne a informação necessária para descrever a localização do FRP no provete;
- “Concrete”, “Frp”, “Adhesive” e “Steel”: estas tabelas reúnem informações sobre as propriedades dos materiais que existem em cada ensaio de arranque;
- “Result”: armazena os resultados dos ensaios de arranque de todos os provetes;
- “Geometricproperty” e “Strengthproperty”: estas tabelas têm como objetivo guardar rácios de variáveis geométricas e de resistência mecânica úteis para compreender alterações no comportamento dos provetes;
- “Specimen”: tabela que agrega informações relativamente ao provete.

As tabelas derivadas dos requisitos são:

- “Forumtopic”: agrega informações relativas aos tópicos criados pelos utilizadores/administrador;
- “Forumpost”: armazena as informações dos *posts* respondidos pelos utilizadores/administrador;
- “User”: contém informações dos utilizadores registados;
- “Country”: possui informações de todos os países, úteis para o registo dos utilizadores;
- “Paper”: tabela que possui informações relativas aos artigos associados aos provetes.

Em anexo encontra-se uma descrição individual dos atributos que compõe cada tabela e uma imagem com a associação dessas variáveis aos provetes (Anexo II – Descrição dos atributos das tabelas da base de dados)

Um utilizador quando se regista na plataforma, além do fornecimento dos seus dados básicos (“nome”, “email”, “username” e “password”) tem à sua disposição uma lista com todos os países contidos na tabela “Country”, de onde deverá seleccionar o seu país de origem. Após ser um utilizador autenticado, tem inúmeras funcionalidades à sua disposição, tais como inserção de provetes, criação de tópicos, inserção de artigos científicos e inscrição de *posts*. Na inserção de provetes existe um conjunto de parâmetros de entrada associados a várias tabelas (“Result”, “Geometricproperty”, “Paper”, “Concrete”, “Frp”, “Steel”, “Concreteblockgeometry”, “Adhesive”, “Strenthproperty” e “NSMconfiguration”), que terão de ser fornecidos pelo próprio utilizador.

Systems in Concrete

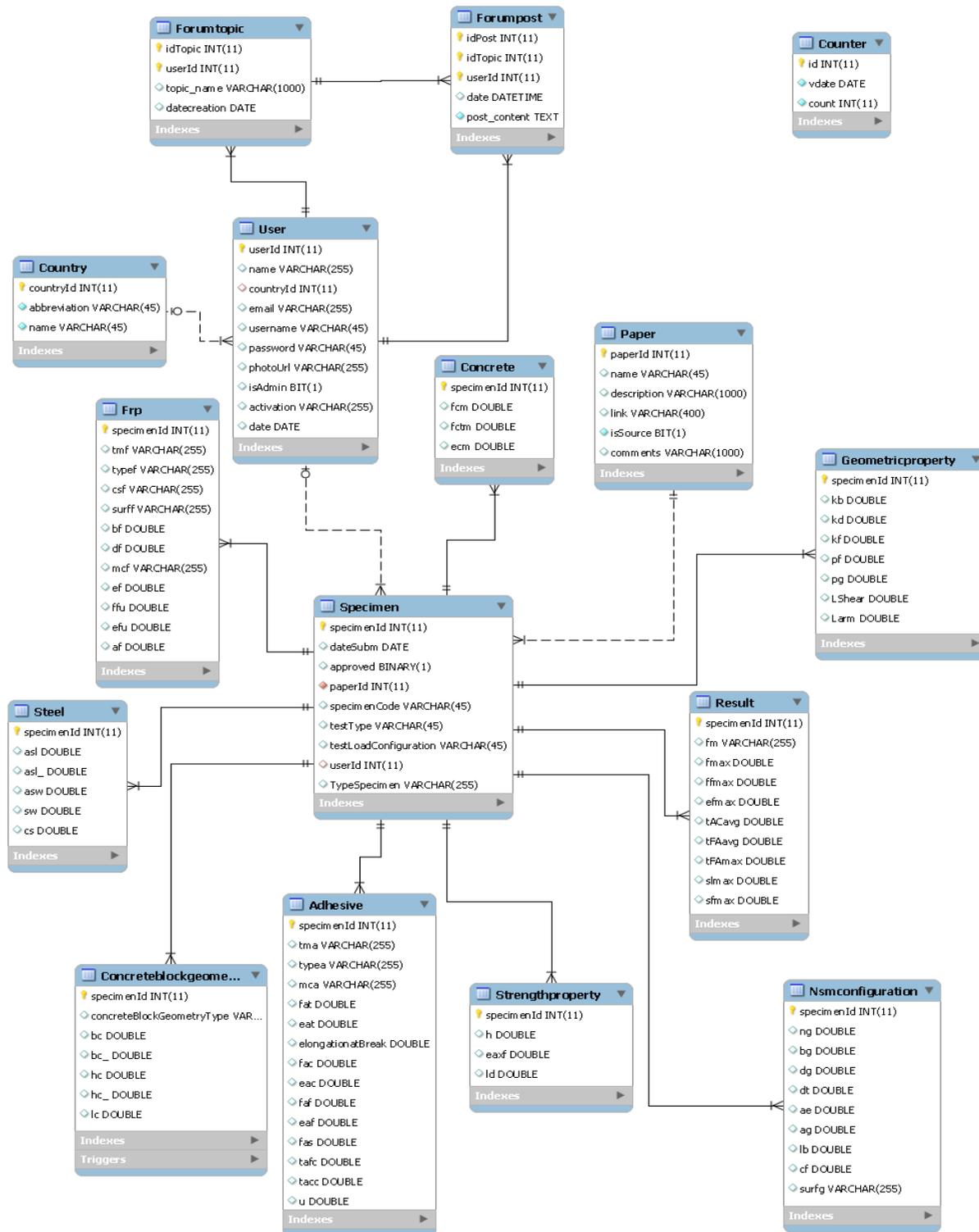


Figura 17 - Diagrama de entidade e relacionamento

4.5. Integração das previsões *online*

O objetivo primordial do *data mining* é analisar dados brutos e descobrir padrões interessantes e úteis para o utilizador, de modo a que este tenha fundamentos para tomar decisões na sua área de negócio. O objetivo de procurar novos padrões subdivide-se em previsão e descrição, nos quais a previsão procura padrões que permitem prever o futuro e a descrição procura padrões que apresentem o conhecimento de forma compreensível. Para o objetivo da previsão, os problemas são tratados como pertencentes à classe classificação ou à classe regressão. Na classificação, terá de ser encontrada uma função que divida os dados em classes pré-definidas, na regressão terá de ser estimado um valor real (variável dependente) a partir da introdução de vários atributos de entrada.

Uma das inúmeras ferramentas disponíveis no mercado para procurar padrões é a ferramenta R, e em particular com a incorporação da biblioteca *rminer*. Esta biblioteca é adequada para a utilização dos modelos NN e SVM, os quais oferecem previsões mais precisas.

Como dito no capítulo anterior, na Secção 3.2, a metodologia de *data mining* utilizada foi a CRISP-DM, tendo sido objeto de análise pelo aluno de doutoramento Mário Coelho. Os modelos NN e SVM foram abordados nas fases de modelação e avaliação desta metodologia.

Para correr os algoritmos NN e SVM repartiu-se a base de dados em 2/3 para treino e 1/3 para teste. Estas divisões da base de dados foram guardadas em ficheiros com extensão fit (ficheiros internos) divididos com as variáveis das formulações ACI e SA e por categoria de provete (DPT e BPT), para que fosse possível comparar corretamente os modelos de *data mining*. Como são também realizadas previsões analíticas com as formulações ACI e SA, também são adotadas as variáveis destas formulações nos modelos de *data mining*, para que se consiga comparar corretamente os modelos e obter o melhor resultado possível, isto é, com a menor taxa de erros.

Todo o processo relativo à realização de *data mining* no *rminer* foi elaborado pelo cliente, sendo que todos os ficheiros envolvidos neste processo (inclusive a *script*) foram disponibilizados para a integração na plataforma. Assim, apenas foi necessário executar uma linha de código na linguagem PHP (`exec("C:\Program Files\R\R-3.1.1\bin\Rscript.exe" "C:/inetpub/wwwroot/BFN/Prototipo/script/script.R" 2>&1', $out);`) para evocar todos os ficheiros que se encontram numa pasta do projeto denominada "script".

4.6. Módulos da plataforma

A plataforma BFN possui um sistema de navegação hierárquico, que permite o que utilizador saiba sempre em que secção da plataforma se encontra, além de que poderá voltar sempre para a página inicial quando quiser, pois em cada página existe uma hiperligação para a página inicial e para a página anterior na qual se encontrava.

A BFN é constituída por vários módulos, que combinados entre si aumentam o potencial da plataforma, tornando-a facilmente adaptável às necessidades de um maior número de utilizadores. A qualquer momento é possível adicionar ou remover um módulo sem comprometer a plataforma, pois os módulos são independentes, apesar de poderem partilhar informação uns dos outros. Quanto à sua estruturação, a plataforma apresenta os módulos representados na Figura 18.

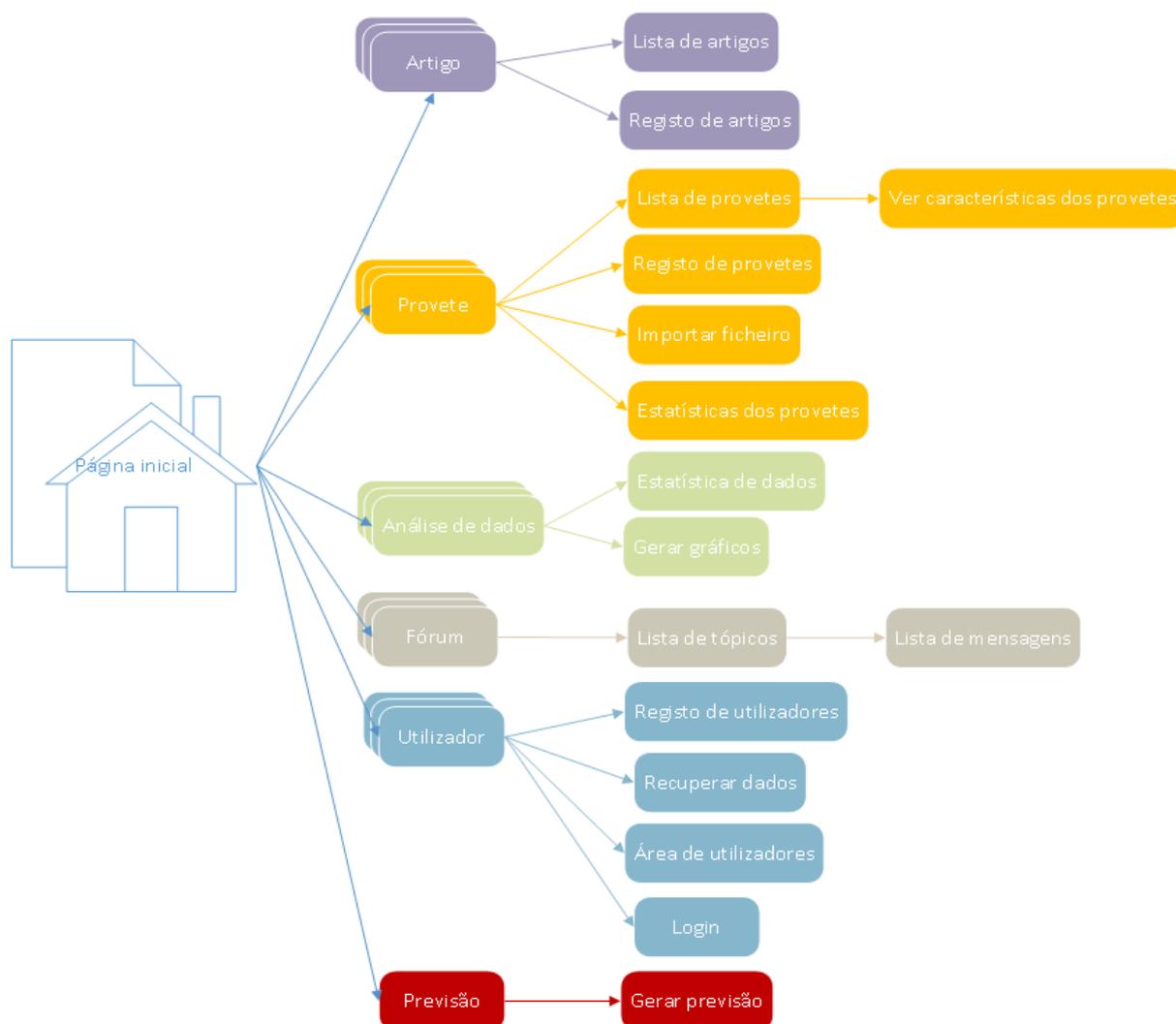


Figura 18- Módulos da plataforma BFN

De seguida, serão descritos sucintamente os módulos presentes na plataforma para que se entenda qual a função de cada um:

- **Módulo principal:** Este módulo é o módulo base da plataforma. É neste que são realizadas todas as hiperligações aos restantes módulos e onde é descrito o objetivo da plataforma. Para o utilizador ter acesso a todos os módulos basta estar registado na plataforma.
- **Módulo artigos:** O módulo dos artigos possibilita que os utilizadores efetuem o registo de artigos científicos ao qual irá ser associado um ou mais provetes no respetivo módulo. Permite igualmente que os utilizadores detenham de acesso à extensa lista de artigos registados por todos os associados da plataforma. Cada artigo possui uma hiperligação para a página de leitura do artigo.
- **Módulo provetes:** Com este módulo o utilizador poderá visualizar numa tabela com pesquisa automática todos os provetes existentes na aplicação, bem como registar um provete mediante o preenchimento de um formulário ou a submissão de um ficheiro *excel*, que tem a vantagem de registar vários provetes em simultâneo. No registo do provete, o artigo terá de ser selecionado do módulo artigos. Também é possível visualizar informação sobre estatísticas numéricas dos provetes da base de dados, divididas pelas respetivas tabelas. Com estas informações o utilizador poderá verificar quantos provetes existem na base de dados, quantos artigos, entre outras informações.
- **Módulo análise de dados:** Módulo relacionado com as análises gráficas da base de dados. É dada a possibilidade de gerar gráficos com as variáveis de várias tabelas da base de dados, e com a possibilidade de escolher até quatro filtros, sendo eles: artigo, utilizador, tipo do provete e tipo de teste.
- **Módulo fórum:** O utilizador será capaz de criar tópicos, bem como respondê-los. Neste módulo existe a diferenciação de visitante entre utilizador. O visitante apenas terá acesso à leitura do conteúdo, já o utilizador terá acessos de leitura e escrita.
- **Módulo utilizador:** Neste módulo o utilizador poderá consultar variados parâmetros da sua atividade na plataforma. Pode consultar o número de provetes inseridos, cancelados e o número de *posts* colocados no fórum. Poderá alterar os seus dados pessoais da conta, assim como recuperar a *password* em caso de esquecimento via *email*. Terá uma área para realizar o login, de modo a ter acesso a todos os módulos da plataforma.
- **Módulo previsão:** Neste espaço, colocando os valores nas variáveis do formulário, o utilizador terá o resultado da sua previsão. Esta previsão baseia-se em duas formulações de previsão (ACI e SA) e em dois algoritmos *data mining* (SVM e NN). Os resultados e os passos intermédios das fórmulas ACI

e SA são descritos na mesma página onde são calculados. Para tal basta apenas clicar num botão para ter acesso a esses resultados.

4.7. *Layout* da plataforma

Um bom *layout* deve ter presentes três parâmetros: simplicidade, consistência e foco (Brinck *et al.*, 2002). A simplicidade significa manter a estrutura da página simples, permitindo ao utilizador saber o que cada elemento significa na realidade (Nielsen, 2000). A consistência sintetiza os elementos de cada página e auxilia o utilizador a utilizar a aplicação, além de criar uma estabilidade entre as páginas, isto é, a consistência torna mais fácil a utilização da aplicação, reforça o sentido da estrutura e diminui o tempo de navegação na aplicação. O foco consiste em dar ênfase aos elementos chave da página (Nielsen, 1994).

De seguida, tendo em conta o descrito, é apresentado o *layout* do protótipo das funcionalidades mais relevantes. Este *layout* encontra-se na língua inglesa, pois era um requisito imposto pelo cliente.

4.7.1. Página inicial

Na página inicial, como descrito anteriormente, contém os três parâmetros de definição de bom *layout* (Figura 19). Um visitante terá menos acessos aos menus do que um utilizador registado. O utilizador terá acesso a todos os itens do menu descrito na imagem abaixo, já o visitante apenas terá acesso a “List of Papers”, “List of Specimens”, “Specimens Statistics”, “Database Statistics”, “Forum”, “Report” e “About”.

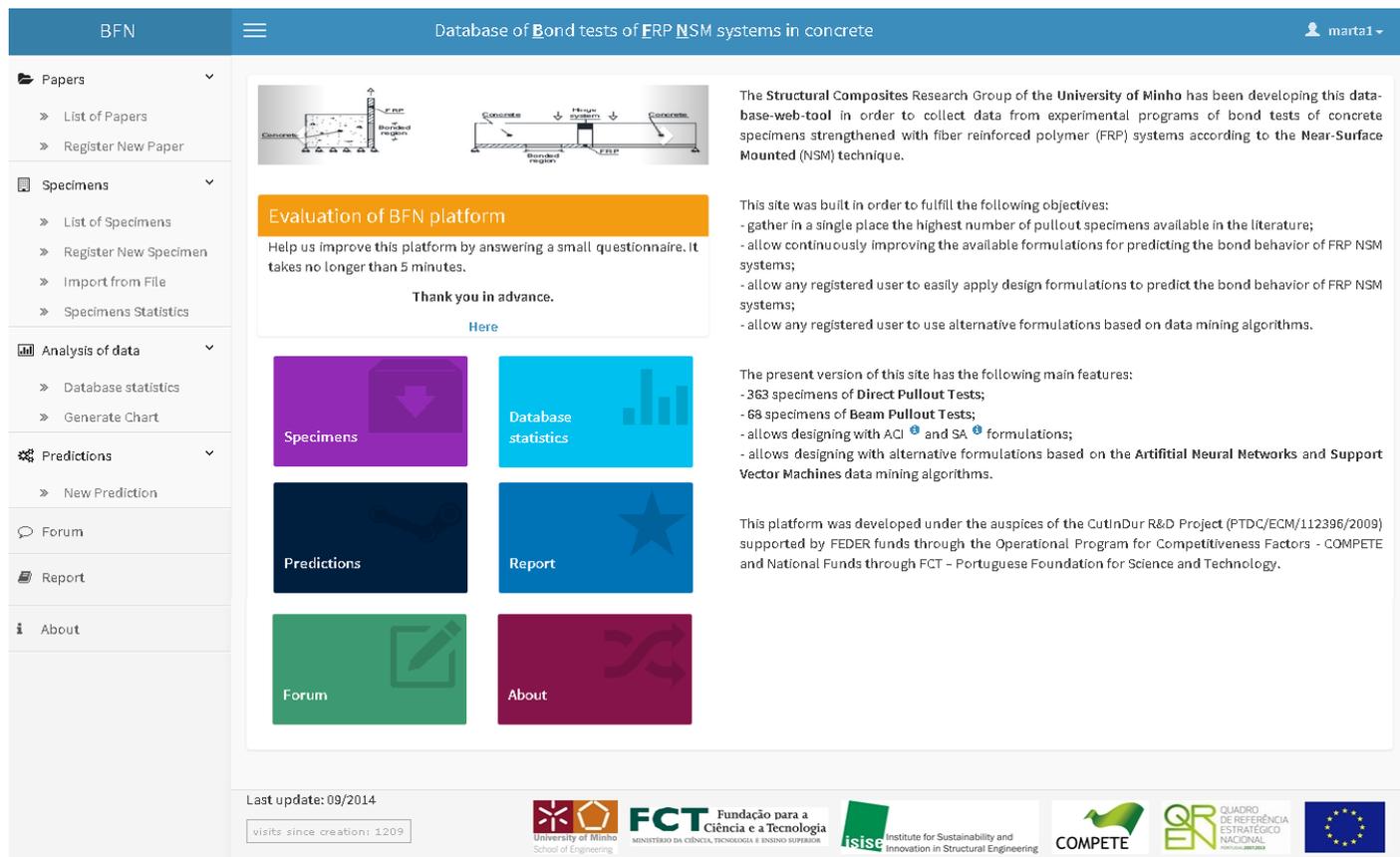


Figura 19 – Layout da página inicial da plataforma BFN

Para o administrador existe uma secção destinada a gerir a plataforma (Figura 20). Dentro de cada item, o *layout* é bastante parecido com o do utilizador. É importante relembrar, que esta secção apenas se torna visível com o *login* do administrador. Outras funcionalidades deste ator não se encontram nesta secção, como por exemplo a remoção de mensagens do fórum, em que aparece na respetiva página, mas apenas é visível para o administrador.



Figura 20 - Secção do administrador

4.7.2. Listagem de artigos científicos

O utilizador poderá consultar os artigos científicos existentes no sistema selecionando o menu apropriado -“List of Papers”, onde depois irá encontrar a janela da Figura 21 para pesquisar o artigo

que pretenda. Após encontrar o artigo desejado (pela pesquisa na caixa de procura) poderá ter acesso a mais informações do artigo, como o seu endereço na *Web* e a referência completa deste.

10 records per page Search:

Paper ID	Complete Reference
Al-Mahmoud et al (2011)	Al-Mahmoud, F., A. Castel, et al. (2011). "Anchorage and tension-stiffening effect between near-surface-mounted CFRP rods and concrete." <i>Cement and Concrete Composites</i> 33(2): 346-352.
Barros et al (2010)	Barros, JAO, and Costa, IG. 2010. "Bond Tests on Near Surface Reinforcement Strengthening for Concrete Structures." Report of the Round Robin Tests 2.2 carried out by EN-CORE Project at University of Minho, Guimar
Bilotta et al (2011)	Bilotta A., Ceroni F., Nigro E., Di Ludovico M., Pecce M.R., Manfredi G., (2011). Bond efficiency of EBR and NSM FRP systems for strengthening of concrete members, <i>ASCE J. of Composites for Construction</i> , doi: 10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000204.
Bilotta et al (2012)	Bilotta A., Ceroni F., Di Ludovico M., Nigro E., Pecce M., Manfredi G., (2012). Experimental bond test on concrete members strengthened with NSM FRP systems: influence of groove dimensions and surface treatment, <i>Proc. of CICE 2012, Rome, Italy</i> .
Capozucca (2013)	Capozucca, R. (2013). "Analysis of bond-slip effects in RC beams strengthened with NSM CFRP rods." <i>Composite Structures</i> 102(0): 110-123.
De Lorenzis (2002)	De Lorenzis, L. (2002). "Strengthening of RC structures with near surface mounted FRP rods." Department of Innovation Engineering, University of Lecce, Italy. PhD: 289.
De Lorenzis (2002)	De Lorenzis, L. (2002). Strengthening of RC structures with near surface mounted FRP rods. Department of Innovation Engineering, University of Lecce, Italy. PhD: 289.
De Lorenzis et al (2004)	De Lorenzis, L., K. Lundgren, et al. (2004). "Anchorage length of near-surface mounted fiber-reinforced polymer bars for concrete strengthening " <i>Experimental investigation and numerical modeling.</i> <i>ACI Structural Journal</i> 101(2): 269-278.
Kalupahana (2009)	Kalupahana, W. (2009). "Anchorage and Bond Behaviour of Near Surface Mounted Fibre Reinforced Polymer Bars." Department of Architecture and Civil Engineering, University of Bath, United Kingdom. PhD.
Kotynia (2012)	Kotynia, R. (2012). "Bond between FRP and concrete in reinforced concrete beams strengthened with near surface mounted and externally bonded reinforcement." <i>Construction and Building Materials</i> 32(0): 41-54.

Showing 1 to 10 of 32 entries ← Previous 1 2 3 4 Next →

Figura 21 - Layout da lista de artigos científicos

4.7.3. Registo de artigos científicos

O registo de um artigo deve ser a primeira informação a ser fornecida ao sistema, só depois é que se pode registar um provete, pois um ou mais provetes são descendentes de um artigo. Os campos "Paper Id", "Paper complete reference" e "Link to publication on internet" são de carácter obrigatório (Figura 22).

Paper

Required

Paper ID *

Enter Paper ID

Paper complete reference *

Enter Paper complete reference...

Link to publication on internet *

Link to publication on internet...

Comments about the specimen

Enter comments...

Is this publication the original source

Save

Figura 22 – Layout do registo de artigos científicos

4.7.4. Listagem dos provetes

Na lista dos provetes (Figura 23) existe a possibilidade de seleccionar o número de provetes por página, bem como poderá percorrer página a página até chegar ao provete que deseja ver. Caso pretenda conhecer o artigo que deu origem ao provete, basta clicar no artigo que será direccionado para a página correspondente. Na caixa de pesquisa, bastará colocar uma letra, que aparecerá todas as palavras/linhas que contenham essa letra. Por opção poderá também ordenar os provetes, bastando carregar no símbolo da seta que se encontra em cada coluna.

10 records per page Search: s

Type of Specimen	Paper ID	Specimen code defined by the author
BPT	Sena Cruz (2004)	fcm35_Lb40_M
BPT	Sena Cruz (2004)	fcm45_Lb40_M
BPT	Sena Cruz (2004)	fcm70_Lb40_M
BPT	Sena Cruz (2004)	fcm35_Lb60_M
BPT	Sena Cruz (2004)	fcm45_Lb60_M
BPT	Sena Cruz (2004)	fcm70_Lb60_M
BPT	Sena Cruz (2004)	fcm35_Lb80_M
BPT	Sena Cruz (2004)	fcm45_Lb80_M
BPT	Sena Cruz (2004)	fcm70_Lb80_M
BPT	Sena Cruz (2004)	fcm40_Lb60_M

Showing 1 to 10 of 431 entries

← Previous 1 2 3 4 5 Next →

Figura 23 - Layout da listagem dos provetes

4.7.5. Visualizar um provete

Na lista dos provetes, acedendo a um provete específico, tem-se acesso às suas medições, com imagens ilustrativas e *tooltips* para legendar cada variável. Na Figura 24 não são mostradas todas as tabelas pertencentes a um provete. Esta é apenas uma imagem para mostrar o *layout* desta funcionalidade. No total existem 11 tabelas a definir cada provete. Na tabela “General Identification” contém informações que definem cada provete, como o número do provete na base de dados, o artigo a que está associado e a respetiva hiperligação, o código dado pelo autor do artigo ao provete, o tipo de teste, a data de submissão, o utilizador que o submeteu, e o tipo de provete. Nas restantes tabelas (“Concrete Block Geometry”, “NSM Configuration”, “Material Properties - Concrete”, “Material Properties - FRP”, “Material Properties - Adhesive”, “Material Properties - Steel”, “Results - Experimental”, “Results - Design”, “Analysis – Geometric Properties” e “Analysis – Strength Properties”) estão as medições e os resultados dos testes de cada provete.

GENERAL IDENTIFICATION				
CONCRETE BLOCK GEOMETRY				
Description	Symbol	Values	Units	Help Image
Concrete block width where FRP is inserted: ⓘ	δ_c	100	[mm]	
Secondary concrete block width: ⓘ	δ_c'	-	[mm]	
Concrete Block height where FRP is inserted: ⓘ	h_c	180	[mm]	
Secondary concrete block height: ⓘ	h_c'	-	[mm]	
Concrete block length: ⓘ Defined according to the help image	L_c	375	[mm]	
NSM CONFIGURATION				

Figura 24 - *Layout* da visualização do provete

4.7.6. Registo de um provete por formulário

O registo de um provete por formulário tem o *layout* apresentado na Figura 25. Existem 11 etapas no registo, nas quais algumas variáveis são obrigatórias (sinalizadas com o símbolo estrela). Em cada variável é apresentada a definição ou mesmo a fórmula de cálculo com um *tooltip*, de modo a que o utilizador compreenda explicitamente o significado de cada uma delas. Na etapa 2 e 3, consoante a escolha de certas variáveis, aparecem imagens diferentes, isto é, para algumas variáveis existe uma imagem específica a definir as dimensões dessa variável.

Anteriormente foi descrito que um provete apenas poderia ser registado se tivesse um artigo associado. Essa associação é feita no primeiro campo do formulário, onde o utilizador deverá escolher um dos vários artigos científicos existentes na caixa *dropdown*.

Consoante a escolha do tipo de provete, aparecerá uma *dropdown* para o utilizador seleccionar o tipo de teste e o teste de configuração de carga ao provete.

The screenshot shows a web form titled "General Identification" (Step 1 of 11). It contains the following fields and controls:

- Paper ID** (required, with a tooltip: "Paper identification as Author et al. (Year)"): A dropdown menu currently showing "-- Choose--".
- Specimen code defined by the author** (required): A text input field with the placeholder "Enter Specimen Code".
- Specimen Type** (required): A dropdown menu currently showing "-- Choose--".
- Test Type** (required): A dropdown menu currently showing "-- Choose--".

At the bottom of the form, there are two buttons: a green "Next Step" button and a red "Cancel" button.

Figura 25 - *Layout* do registo do um provete por formulário

4.7.7. Registar provetes por ficheiro

Para submeter vários provetes de uma só vez, existe a opção de importar um ficheiro *excel*. O *template* para *download* encontra-se na mesma página em que será submetido. As regras do *template* têm de ser seguidas à risca, para que não existam problemas, assim, o nome do artigo deverá ser copiado da lista de artigos e colado na célula destinada do *excel*.

Dependendo da linguagem do *browser*, o botão "Escolher ficheiro" altera consoante essa linguagem (Figura 26).

Template

1. Download the template (Microsoft Excel File).

[Download Template](#)

2. Fill each specimen's information.
3. Fill the PaperId field with the name registered on the list of the paper's (see Paper's)
4. Save the file.
5. Select the new file in the box bellow and click Import.

Escolher ficheiro template (1) - Cópia.xlsx

[Import](#)

Figura 26- *Layout* do registo de provetes por ficheiro

4.7.8. Estatísticas dos provetes

Nas estatísticas é possível ter várias informações sobre os provetes armazenados na base de dados. Na coluna “Values” é transmitida a contagem dos “NA” e dos “Reported”, onde os “NA” representam os valores não disponíveis pelos autores e “Reported” significa parâmetros não preenchidos. Na Figura 27 apenas é demonstrado um exemplo do *layout* das estatísticas de uma tabela. No total existem 10 tabelas nesta página, com as respetivas estatísticas.

GENERAL IDENTIFICATION			
CONCRETE BLOCK GEOMETRY			
Description	Symbol	Values	Range
Concrete block width where FRP is inserted:	b_c [mm]	NA - (56), Reported - (375)	[90-300]
Secondary concrete block width:	b_c' [mm]	NA - (368), Reported - (63)	[150-457.2]
Concrete Block height where FRP is inserted:	h_c [mm]	NA - (21), Reported - (410)	[100-250]
Secondary concrete block height:	h_c' [mm]	NA - (368), Reported - (63)	[100-457.2]
Concrete block length:	L_c [mm]	NA - (2), Reported - (429)	[152-1075]
NSM CONFIGURATION			

Figura 27 - *Layout* das estatísticas dos provetes

4.7.9. Geração de gráficos

Na Figura 28 é exibido o *layout* da página que permite ao utilizador gerar gráficos instantâneos com os provetes existentes na base de dados, e com a possibilidade de colocar os filtros que deseja. O utilizador pode imprimir/guardar o gráfico gerado em vários formatos (PDF, PNG, JPEG e SVG).

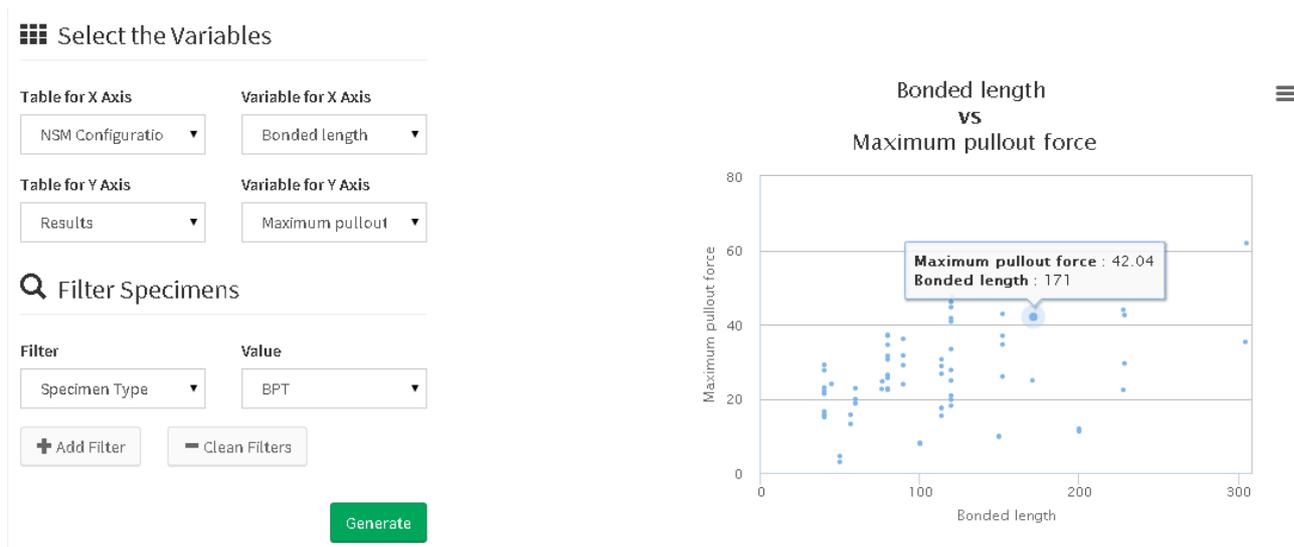


Figura 28 – Layout da geração de gráficos

4.7.10. Previsões

Fornecendo os parâmetros de entrada requeridos (o formulário da Figura 29), o utilizador visualizará as previsões calculadas internamente pelo sistema na mesma página.

Figura 29 - Layout das previsões

Estas previsões, como dito anteriormente, envolvem as formulações ACI e SA e os modelos de *data mining* NN e SVM. Nas formulações ACI e SA o utilizador poderá visualizar as formulações usadas para estes cálculos, e com os respetivos valores em cada etapa da fórmula. Na Figura 30 é demonstrado um exemplo de *layout* do cálculo das fórmulas ACI e SA. Neste exemplo em particular é calculada a formulação ACI.

ACI formulation steps

1º Step

$$L_d = \frac{A_f f_{fd}}{6.9 p_f} = 205.20 \text{ mm}$$

2º Step

$$F_{fmax} = \begin{cases} A_f f_{fd} & \text{if } L_b \geq L_d \\ A_f f_{fd} \frac{L_b}{L_d} & \text{if } L_b \leq L_d \end{cases} = 15.46 \text{ mm}$$

Discard

Figura 30 - *Layout* do resultado da fórmula ACI

4.7.11. Fórum

O Fórum é um espaço de partilha de conhecimento, ideias e opiniões. Apenas os utilizadores registados podem participar neste espaço; os visitantes não detêm desta funcionalidade. O texto escrito será guardado em formato HTML, o que significa que existe uma grande quantidade de formatações que os utilizadores poderão aplicar ao seu texto (Figura 31).

Reply to Topic

Fonte

B I S U Link List Bulleted List Numbered List Indent Left Indent Right Quote

Estilo Formatar ?

Save Post Discard

Figura 31 - *Layout* do fórum

CAPÍTULO 5 – AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Este capítulo descreve a metodologia de avaliação aplicada à plataforma BFN e apresenta os resultados obtidos. Assim, na Secção 5.1 é apresentada a metodologia de avaliação e na Secção 5.2 são apresentados os resultados obtidos de acordo com esta metodologia.

5.1. Metodologia de avaliação

Nesta secção é apresentada e descrita a metodologia de avaliação realizada à plataforma BFN. Esta metodologia de avaliação encontra-se dividida em avaliação qualitativa, quantitativa, avaliação de plataformas relacionadas e avaliação das normas de qualidade.

5.1.1. Avaliação qualitativa

Para realizar a avaliação qualitativa foi realizado e distribuído um questionário de preenchimento *online* via *Google Docs*², que permitiu os utilizadores avaliar a respetiva plataforma. Este questionário ficou *online* durante aproximadamente um mês, desde 15/09/2014 a 12/10/2014, incorporado na plataforma BFN, visível para todos os utilizadores ou visitantes.

Na construção deste questionário optou-se por utilizar a escala de *Likert*, com os valores 1 – Discordo Totalmente, 2 – Discordo, 3 – Sem Opinião, 4 – Concordo e 5 – Concordo Totalmente. Este questionário foi subdividido em duas áreas temáticas consideradas relevantes para esta dissertação, em que a primeira área visou obter uma apreciação geral da plataforma *Web* como suporte a experimentações científicas na área de estudo em questão, e a segunda área focou as funcionalidades presentes da aplicação. Relativamente à primeira área temática correspondem as quatro primeiras perguntas, e à segunda área correspondem as restantes, sendo que a penúltima pergunta é apenas útil para distinguir a profissão do respondente.

As questões foram efetuadas na língua inglesa, pois a plataforma também se encontra nesta língua. De seguida apresentam-se as questões efetuadas:

1. *The BFN platform can be a useful tool for those working in the field of bond behavior of FRP NSM systems in concrete.*

² <https://docs.google.com/forms/d/1IqhIt2CsijRViYw3Dp4cBrKX5tcneluw70iOyqwp1Kw/viewform>.

2. *Using BFN tool in my job, I would be able to accomplish tasks more quickly.*
3. *BFN platform can be a useful tool for those designing FRP NSM systems to strengthen concrete elements.*
4. *I will recommend BFN platform to my colleagues working this field.*
5. *The features of BFN platform are easy to understand and easy to use.*
6. *The possibility of generating, online and in real time, predictions of the maximum pullout force is useful.*
7. *BFN platform is easy to use since its graphical interface is quite intuitive.*
8. *The feature of generating charts using user chosen variables is useful to better analyze the information already available in the database.*
9. *The inclusion of a help icon (blue "i" close to each parameter) helps to clarify parameter's meaning.*
10. *The amount of information available without registration was enough to make me register.*
11. *A help manual would be a great tool to better understand how BFN platform works.*
12. *Choose from the following options. You are: Student, Teacher, Other.*
13. *Overall, the use of BFN platform is satisfactory.*

Nesta avaliação o questionário será analisado estatisticamente, de modo a se obter resultados úteis à avaliação da plataforma. Estes dados traduzem a opinião dos utilizadores relativamente à plataforma.

5.1.2. Avaliação quantitativa

A avaliação quantitativa é realizada pela ferramenta *Google Analytics*. Para que esta ferramenta monitorizasse toda a atividade da plataforma BFN foi necessário associar uma conta *Gmail* e com os dados extraídos dessa associação de conta foi colocado um pequeno excerto de código nas páginas da plataforma, permitindo assim a respetiva monitorização. O *Google Analytics* cria *logs*³ que permitem identificar várias características da plataforma. As características que são analisadas nesta dissertação são as seguintes:

- visitas diárias: número de visitas quer de utilizadores registados, quer de visitantes por dia;

³ Logs são ficheiros gerados por um *software* que regista eventos e a hora em que ocorrem no sistema a monitorizar.

- utilização da plataforma: podem ser analisados vários parâmetros, como o número total de sessões de diferentes utilizadores/visitantes, o número de visitantes que estão pela primeira vez na plataforma, a taxa de rejeições dos utilizadores, entre outras informações;
- visitas por área geográfica: número de visitas por cidade e país;
- medição da utilização da plataforma por país: taxa de rejeição por país e duração média por país;
- visitas por *browser*: *browser* mais utilizado para aceder à plataforma;
- origem do tráfego: verificar como é que os utilizadores tiveram conhecimento da plataforma;
- tempo médio de carregamento de uma página e tempo de resposta do servidor;
- categoria do dispositivo acedido à plataforma: categoria dos dispositivos utilizados para acederem à plataforma;
- marca do dispositivo acedido à plataforma;
- páginas mais visitadas.

5.1.3. Avaliação de trabalhos relacionados

De modo a avaliar se a plataforma possui as funcionalidades geralmente impostas nas plataformas científicas, foi elaborado uma comparação das funcionalidades da BFN com os trabalhos relacionados apresentados na Subsecção 2.2.3.

5.1.4. Avaliação das normas de qualidade

A última etapa da metodologia de avaliação da BFN é a avaliação das normas de qualidade de um *software*, onde será efetuado um cruzamento das normas ISO 9126 (descritas na Subsecção 2.1.3) com a BFN. Cada característica e sub-característica são explicadas de acordo com a plataforma e caso não se apliquem, será descrito o motivo.

5.2. Resultados obtidos

Nesta secção são apresentados os resultados obtidos da metodologia de avaliação exposta na secção anterior. Estes resultados são divididos em dados qualitativos, quantitativos, comparações de trabalhos relacionados e avaliação das normas de qualidade.

5.2.1. Avaliação qualitativa via inquéritos

Durante o período em que o questionário esteve *online*, a plataforma foi apresentada em duas conferências científicas de âmbito nacional (“2º seminário sobre Projeto de Reforço de Estruturas de Betão com FRP’s” e “2º Workshop of the PhD Students in Civil Engineering”) o que permitiu um acréscimo das respostas.

No total foram requisitadas 35 respostas, das quais, 54% são de estudantes, 9% são de professores e 34% são de outros (Figura 32). Os respondentes foram assim divididos em três grupos: estudantes, que incluem os investigadores/doutorandos; professores e outros. Nesta última categoria encontram-se trabalhadores de empresas na área de Engenharia Civil, com conhecimentos da técnica FRP NSM.

Choose from the following options. You are:

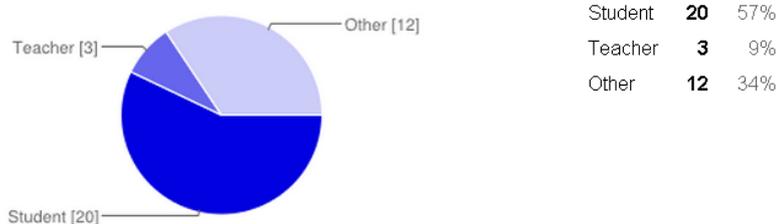


Figura 32 - Divisão dos utilizadores que responderam ao questionário por profissão, conforme a fonte *Google Analytics*

Os resultados obtidos do questionário são apresentados na Tabela 7:

Capítulo 5 – Avaliação dos resultados obtidos

Tabela 7 - Resultados do questionário *online* (realça-se células a verde mais positivas e células a amarelo menos positivas)

Questão	DT ⁴	D ⁵	SO ⁶	C ⁷	CT ⁸	Valor médio	Porcentagem de respostas positivas
1	0	1	7	13	14	4.14 (C)	77 %
2	0	1	10	17	7	3.86 (C)	69%
3	0	0	5	16	14	4.26 (C)	86%
4	0	0	9	13	13	4.11 (C)	74%
5	0	1	6	15	13	4.14 (C)	80%
6	0	1	9	8	17	4.17 (C)	71%
7	0	0	9	11	15	4.17 (C)	74%
8	0	0	5	17	13	4.23 (C)	86%
9	0	1	5	18	11	4.11 (C)	83%
10	0	2	11	15	7	3.77 (C)	63%
11	1	1	10	16	7	3.77 (C)	66%
13	0	1	3	11	20	4.43 (C)	89%
Total	1	7	81	159	154	49.16	53.39

Para analisar as questões foi calculado o valor médio ou o grau de concordância dos itens da escala *Likert* (este valor pode variar entre 1 e 5, sendo 5 o valor mais elevado) e a média das respostas positivas, visto que se tratam de dados qualitativos em escala ordinal. Em geral, a maior parte das respostas são positivas, existindo apenas 8 oito opiniões negativas num universo de 402 respostas possíveis. Neste grupo de respostas negativas encontram-se as classificações de “Discordo Totalmente” e “Discordo”. A pergunta 11 foi a única que recebeu uma classificação de “Discordo Totalmente” e as perguntas 1, 2, 5, 6, 9, 10, 11 e 13 receberam uma classificação de “Discordo”, sendo que o item 10 recebeu duas classificações negativas.

A questão 13, no geral, apresenta as respostas mais positivas, o que significa que uma grande maioria achou a utilização da plataforma satisfatória, seguindo-se as questões 8 e 3, que refletem a utilidade da ferramenta na utilização dos sistemas de NSM FRP e a geração de gráficos sobre os provetes da base de dados. Contrariamente, as questões 10 e 11 apresentam as respostas mais negativas, embora

⁴ Discordo Totalmente – 1.

⁵ Discordo – 2.

⁶ Sem Opinião – 3.

⁷ Concordo – 4.

⁸ Concordo Totalmente – 5.

positivas. Uma pequena percentagem dos respondentes considera que a informação para o visitante é insuficiente para o levar a fazer o registo e que o manual de ajuda é pouco útil para o bom entendimento da plataforma.

No global, o item com melhor classificação, foi a questão 13, que permite verificar a apreciação global dos utilizadores pela plataforma, daí que seja possível afirmar que a satisfação dos intervenientes é bastante positiva. Destacam-se ainda as questões 3 e 8, o que sugere a tendência dos utilizadores para considerarem a plataforma como um instrumento útil, quer para a conceção de sistemas de FRP NSM, quer para a visualização gráfica da base de dados. Por outro lado, os piores itens classificados foram as questões 10 e 11, embora ainda tenha sido obtida uma pontuação positiva. Este resultado sugere que a plataforma deveria ter mais funcionalidades para o visitante, como por exemplo, as previsões *online*, sendo que o manual deverá ser repensado. A pergunta 11 é a única que recebeu uma avaliação de “Discordo Totalmente”.

Para melhor compreensão e visualização encontram-se no Anexo III – Resultados gráficos do questionário *online*, os gráficos resultantes das respostas obtidas pelos utilizadores.

O coeficiente de correlação de *Pearson* (ρ) mede o grau de correlação linear entre duas variáveis quantitativas, da qual pode resultar um dos seguintes valores:

- $\rho = 1$: significa uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis;
- $\rho = -1$: significa uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis, isto é, se uma aumenta, a outra diminui;
- $\rho = 0$: significa que não existe uma relação linear entre as duas variáveis. Não se tem qualquer conhecimento desta correção.

Segundo (Callegari-Jacques, 2007) o ρ pode ser medido qualitativamente:

- $0,00 < \rho \leq 0,30 \rightarrow$ fraca correlação linear;
- $0,30 \leq \rho \leq 0,60 \rightarrow$ moderada correlação linear;
- $0,60 \leq \rho \leq 0,90 \rightarrow$ forte correlação linear;
- $0,90 \leq \rho \leq 1,00 \rightarrow$ correlação linear muito forte.

Capítulo 5 – Avaliação dos resultados obtidos

Tabela 8 - Coeficiente de correlação de *Pearson* (realça-se a célula uma correlação mais forte e a célula a vermelho uma correlação mais fraca)

Questões	ρ	Tipo de correlação
3 vs. 1	0.09	Fraca correlação linear
6 vs. 1	0.03	Fraca correlação linear
4 vs. 7	0,77	Forte correlação linear
9 vs. 5	0,60	Forte correlação linear

Foram calculadas correlações com todos os pares de perguntas de modo a encontrar variáveis correlacionadas (Anexo IV – Correlação Linear). Para ilustrar um exemplo das correlações que mais se sobressaem foi criada a Tabela 8, com extrações da tabela que se encontra em anexo. Nesta tabela foram selecionadas as melhores e as piores correlações. As questões 6 e 1 (célula vermelha) denotam uma correlação linear quase nula. Tal sugere que as previsões *online* não influenciam o facto de a plataforma ser considerada uma ferramenta útil para os que trabalham na área. Este resultado faz sentido, uma vez que as previsões não são a única funcionalidade que a plataforma possui. Além de que nem todas as áreas de investigação NSM FRP necessitam de previsões, pois existem vários objetivos em cada área. As questões 4 e 7 (célula verde) são as que apresentam melhor correlação. Tal sugere que o facto da aplicação possuir uma interface intuitiva e de fácil utilização leva a que os intervenientes se sintam confiantes na divulgação da plataforma.

Por sua vez, o par de questões 1 e 3 apresenta uma reduzida correlação, o que se pode à partida estranhar, dado que são perguntas semelhantes. Na verdade, após obtenção de respostas do questionário, chegou-se à conclusão que ambas questões deveriam ter sido agrupadas em uma só. Assim sendo, a fraca correlação entre ambas questões poderá significar que as mesmas deveriam ter sido escritas de modo mais claro, de modo a evitar interpretações distintas.

Por último, as questões 9 e 5 demonstram uma forte relação de correlação, sugerindo que a inclusão do *tooltip* “i” no formulário do registo dos provetes e na visualização destes contribui para o fácil entendimento e utilização da plataforma.

5.2.2. Avaliação quantitativa via *Web Analytics*

No *Google Analytics*, filtrando-se por data contata-se que desde que a plataforma ficou *online* (servidor do Departamento de Engenharia Civil) uma enorme quantidade de pessoas sentiram a curiosidade de conhecer a aplicação, sendo as visitas mais significativas ocorrerem a partir do dia 18 de setembro,

pois foi o primeiro dia de apresentação da plataforma em conferência (Figura 33). É de referir que já existiam visitas anteriores uma vez que a aplicação já estava *online* desde que apresentou um estado de maturação razoável. Qualquer cidadão poderia aceder à plataforma, tendo ou não registo. Na realização dos testes *online* com o cliente durante o processo de desenvolvimento, os *logs* eram contabilizados, incrementando assim as visitas. Mesmo as pessoas que chegavam à plataforma por engano ou por indicação terceira eram contabilizadas.

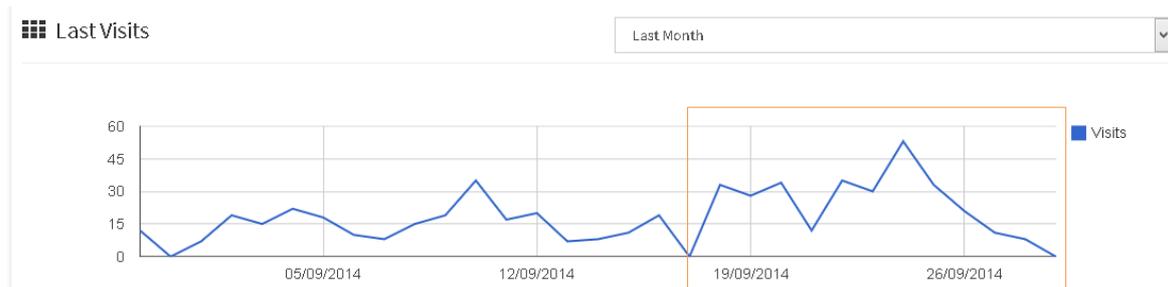


Figura 33 - Visitas diárias, conforme a fonte Plataforma BFN

Outra visão geral importante do *Google Analytics* é a observação do uso da plataforma, na qual se consegue extrair informações como o número total de sessões de diferentes utilizadores, quantos visitaram a plataforma pela primeira vez, e outros conhecimentos relevantes do fluxo de utilizador a nível mundial (Figura 34):

- No total existiram 566 sessões, isto é, sempre que um utilizador/visitante acedia pela segunda vez à plataforma era incrementado um valor no número de sessões.
- 165 utilizadores/visitantes acederam pela primeira vez à aplicação, desde que foi colocada *online*. Assim, as 566 sessões tiveram como base 165 utilizadores diferentes, de origem diversa.
- Todas as páginas foram consultadas 9413 vezes, quer por diferentes utilizadores, quer por repetidos. Em média, por cada sessão foram visualizadas 16 páginas.
- Cada sessão dura aproximadamente 20 minutos. A divulgação em conferência auxiliou na obtenção deste valor, porque a aplicação foi exposta a indivíduos que tinham grandes conhecimentos da técnica NSM FRP.
- A taxa de rejeições é de 18.55%, o que expressa que uma pequena percentagem de utilizadores/visitantes abandonam a plataforma na página index sem interagirem com a mesma. Esta percentagem encontra-se dentro de um valor razoável, pois nem metade das pessoas que tiveram contato a abandonaram.



Figura 34 – Percentagem de utilização, conforme a fonte *Google Analytics*

As cidades de Braga, Guimarães e Porto são as que possuem mais visitantes na plataforma BFN, segundo a Figura 35. Um dos motivos da cidade de Braga possuir a maioria das visitas é o facto de a plataforma ser testada e apresentada ao cliente nesta cidade, ou seja, as reuniões realizadas na Universidade do Minho em Braga eram contabilizadas para este incremento. Outra razão deve-se ao desenvolvimento do código em Braga, em que certas alturas algumas funcionalidades só poderiam ser testadas *online*.

As conferências referidas anteriormente tiveram lugar na cidade de Guimarães, mais especificamente na Universidade do Minho, sendo esta a razão do número de elevadas visitas na cidade de Guimarães, bem como as reuniões finais com o cliente. Também se pode dizer que a plataforma é visitada noutras cidades, como Aveiro, Famalicão, Los Angeles, etc. Na imagem abaixo a referência a “(not set)” refere-se à cidade de Bucareste. Esta conclusão é derivada da agregação com outras informações do *Google Analytics*. Em relação ao Brasil e às restantes cidades portuguesas, as visitas devem-se à partilha do endereço pelo *facebook*.

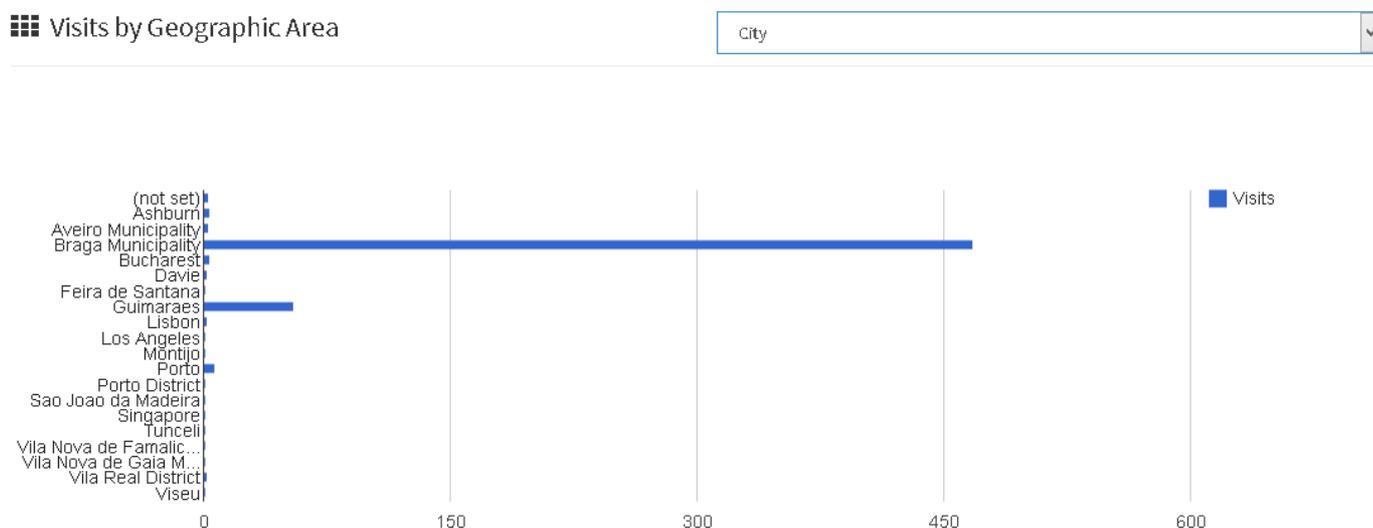


Figura 35 - Visitas por área geográfica, conforme a fonte Plataforma BFN

Capítulo 5 – Avaliação dos resultados obtidos

Portugal foi o país que mais vezes entrou na plataforma, no entanto também é dos maiores com uma taxa de rejeição, em que 18.01% dos utilizadores/visitantes abandonaram logo na página inicial sem interagirem com a mesma. A sua duração média por sessão foi de 19:54 minutos (Figura 36). A Roménia apesar de possuir apenas 4 sessões é dos que apresenta menor taxa de rejeição (0%) e dos que mais tempo estiveram na plataforma, com uma duração média de 46:02 minutos.

País/Território	Sessões	% de Novas Sessões	Novos Utilizadores	Páginas/sessão	Duração Média da Sessão	Taxa de rejeições
	561 % do total: 100,00% (561)	26,56% Média do Website: 26,56% (0,00%)	149 % do total: 100,00% (149)	16,14 Média do Website: 16,14 (0,00%)	00:19:38 Média do Website: 00:19:38 (0,00%)	19,43% Média do Website: 19,43% (0,00%)
1. Portugal	544	25,00%	136	16,42	00:19:54	18,01%
2. United States	8	100,00%	8	1,00	00:00:00	100,00%
3. Romania	4	25,00%	1	25,50	00:46:02	0,00%
4. Iran	2	50,00%	1	5,00	00:01:04	0,00%
5. Brazil	1	100,00%	1	1,00	00:00:00	100,00%
6. Singapore	1	100,00%	1	1,00	00:00:00	100,00%
7. Turkey	1	100,00%	1	1,00	00:00:00	100,00%

Figura 36 - Medição da utilização por país, conforme a fonte *Google Analytics*

De acordo com a Figura 37, constata-se que o *browser Chrome* é o mais utilizado pelos utilizadores. Uma das justificações desta análise é o facto de a plataforma ser testada principalmente neste *browser*, contudo também foi testada uma vez no *Opera*, *Maxthon*, *Safari*, *Firefox* e *Internet Explorer*.

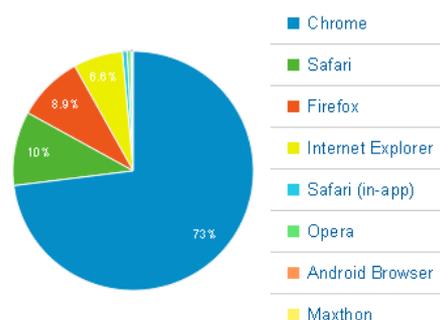


Figura 37 - Visitas por *browser*, conforme a fonte *Google Analytics*

Ainda segundo a Figura 38 é possível verificar que uma página demora 0.63 segundos a carregar, desde o início da visualização da página até à conclusão do carregamento no *browser*. O Tempo que a página leva a transferir é de 0.22 segundos. Para este tempo foram adotadas medidas de otimização de desempenho, como comprimir os ficheiros (CSS/jQuery) no servidor, colocar os ficheiros CSS no “<head>” com “<link>” e as *tags* do *jQuery* antes de fechar o “<body>”; não redimensionar o tamanho das imagens no código, mas sim em programas apropriados, utilizar AJAX (*jQuery*), etc.

Outras ações poderiam ser aplicadas, como eliminar as quebras de linha no código, contudo não foi executado para tornar o código mais perceptível a quem futuramente pegar nele.

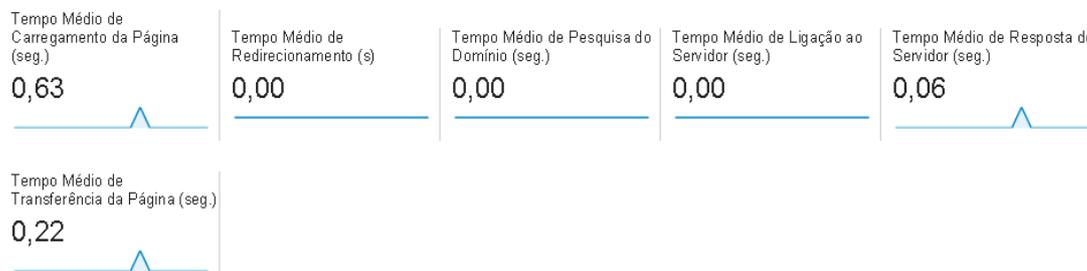


Figura 38 - Tempo médio de carregamento de uma página na plataforma, conforme a fonte *Google Analytics*

O computador é o dispositivo mais utilizado para aceder à aplicação, ficando em segundo lugar o dispositivo móvel (Figura 39). Mais uma vez, realça-se que a plataforma foi testada num computador pessoal.

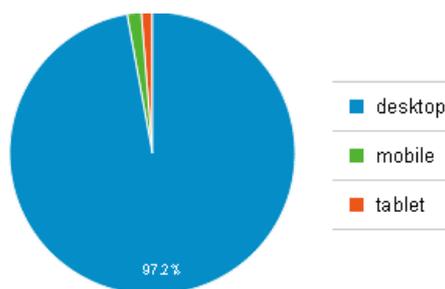


Figura 39 - Categoria do dispositivo acedido pela plataforma, conforme a fonte *Google Analytics*

Para refinar a informação anterior apresenta-se a Figura 40, onde o dispositivo “Apple iPad” foi o que mais acessos fizeram à plataforma na categoria de *tablets*. Em segundo lugar não se consegue aferir pois a *Google Analytics* não recebeu informação do nome deste dispositivo. Quanto aos dispositivos “Apple iPhone” e “Google Nexus 4” dizem respeito a alguns dos visitantes oriundos da rede social. No total realizaram 20 sessões com estes dispositivos.

Capítulo 5 – Avaliação dos resultados obtidos

Informações do Telemóvel		Sessões
		20 % do total: 3,23% (619)
1.	Apple iPad	7
2.	(not set)	4
3.	Apple iPhone	2
4.	Google Nexus 4	1
5.	Motorola XT1032 Moto G	1
6.	Nokia Lumia 520	1
7.	Nokia Lumia 920	1
8.	Samsung Galaxy Nexus	1
9.	Samsung GT- S5360B Galaxy Y	1
10.	Samsung SM-N9005 Galaxy Note 3	1

Figura 40 - Informações do dispositivo acedido pela plataforma, conforme a fonte *Google Analytics*

A página inicial é a que mais visitas recebe, pois esta é a página de ponto de entrada na plataforma e a que aparece sempre em primeiro lugar (nas pesquisas, nas redes sociais e no URL direto). A partir desta, os utilizadores decidem se rejeitam ou se continuam a explorar as suas funcionalidades da aplicação. Em segundo lugar os utilizadores mostram um interesse pela página das análises *online* e em terceiro pela página que contém as análises gráficas da base de dados (Figura 41).

Página		Visualizações de página
		9 059 % do total: 100,00% (9 059)
1.	/Prototipo/index.php	784
2.	/Prototipo/Pages/analyse.s.php	610
3.	/Prototipo/Pages/chart.php	608
4.	/Pages/forum.php	402

Figura 41 - Páginas mais visitadas, conforme a fonte *Google Analytics*

Um conjunto com 36 utilizadores estava registado até ao momento destas análises (Figura 42), sem a contabilização do administrador e do nome da programadora (“marta1”). Apesar de existirem várias sessões noutros países, os utilizadores são maioritariamente portugueses.

Capítulo 5 – Avaliação dos resultados obtidos

Mario Coelho	Pedro	Tiago Araújo Silva	Filipe
Admin	Mariana Filipa Coelho	João Araujo	Eduardo Cação
marta1	Pedro Escadas	Ana Pires	Ricardo Silva
Marques	Cristiano Rego	Jacques Farinhoto	André Moura
Christoph de Sousa	Jorge António Magalhães Pinheiro	Rafael Moreira	Fabiano Silva Rodrigues
Sérgio Azevedo Barbosa	Augusto César Lobo	Nuno Moreira	Domingos Duarte Silva
Márcio André Macedo Pereira	Daniel camilo rodrigues	Artur Ferreira Pimenta	Bruno Miguel Barros
Hamidreza Salehian	Hacking Legacy	Vitor Araujo Cunha	
Tiago André Nunes Teixeira	Esmaeel	Andrea Benedetti	
Daniel Barros	Glória Margarida da Costa Gonçalves	Tiago Martins	

Figura 42 - Utilizadores registados, conforme a fonte Plataforma BFN

5.2.3. Comparação com trabalhos relacionados

Como dito na Subsecção 5.1.3 irão ser mapeadas as funcionalidades gerais das plataformas dos trabalhos relacionados com a BFN (Tabela 9). As funcionalidades dos trabalhos relacionados que não se encontram na BFN são descritas a seguir à tabela com a respetiva justificação da sua não implementação.

Capítulo 5 – Avaliação dos resultados obtidos

Tabela 9 - Comparação de trabalhos relacionados com a BFN

Plataforma <i>Web</i> Funcionalidade	KOBAS	Dabasum	OCHEM	MicrobesFlux	BFN
Realizar <i>upload</i> de um ficheiro	✓		✓		✓
Criar programas experimentais associados a artigos	✓	✓	✓	✓	✓
Permitir pesquisas específicas	✓	✓	✓		✓
Guardar <i>output</i> de amostras em ficheiro	✓		✓	✓	
Exportar <i>output</i> das previsões em ficheiros			✓		
Visualizar resultados detalhados específicos de uma amostra	✓	✓	✓	✓	✓
Visualizar resultados gerais	✓	✓	✓	✓	✓
Visualizar e participar em fóruns	✓	✓			✓
Realizar <i>download</i> do programa para executar no PC	✓				
Visualizar o manual de suporte à plataforma <i>Web</i>	✓	✓	✓	✓	✓
Editar dados dos registos experimentais		✓	✓	✓	✓
Possibilidade de o utilizador definir a privacidade dos seus dados (público, privado ou <i>free download</i>)			✓		
Gerar previsões sobre os dados		✓	✓		✓
Ter conhecimento de novos dados inseridos na base de dados			✓		✓
Visualizar gráficos dos dados existentes na base de dados		✓			✓

A razão da não implementação das funcionalidades dos trabalhos relacionados em BFN é enumerada a seguir:

- Guardar *output* de amostras em ficheiro: não foi implementada nesta fase pois a BFN pertence a uma tese de doutoramento que terminará no ano 2015 e os respetivos dados dos provetes pertencem a essa tese;
- Exportar *output* das previsões em ficheiros: o cliente não considerou relevante esta funcionalidade;
- Realizar *download* do programa para executar no PC: é uma funcionalidade com um nível de dificuldade elevado, e que iria envolver outra linguagem apropriada para esse efeito. Também não foi abordado pelo cliente, e nem tem lógica existir esta funcionalidade, pois todas as outras funcionalidade dependem da base de dados, a qual cresce basicamente todos os meses;
- Possibilidade de o utilizador definir a privacidade dos seus dados (público, privado ou *free download*): por preferência do cliente, foi determinado que os dados dos provetes teriam privacidade pública, para que cativassem mais os visitantes a se registarem na plataforma. Assim como os artigos.

A BFN pode não ter implementado todas as funcionalidades que algumas das outras plataformas possuem, no entanto, esta possui duas particularidades que estão ausentes nas restantes ferramentas:

- estatística da base de dados: neste espaço é possível visualizar as estatísticas numéricas de todos os dados relacionados às amostras experimentais, divididos em tabelas;
- gerar gráficos sobre dados: área onde o utilizador tem a opção de gerar gráficos à sua escolha com todas as variáveis da base de dados. Ainda tem o bônus de escolher filtros para restringir os dados que pretenda ver.

Existem ainda outros aspetos importantes a salientar, como o facto de a BFN adotar a língua inglesa. Esta era uma das exigências do cliente para que possa cumprir o seu objetivo de ser utilizada a nível mundial. A BFN foi pensada e desenvolvida de forma a conquistar um grande número de utilizadores nos mercados mundiais, visto ser uma inovação nesta área.

5.2.4. Normas de qualidade

O cruzamento da plataforma BFN com as normas de qualidade da ISO 9126 (como descrito na Subsecção 5.1.4) é apresentado na Tabela 10.

Tentou-se proceder a uma comparação entre as ferramentas dos trabalhos relacionados com a norma ISO 9126, mas devido à falta de informação pública sobre as normas utilizadas nestas plataformas, não se concretizou esta etapa.

Tabela 10 - Mapeamento das normas de qualidade com a BFN

Características	Subcaracterísticas	BFN
Funcionalidade	Adequação	✓
	Rigor	✓
	Interoperabilidade	
	Segurança	✓
Confiabilidade	Maturidade	
	Tolerância a falhas	
	Recuperação	✓
Usabilidade	Entendimento	✓
	Operacionalidade	✓
	Atratividade	✓
Eficiência	Comportamento em relação ao tempo	✓
	Utilização de recursos	
Maneabilidade	Analisabilidade	✓
	Modificabilidade	✓
	Estabilidade	✓
	Testabilidade	✓
Portabilidade	Adaptabilidade	✓
	Habilidade de instalação	✓
	Conformidade	✓
	Capacidade de substituição	

- Funcionalidade: A BFN consegue facultar funcionalidades que satisfaçam o utilizador, com exceção da interoperabilidade.
 - Adequação: todas as tarefas que são pedidas por qualquer individuo são executadas;
 - Rigor: a aplicação contém os termos acordados com o cliente;
 - Interoperabilidade: o sistema não consegue comunicar com outros sistemas. Para que tal acontecesse teria de ter alguma implementação de *Web Services*;
 - Segurança: todas as informações pessoais dos utilizadores são salvaguardadas e algumas codificadas de modo a impedir ataques de segurança. Existe o sistema de *login*, para barrar o acesso não autorizado, e barreiras para impedir que um utilizador não aceda à conta de outrem (recebimento no email da confirmação ao criar conta e recuperação de *password*).
- Confiabilidade: devido a ser um protótipo, este não cumpre todos os requisitos de confiabilidade, em situações específicas, a plataforma BFN não mantém o seu nível de desempenho.
 - Maturidade: nem todas as falhas foram eliminadas. Existem falhas não crassas, mas que têm obrigatoriamente de ser extintas. A definição de protótipo engloba pequenas falhas que não interferem com o desempenho da aplicação;
 - Tolerância a falhas: se ocorrer um problema no servidor físico, o sistema irá deixar de estar *online*, afetando o seu desempenho;
 - Recuperação: existem *backups* automáticos para o repositório *gitHub* - <https://github.com/>. A cada nova versão é enviada um *backup* para o repositório, mantendo uma lista de todas as versões com a definição privada.
- Usabilidade: todos os requisitos são preenchidos.
 - Entendimento e operacionalidade: qualquer utilizador facilmente irá entender as funcionalidades existentes. Na Subsecção 5.2.1 comprova-se que a questão da usabilidade e da interface gráfica (item 7) é das que possui mais valores médios mais elevados;
 - Atratividade: o *layout* engloba os três pontos essenciais (simplicidade, consistência e foco), o que é essencial para cativar um utilizador. Na página inicial é exposto o objetivo/contexto da plataforma e o seu *design* possui características que sobressaem ao primeiro impacto do utilizador.
- Eficiência: a aplicação é eficiente no tempo de execução.
 - Comportamento em relação ao tempo: como dito na Subsecção 5.2.2 o tempo de resposta de uma página é de 0.63 segundos, o que não é considerado um tempo muito elevado;

- Maneabilidade: o sistema tem a capacidade de ser facilmente modificado, quer a extensão de funcionalidades ou melhorias a implementar.
 - Analisabilidade: em programação para a *Web* existem diversas ferramentas que auxiliam a compreender as causas dos problemas, como a própria consola do *Chrome*, o editor de texto apropriado;
 - Modificabilidade: acrescentar um novo módulo à plataforma é relativamente simples;
 - Estabilidade: após a introdução de novas funcionalidades, a BFN funcionará bem;
 - Testabilidade: com o acesso a um *browser* é fácil testar a aplicação;
- Portabilidade: a BFN adapta-se a todos os browsers.
 - Adaptabilidade: o sistema é adaptável a qualquer *browser*, numa rede doméstica;
 - Habilidade de instalação: não é necessário um executável para ter acesso à aplicação;
 - Conformidade: o sistema ao ser utilizado num *browser*, tem um grau de facilitação maior a conviver com outros sistemas;
 - Capacidade de substituição: como não existe nenhuma aplicação nesta área similar à BFN, esta não poderá substituir outro sistema.

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES

Neste capítulo é feita uma síntese do trabalho desenvolvido, sendo abordadas as conclusões mais relevantes e apontadas recomendações para trabalho futuro.

6.1. Síntese

Com o crescimento da *Web* e de todos os benefícios que esta oferece permitiu aos investigadores olhar para este recurso como um potencial para melhorar a investigação científica baseada na coleta e análise de dados. Assim, com a *Web* e com uma aplicação apropriada os investigadores poderão expandir os seus conhecimentos, partilhar ideias sobre as suas experiências e partilharem num único “lugar” as suas experiências realizadas em laboratórios e publicados em artigos científicos. Esta dissertação teve como objetivo o desenvolvimento de um protótipo de uma plataforma que possua estes objetivos.

A plataforma desenvolvida (BFN) foi proposta pelo Departamento de Engenharia Civil com um particular destaque para com o aluno de doutoramento Mário Coelho e seu orientador Professor José Sena-Cruz, que sentiram a necessidade de colocar *online* uma base de dados com informações retiradas de artigos científicos. Nestes artigos são publicados dados sobre a técnica NSM com a aplicação do material FRP a provetes.

A primeira parte da dissertação incluiu uma revisão de literatura, que resultou numa sistematização de conjunto de conhecimentos para uma melhor perceção de todas as áreas envolvidas, quer de desenvolvimento de aplicações, quer de conceitos base de Engenharia Civil. A análise da metodologia *Design science* permitiu orientar o desenvolvimento do protótipo conduzindo a um bom rumo do mesmo. A análise de plataformas semelhantes permitiu comparar as necessidades do ponto de vista do utilizador, para assim ter-se conhecimento das funcionalidades que normalmente estas aplicações possuem e realizar um mapeamento com a BFN.

A segunda parte diz respeito a todo o processo que envolveu o desenvolvimento e avaliação do protótipo da plataforma BFN. Numa primeira fase foi necessário proceder à compreensão do sistema, tendo sido analisados os requisitos que este deveria suportar através de diagramas de caso de uso, de atividade e de sequência, bem como a sua arquitetura. Numa segunda fase, procedeu-se à construção do protótipo da plataforma, o que se revelou bastante trabalhoso mas simultaneamente bastante

gratificante. O *layout* da plataforma teve em conta três parâmetros para obter uma boa usabilidade: simplicidade, consistência e foco. A terminar, foi aplicada uma metodologia de avaliação para medir a plataforma a vários níveis: opinião dos utilizadores, medições estatísticas na plataforma, comparação de trabalhos relacionados e avaliação de normas de qualidade.

6.2. Discussão

Considera-se que o objetivo principal do projeto, o desenvolvimento de uma plataforma *Web* de suporte a experimentação científica, foi cumprido. Pode dizer-se que os requisitos inicialmente propostos e os que foram surgindo ao longo do desenvolvimento do projeto foram globalmente atingidos. É importante salientar que foram adotados padrões UML durante a fase de modelação de requisitos.

Com a análise de requisitos elaborada, conseguiu-se mais facilmente observar o que era necessário para a construção da plataforma. Foi devido a esta análise que se conheceu o problema, identificaram-se os objetivos e desenvolveu-se a solução. Passar por todo o processo de análise permitiu poupar tempo na implementação da solução. Os diagramas de caso de uso permitiram visualizar as funcionalidades que tinham de ser implementadas; os de atividade mostraram o fluxo da atividade e os de sequência mostraram a sequência das mensagens entre as classes. Em suma, confirmou-se que o uso de padrões UML é uma boa prática de programação.

A utilização base do *template* de interface foi um grande apoio ao desenvolvimento e revelou-se bastante útil em funcionalidades disponibilizadas tais como, caixas de procura, *layout*, validação de campos para somente números, etc., o que permitiu poupar muito tempo de desenvolvimento. A biblioteca *jQuery* revelou ser uma ótima escolha, pois não só disponibiliza uma grande quantidade de efeitos visuais que permitiram tornar a interface muito interativa, como é relativamente simples de usar. A utilização do AJAX foi decisiva para diminuir o tempo de resposta e aumentar o desempenho da aplicação. A linguagem PHP orientada a objetos revelou-se bastante cativante, pois todo o seu código é bastante distinguível, em que as classes são separadas do HTML.

A aplicação foi desenvolvida de forma a potenciar a sua expansibilidade e manutenção, sendo possível realizar a modificação e implementação de módulos com novas funcionalidades a qualquer altura. A aplicação é funcional para os módulos que existem na sua fase inicial.

De uma forma geral, os utilizadores avaliaram a interface como bastante intuitiva e de fácil utilização, mostrando-se satisfeitos com a mesma. Apesar de possuir três categorias de respondentes, todos consideraram a plataforma útil para a área de investigação. Realça-se ainda que a plataforma BFN deveria ter mais funcionalidades para o visitante, por exemplo as análises *online* por não envolverem o registo na base de dados e que poderá não ser necessária a inclusão de um manual de utilização da mesma.

Com uma análise detalhada à aplicação, é possível verificar que existem certos aspetos a serem corrigidos:

- No fórum todas as funcionalidades funcionam, à exceção de *upload* de uma imagem.
- No redimensionamento de uma janela da plataforma, todo o conteúdo desta se adapta a este redimensionamento. Um conselho que foi dado no final do desenvolvimento da plataforma foi o facto de tornar a janela fixa quando o *browser* é redimensionado. Esta sugestão não foi ainda implementada.

6.3. Trabalho futuro

Como foi afirmado no presente capítulo, o principal objetivo do projeto foi realizar um protótipo funcional da plataforma BFN, o qual foi cumprido. Como a própria definição de protótipo afirma, a aplicação não se encontra completa, mas apresenta um estado de maturação e funcionalidade interessante. Contudo, ainda precisa de algumas adaptações e melhorias. O tempo foi algo escasso para o desenvolvimento de um projeto desta dimensão, obrigando a deixar para uma segunda fase alguns itens que poderiam ser mais explorados no seu desenvolvimento. Em particular:

- Implementação de novos modelos de *data mining*, tais como *Random Forest*.
- Cálculo automático de algumas variáveis no registo de provetes.
- Criar *Web Services*, por exemplo, com *Rich Site Summary* (RSS) para notícias, de modo a tornar a plataforma interoperável.
- Exportar as previsões para ficheiros.
- Dotar a plataforma de um sistema multilingue. Atualmente a plataforma encontra-se com o idioma inglês, por ser considerado um idioma universal. No entanto seria interessante colocar esta característica, pois existe uma elevada heterogeneidade de línguas decorrentes do vasto conjunto de países que fazem uso da plataforma.

- Criar protocolos com filas de espera, de modo a manter o desempenho do sistema em caso de um elevado número de acessos de utilizadores em simultâneo.

BIBLIOGRAFIA

- Abinader, J. A., & Lins, R. D. (2006). *Web services em Java*. Brasport.
- Abran, A., Bourque, P., Dupuis, R., & Moore, J. W. (2001). *Guide to the software engineering body of knowledge-SWEBOK*. IEEE Press.
- Apache Friends. (2014). *Apache Friends*. Obtido em 13 Fevereiro 2014, de <http://www.apachefriends.org/index.html>
- Barreto, Albuquerque (1998). Mudança estrutural no fluxo do conhecimento : a comunicação eletrônica. *Ci. Inf*, 27(2), 122-127.
- Barros, J. A., Lima, J. L., Meneguetti, V., Dias, S. J., & Santos, L. D. (2011). DABASUM - Database For FRP-Based Shear Strengthening of Reinforced Concrete Beams.
- Benson, C., Müller-Prove, M., & Mzourek, J. (2004). Professional usability in open source projects: GNOME. *OpenOffice.org, NetBeans, CHI*, 4, 24-29.
- Borbinha, J., Silva, A., Ribeiro, P., Delgado, J., & Caetano, P. (1995). Desenvolvimento de Sistemas e Serviços para a Internet com Interface WWW. *2º Encontro Nacional do Colégio de Engenharia Electrotécnica da Ordem dos Engenheiros*.
- Brinck, T., Gergle, D., & Wood, S. D. (2002). *Designing Web sites that work: Usability for the Web*. Morgan Kaufmann.
- Callegari-Jacques, S. M. (2007). *Bioestatística: princípios e aplicações*. Artmed.
- Chapman, P., Clinton, J., Kerber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., Shearer, C., & Wirth, R. (2000). CRISP-DM 1.0 Step-by-step data mining guide.
- Chua, B. B., & Dyson, L. E. (2004). *Applying the ISO 9126 model to the evaluation of an elearning system*. Paper presented at the Proc. of ASCILITE.
- Coelho, P. A. (2004). Javascript: animação e programação em páginas WEB.
- Cortez, P. (2010). Data mining with neural networks and support vector machines using the R/rminer tool. *Advances in Data Mining. Applications and Theoretical Aspects* (pp. 572-583): Springer.
- Cutroni, J. (2010). *Google analytics*. "O'Reilly Media, Inc."
- Dias, S. J., & Barros, J. A. (2003). Materiais compósitos de CFRP no reforço ao corte de vigas de betão armado.
- Eis, D., & Ferreira, E. (2012). *HTML5 e CSS3 com farinha e pimenta*. Lulu.com.
- Feng, X., Xu, Y., Chen, Y., & Tang, Y. J. (2012). MicrobesFlux: a web platform for drafting metabolic models from the KEGG database. *BMC systems biology*, 6(1), 94.
- Fielding, R. T. (1999). Shared Leadership in the Apache Project. *Communications of the ACM*, 42(4), 42-43.
- Filho, W. d. (2003). *Engenharia de software* (Vol. 2): LTC.
- Fowler, M. (2002). *Patterns of enterprise application architecture*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- Guedes, G. T. (2008). UML 2– Uma Abordagem Prática 2ª Edição.

-
- Heffelfinger, D. R. (2011). *Java EE 6 Development with NetBeans 7: Develop Professional Enterprise Java EE Applications Quickly and Easily with this Popular IDE*: Packt Publishing Ltd.
- Hennicker, R., & Koch, N. (2001). Systematic Design of Web Applications with UML.
- Hevner, A. R., Ram, S., March, S. T., & Park, J. (2004). Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, 28(1), 75-105.
- Hothorn, T., & Everitt, B. S. (2009). *A handbook of statistical analyses using R* (Vol. 12): CRC Press.
- Kaushik, A. (2007). *Web Analytics: An Hour A Day (W/Cd)*: John Wiley & Sons.
- Koch, N., & Kraus, A. (2002). *The expressive power of uml-based web engineering*. Paper presented at the Second International Workshop on Web-oriented Software Technology (IWWOST02).
- Lindley, C. (2009). *jQuery Cookbook: Solutions & Examples for jQuery Developers*: " O'Reilly Media, Inc."
- Malan, R., & Bredemeyer, D. (2001). Functional requirements and use cases. *Architecture Resources for Enterprise Advantage* .
- Marques, I. R., & Marin, H. d. (2002). Enfermagem na Web : o processo de criação e validação de um Web Site sobre doença arterial coronariana. *Rev Latino-am Enfermagem*, 10(3), 298-307.
- Monteiro, R. V. (2007). *Google Adwords-A Arte da Guerra*: Brasport.
- Morandat, F., Hill, B., Osvald, L., & Vitek, J. (2012). Objects and Functions For Data Analysis. *Evaluating the Design of the R Language*.
- Moro, S., Laureano, R., & Cortez, P. (2011). Using data mining for bank direct marketing: An application of the crisp-dm methodology.
- Nardi, J. C., & Falbo, R. d. (2006). *Uma Ontologia de Requisitos de Software*. Paper presented at the ClbSE.
- Nielsen, J. (1994). *Usability inspection methods*. Paper presented at the Conference companion on Human factors in computing systems.
- Nielsen, J. (2000). *Designing for the Web*. New Riders Publishing.
- Oracle Corporation. (2014). Oracle Corporation. Obtido em 02 Fevereiro 2014, de <http://www.oracle.com/us/products/mysql/mysql-workbench-066221.html>
- Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. d. (2009). Metodologia do trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. *Novo Hamburgo: Feevale*, 61.
- Rodrigues, E., Saraiva, R., Ribeiro, C., & Fernandes, E. M. (2010). Os Repositórios de Dados Científicos: Estado da arte.
- Sena-Cruz, J. (2005). Strengthening of concrete structures with near-surface mounted CFRP laminate strips.
- Sena-Cruz, J.M.; Barros, J.A.O.; Coelho, M.R.; Silva, L. (2011) "Efficiency of different techniques in flexural strengthening of RC beams under monotonic and fatigue loading." *Construction & Building Materials*, 29, 175–182.
- Silva, M. S. (2008). jQuery - A Biblioteca do Programador JavaScript. *São Paulo: Novatec Editora*.
- Sklar, D. (2004). *Learning PHP 5*: " O'Reilly Media, Inc."

- Stuttard, D., & Pinto, M. (2008). *The Web application hacker's handbook: discovering and exploiting security flaws*. John Wiley & Sons.
- Sushko, I., Novotarskyi, S., Körner, R., Pandey, A. K., Rupp, M., Teetz, W., . . . Tanchuk, V. Y. (2011). Online chemical modeling environment (OCHEM): web platform for data storage, model development and publishing of chemical information. *Journal of computer-aided molecular design*, 25(6), 533-554.
- Taivalasaari, A., Mikkonen, T., Ingalls, D., & Palacz, K. (2008). Web Browser as an Application Platform: The Lively Kernel Experience.
- The PHP Group. (2001). The PHP Group. Obtido em 08 Outubro 2014, de <http://php.net/>
- Tomaél, M. I., Alcará, A. R., & Chiara, I. G. (2005). Das redes sociais à inovação. *Ciência da informação, Brasília*, 34(2), 93-104.
- Tonu, M. H. (2012). *PHP Application Development with NetBeans*. Packt Publishing Ltd.
- Venables, W. N., Smith, D. M., & Team., R. D. (2002). An Introduction to R: Network Theory Ltd.
- Winckler, M., & Pimenta, M. S. (2002). Avaliação de Usabilidade de sites Web. *Disponível por WWW em "http://lis.univ-tlse1.fr/winckler/publications.html".(11 Maio 2002)*.
- Wirth, R., & Hipp, J. (2000). *CRISP-DM: Towards a Standard Process Model for Data Mining*. Paper presented at the Proceedings of the 4th International Conference on the Practical Applications of Knowledge Discovery and Data Mining.
- Wu, J., Mao, X., Cai, T., Luo, J., & Wei, L. (2006). KOBAS server: a web-based platform for automated annotation and pathway identification. *Nucleic Acids Research*, 34(suppl 2), W720-W724.

ANEXO I – DIAGRAMAS UML

Diagramas de caso de uso

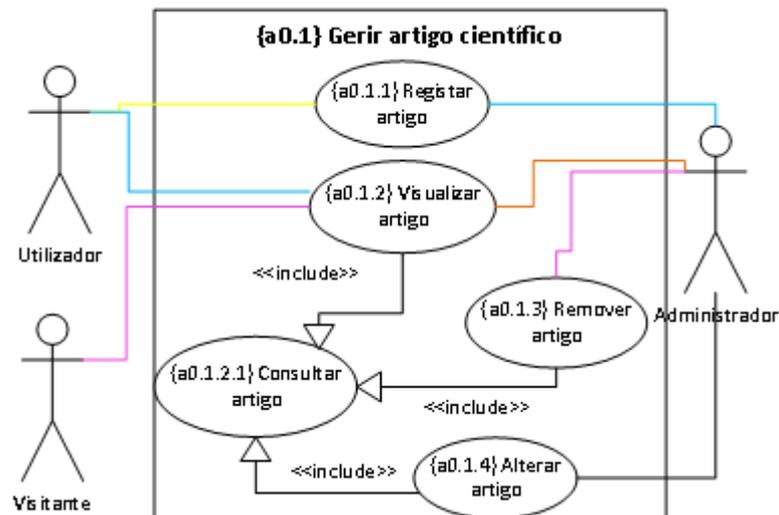


Figura 43 - Diagrama caso de uso "Gerir artigo científico"

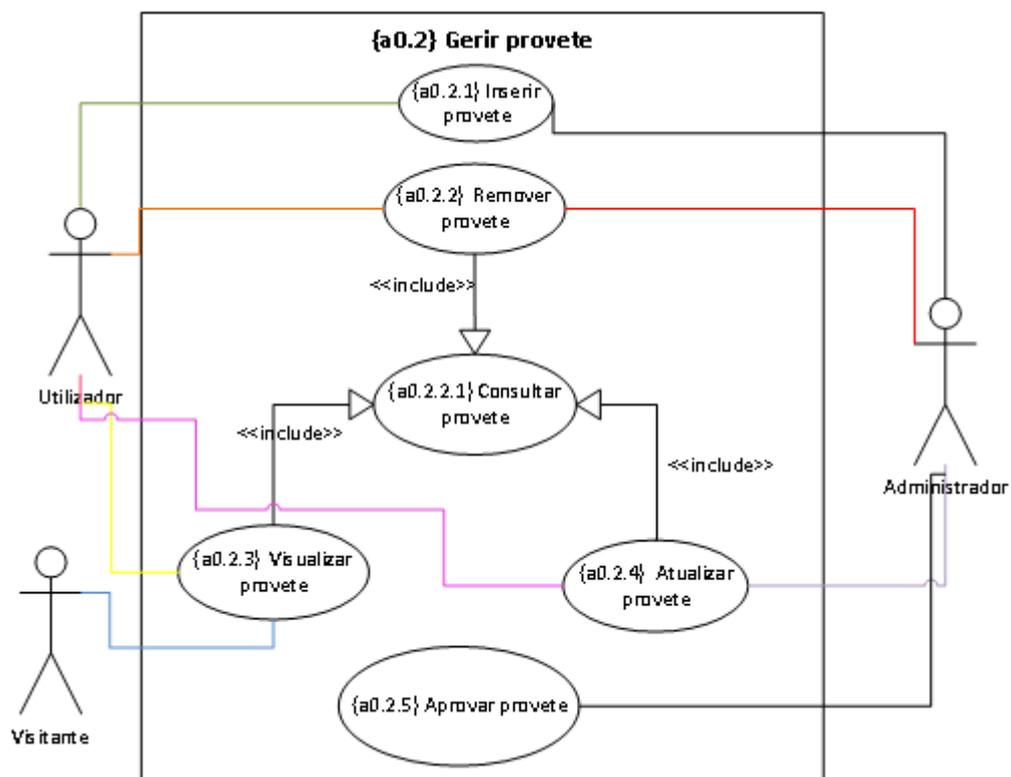


Figura 44 - Diagrama caso de uso "Gerir provete"

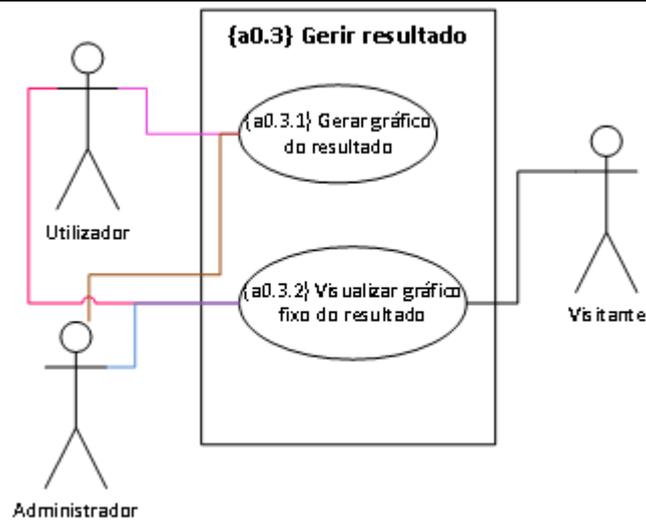


Figura 45 – Diagrama caso de uso “Gerir resultado”

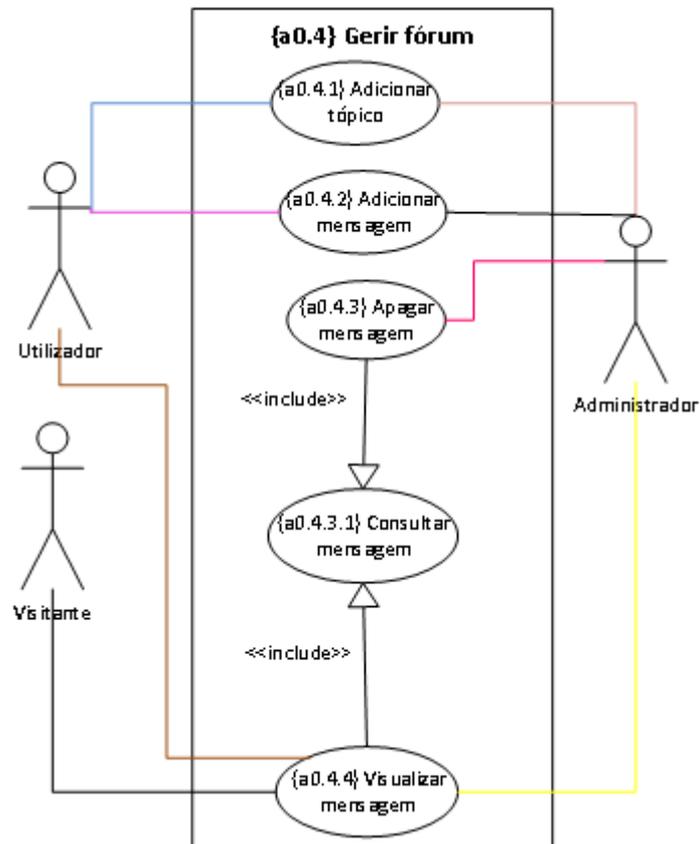


Figura 46 - Diagrama caso de uso “Gerir fórum”

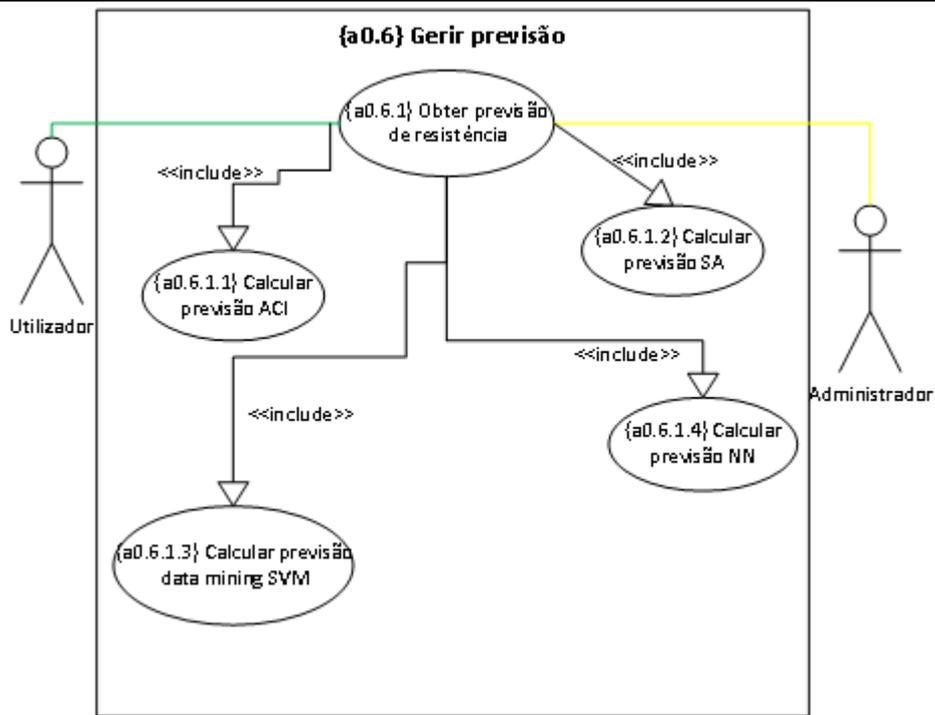


Figura 47 - Diagrama caso de uso "Gerir previsão"

Diagramas de atividade

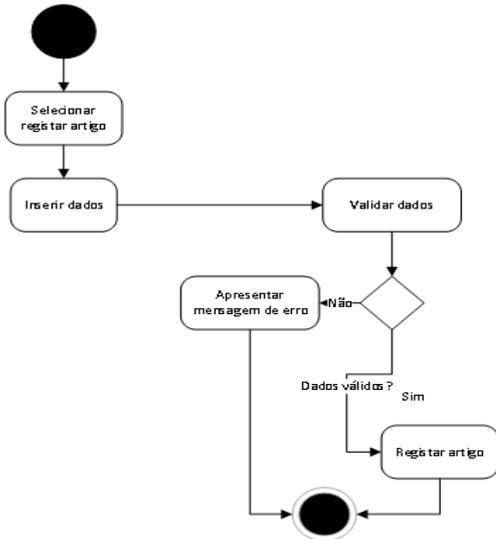


Figura 48 - Diagrama de atividade registrar artigo

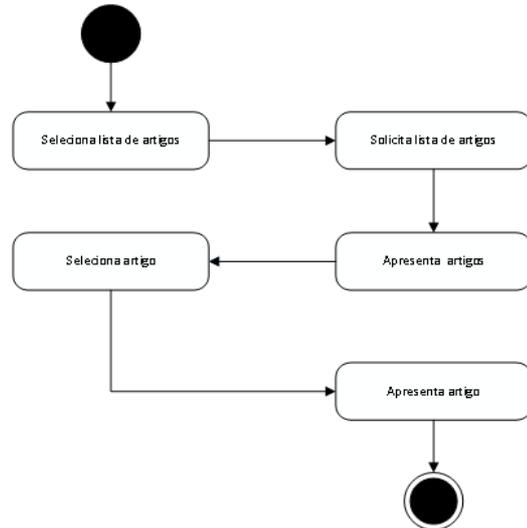


Figura 49 - Diagrama de atividade visualizar artigo

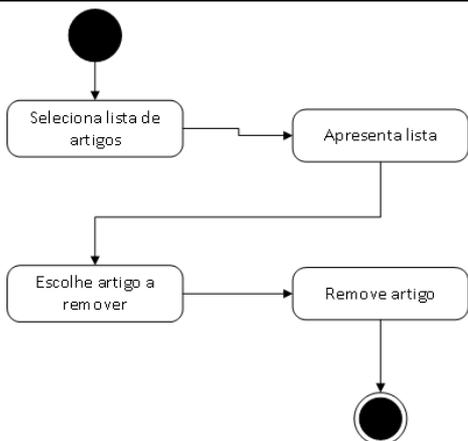


Figura 50 - Diagrama de atividade remover artigo

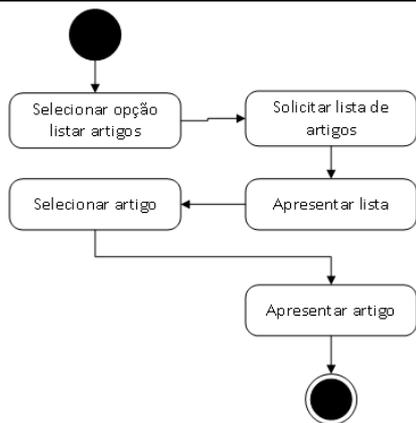


Figura 51 - Diagrama de atividade consultar artigo

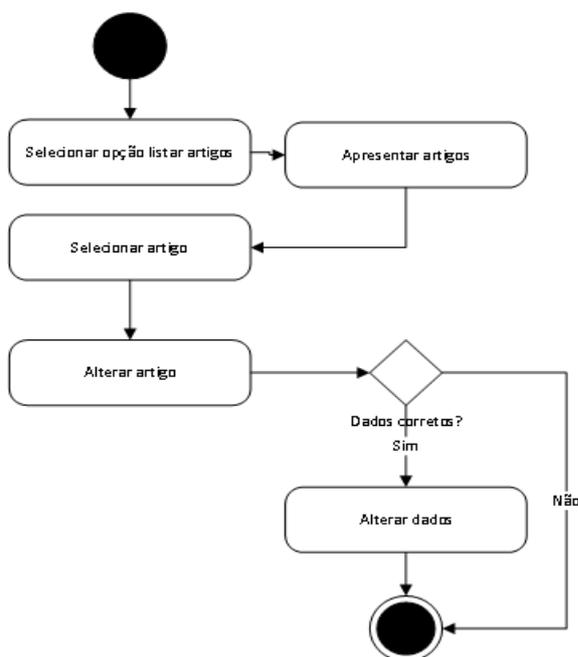


Figura 52 - Diagrama de atividade alterar artigo

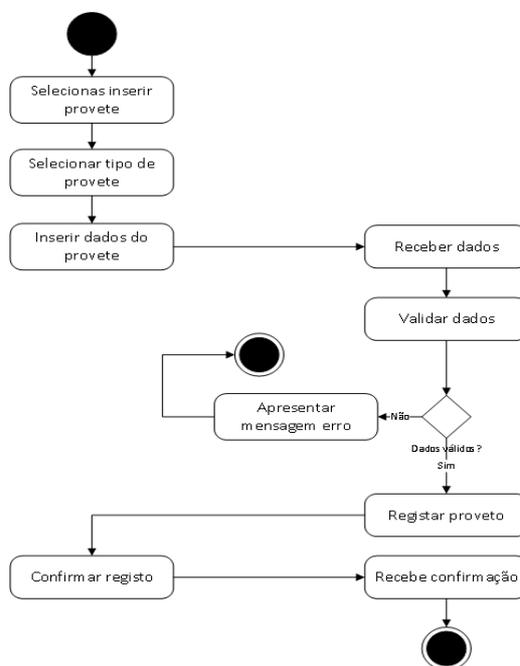


Figura 53 - Diagrama de atividade inserir provete

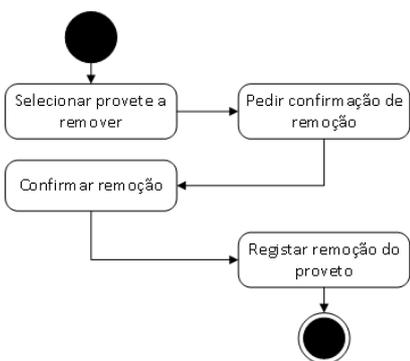


Figura 54 - Diagrama de atividade remover provete

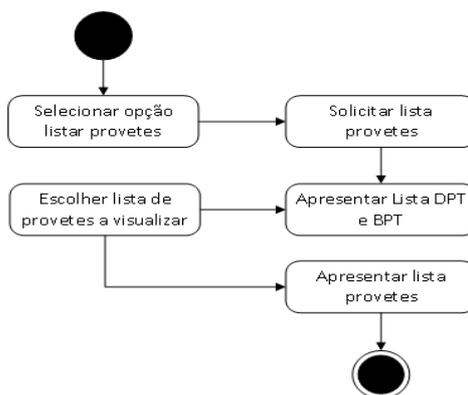


Figura 55 - Diagrama de atividade visualizar provete

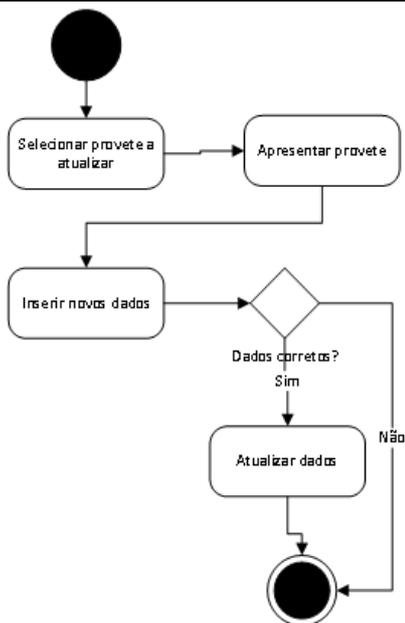


Figura 56 - Diagrama de atividade alterar dados

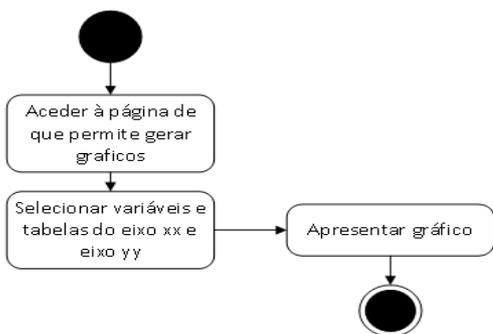


Figura 58 - Diagrama de atividade gerar gráfico

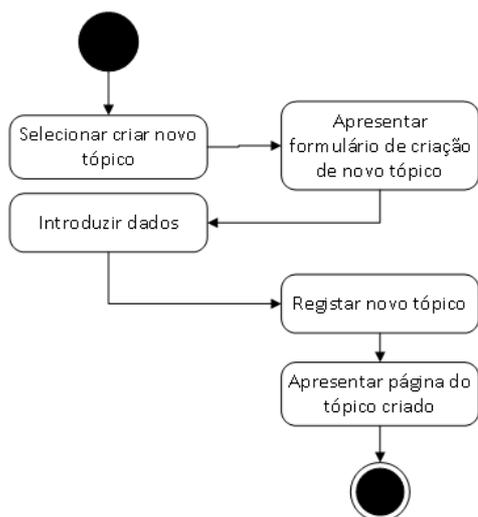


Figura 60 - Diagrama de atividade adicionar tópico

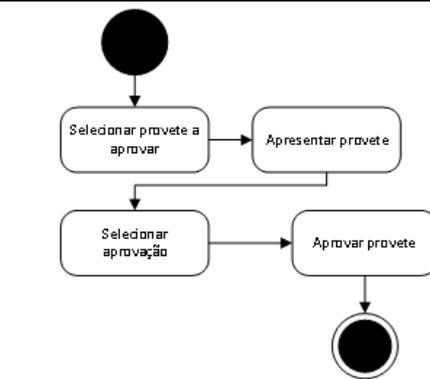


Figura 57 - Diagrama de atividade aprovar provete

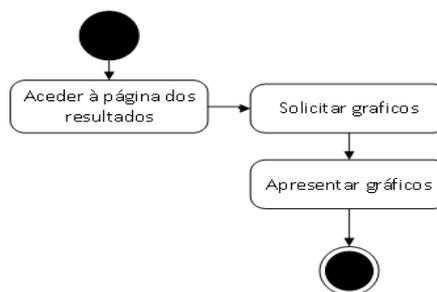


Figura 59 - Diagrama de atividade listar gráfico dos resultados

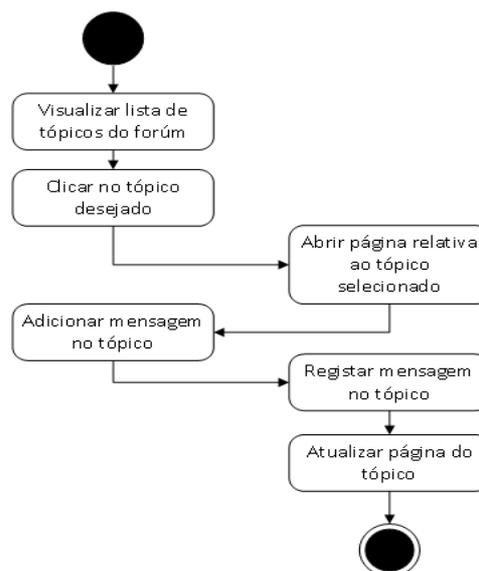


Figura 61 - Diagrama de atividade adicionar mensagem

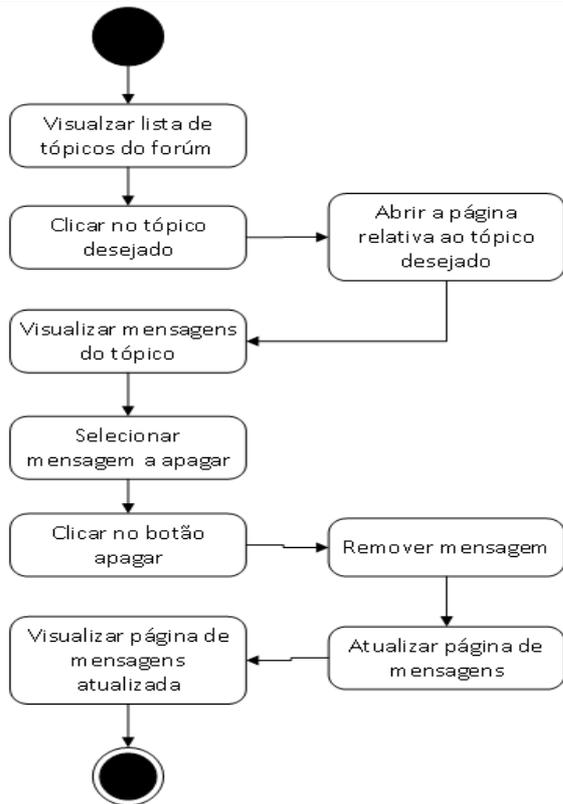


Figura 62 - Diagrama de atividade apagar mensagens



Figura 63 - Diagrama de atividade visualizar mensagens

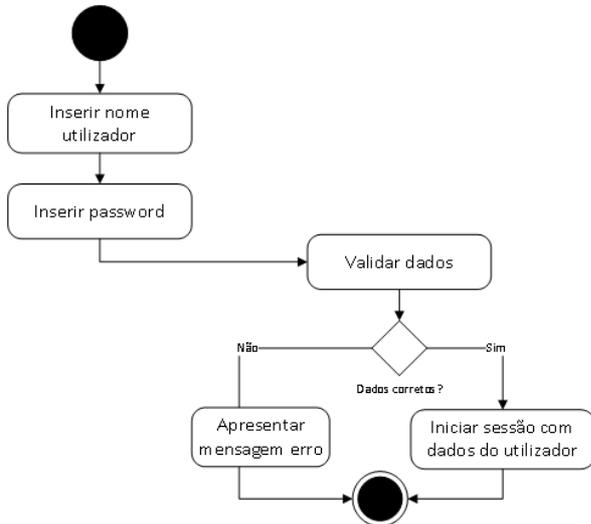


Figura 64 - Diagrama de atividade efetuar login

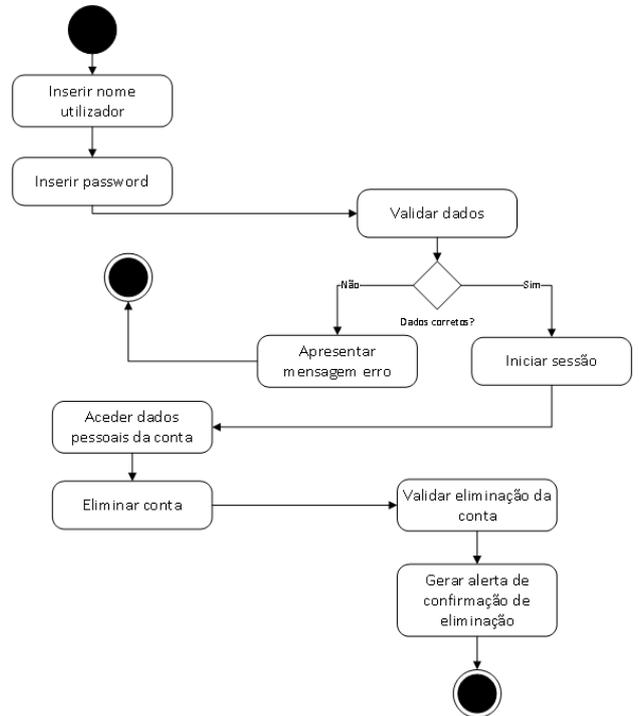


Figura 65 - Diagrama de atividade eliminar conta

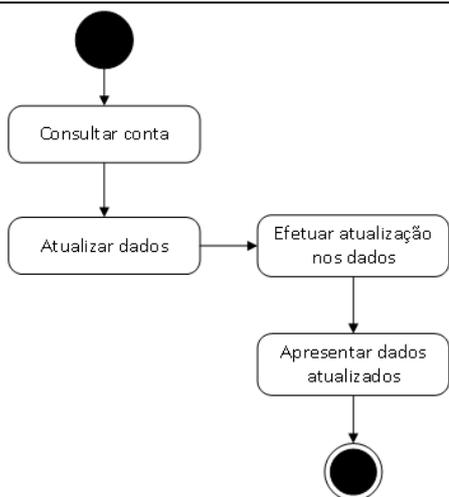


Figura 66 - Diagrama de atividade atualizar conta

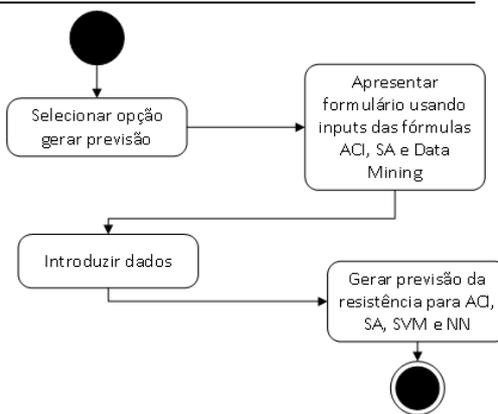


Figura 67 - Diagrama de atividade obter previsões de resistência

Diagramas de sequência

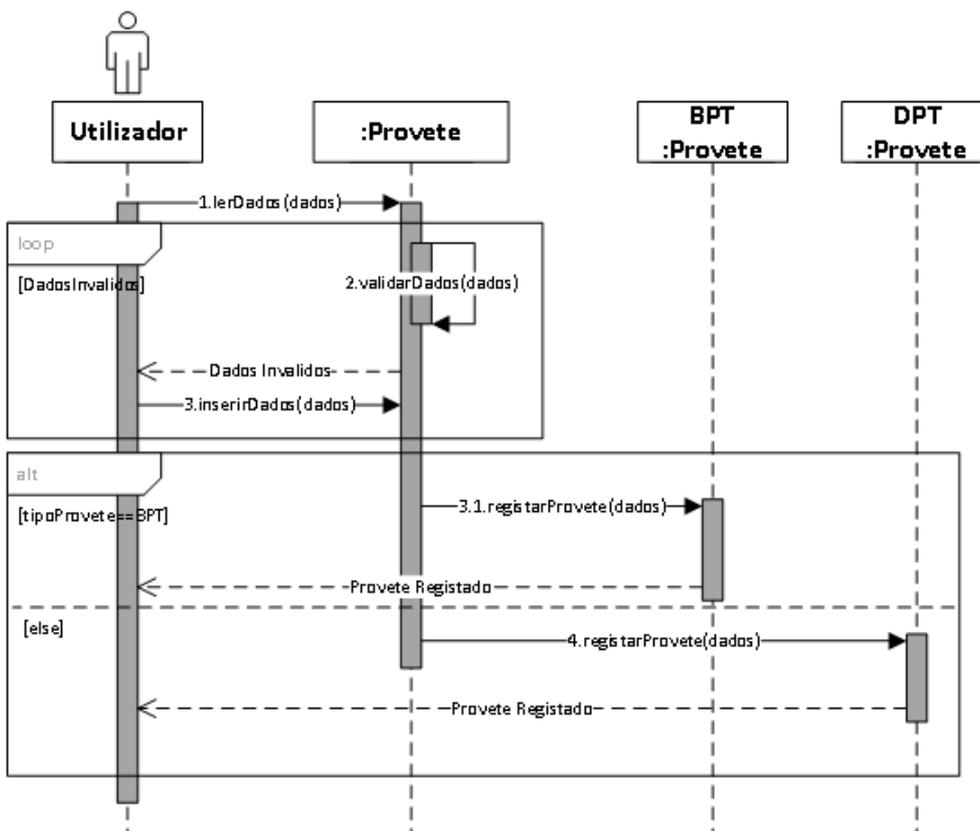


Figura 68 - Diagrama de sequência inserir provete

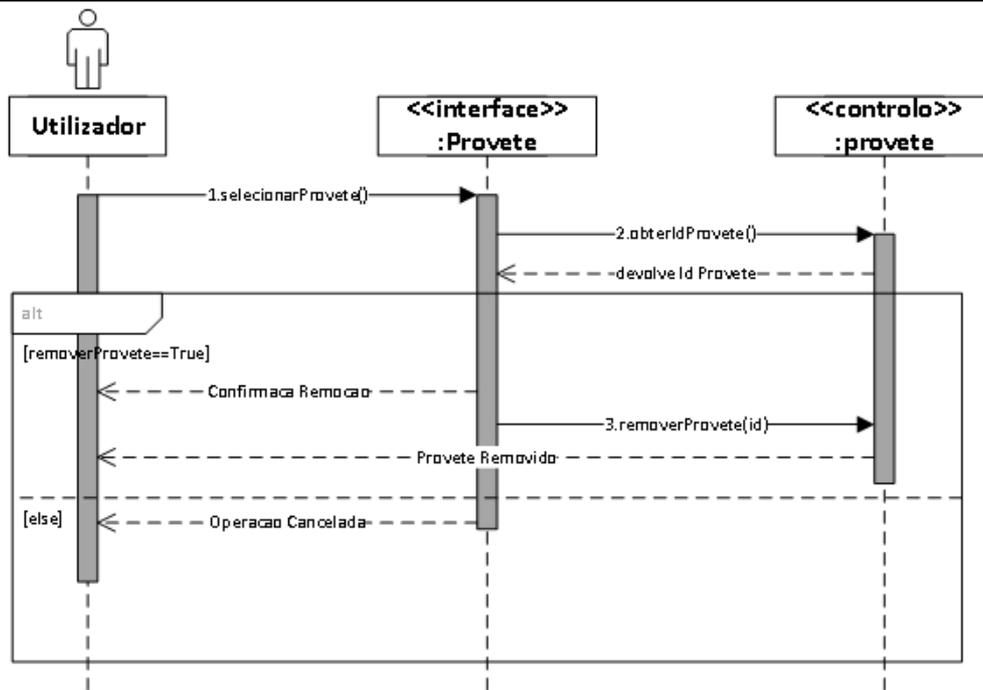


Figura 69 - Diagrama de sequência remover provetes

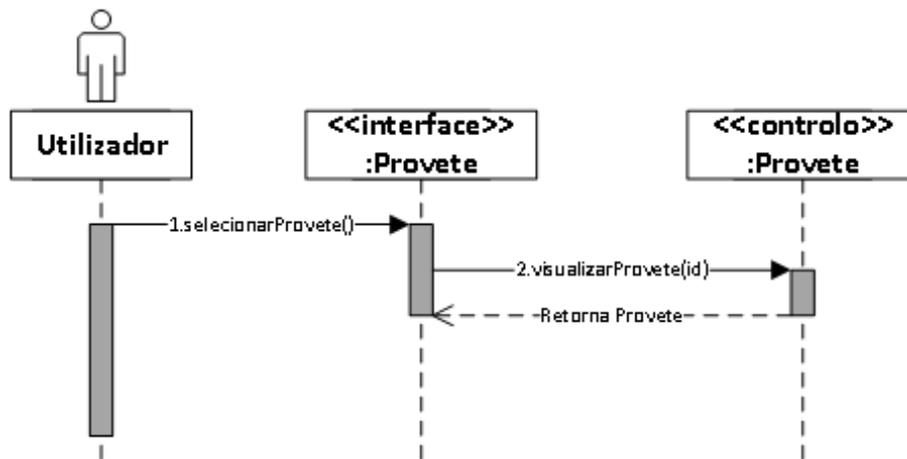


Figura 70 - Diagrama de sequência visualizar provetes

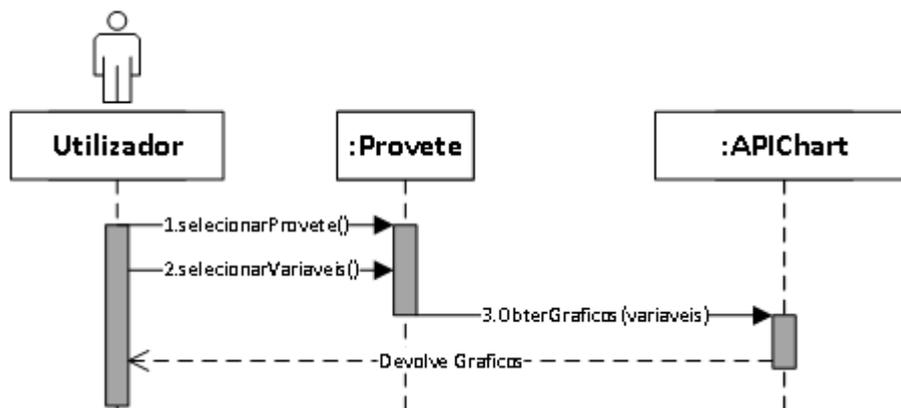


Figura 71 - Diagrama de sequência gerar gráfico do resultado

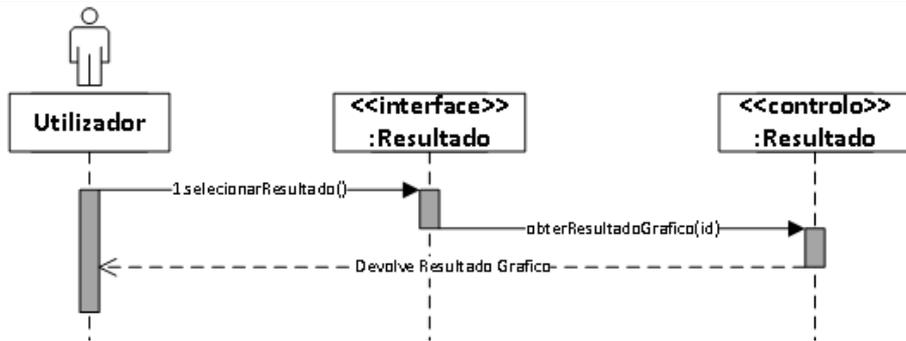


Figura 72 - Diagrama de sequência listar gráficos de resultados

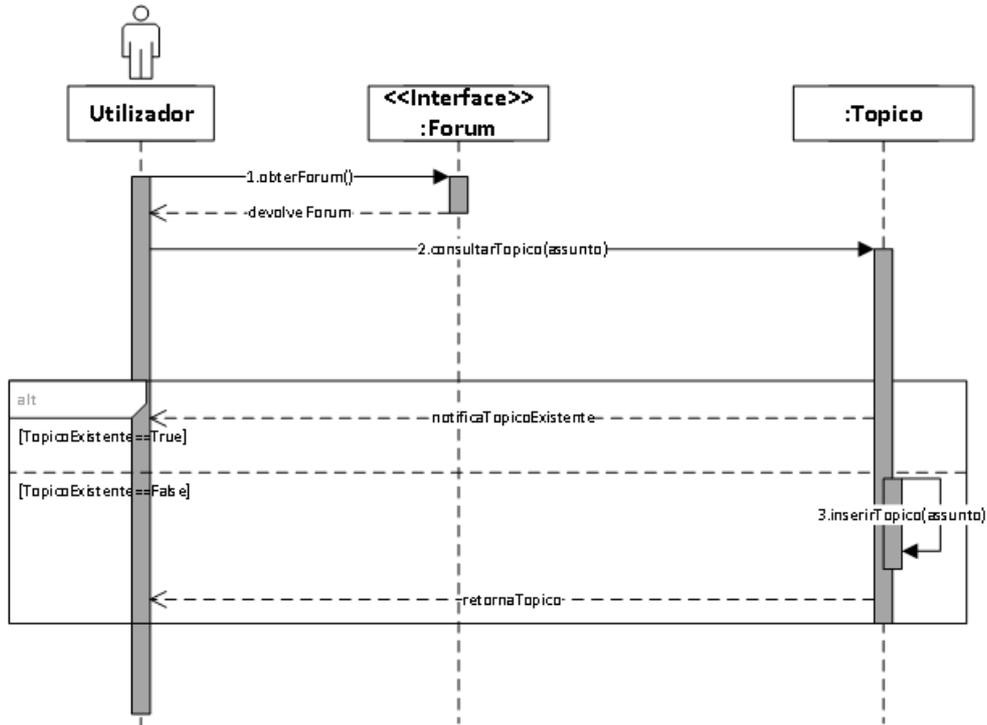


Figura 73 - Diagrama de sequência adicionar tópico

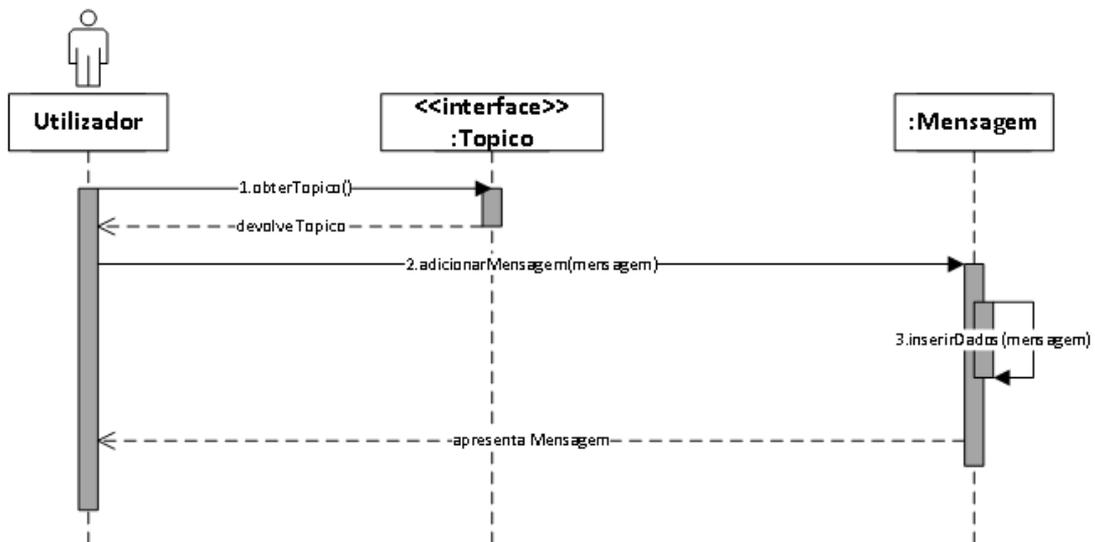


Figura 74 - Diagrama de sequência adicionar mensagem

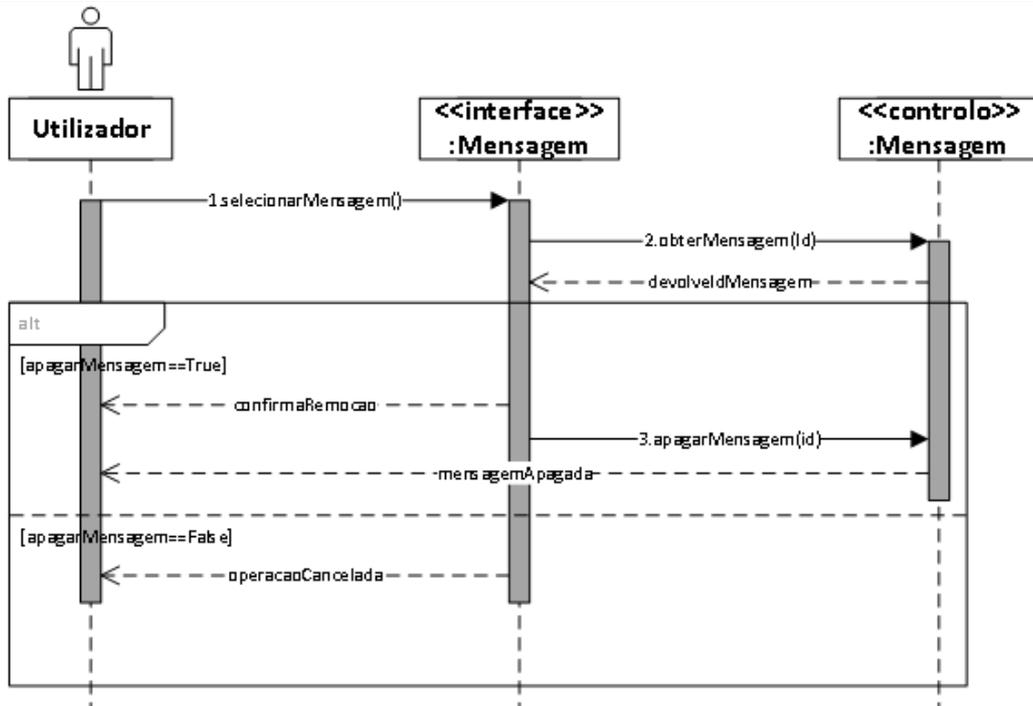


Figura 75 - Diagrama de sequência apagar mensagem

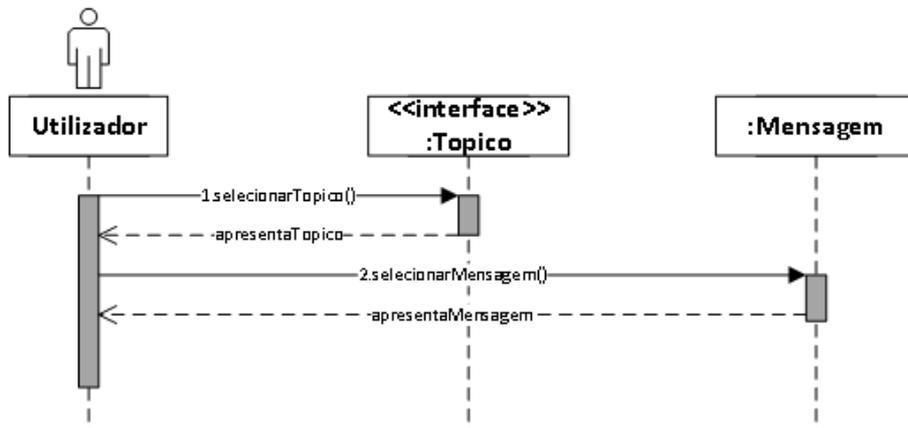


Figura 76 - Diagrama de sequência visualizar mensagens

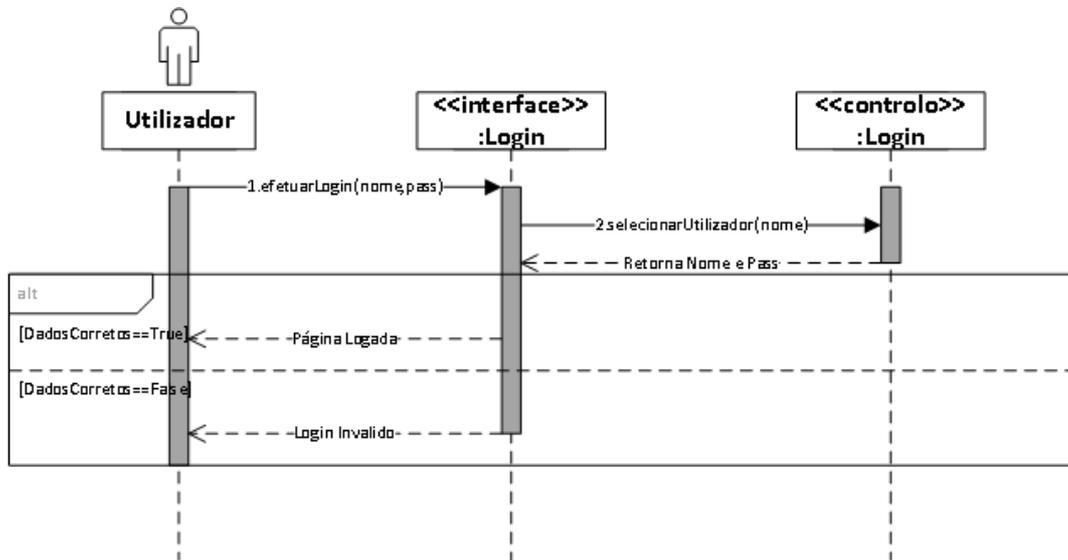


Figura 77 - Diagrama de sequência efetuar login

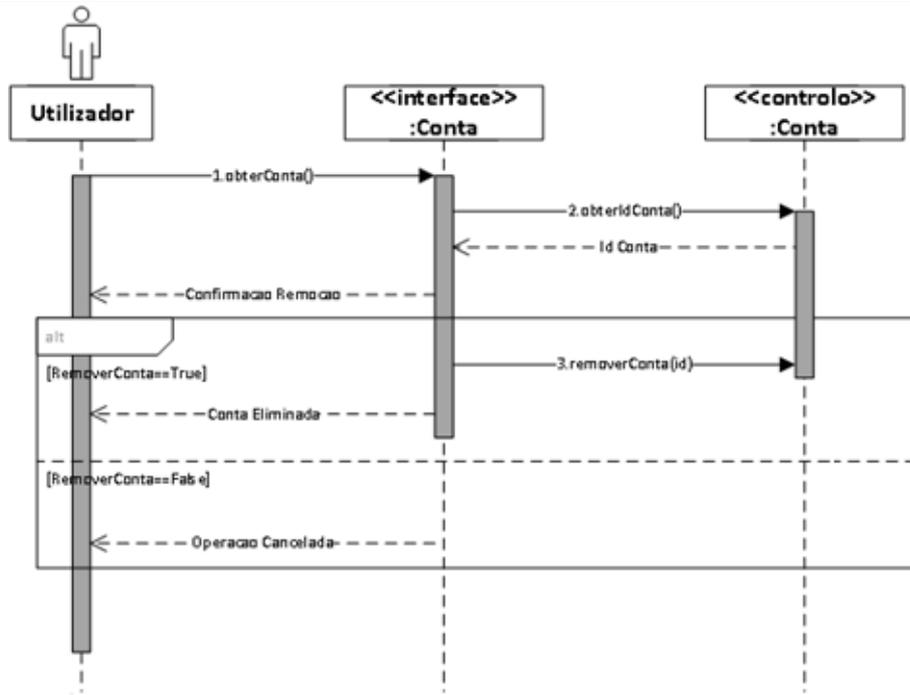


Figura 78 - Diagrama de sequência eliminar conta

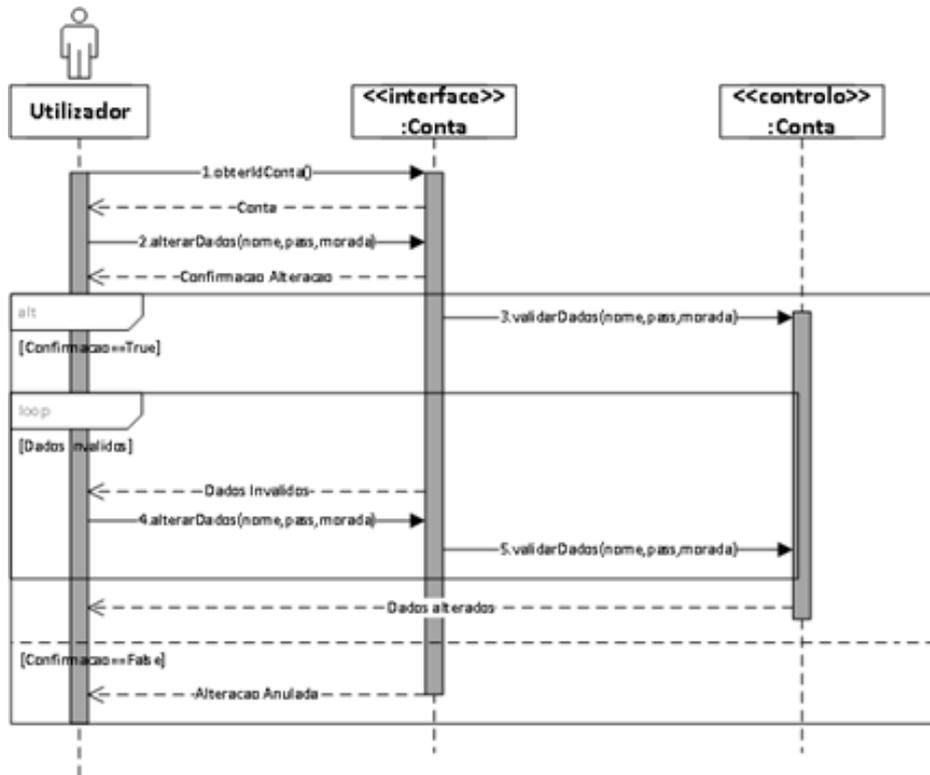


Figura 79 - Diagrama de sequência atualizar conta

Anexo I – Diagramas UML

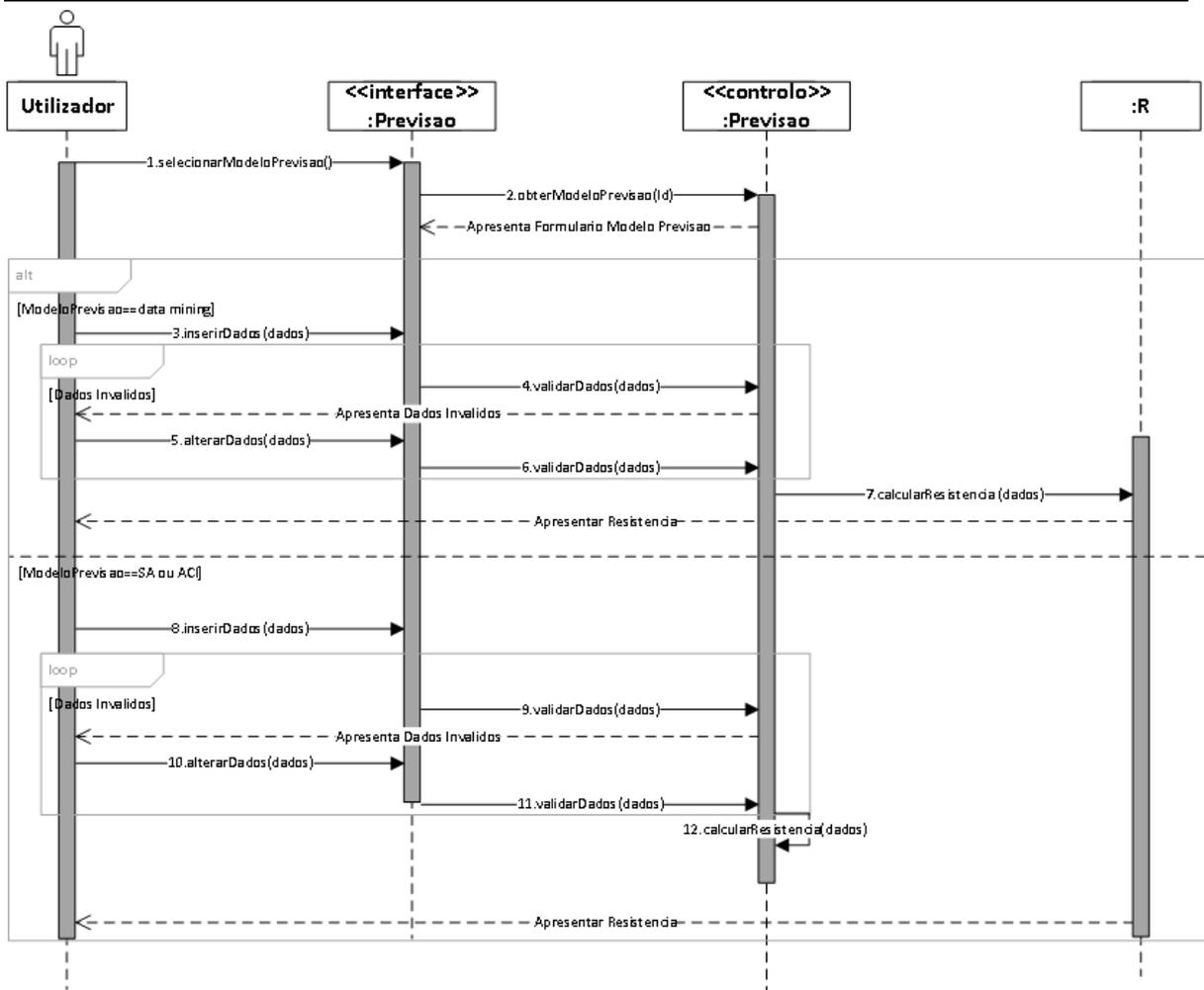


Figura 80 - Diagrama de sequência obter previsões de resistência

ANEXO II – DESCRIÇÃO DOS ATRIBUTOS DAS TABELAS DA BASE DE DADOS

Tabela 11 - Descrição dos atributos da base de dados

Tabela	Atributo	Designação
"Specimen"	"specimenId"	Identifica cada provete
	"dateSubm"	Representa a data de quando um provete é inserido na plataforma
	"approved"	Possui o binário que permite identificar se um provete foi aprovado pelo administrador. Caso o provete tenha sido aprovado, o binário será 1, caso não tenha, o binário será 0
	"paperId"	Chave estrangeira da tabela "Paper"
	"specimenCode"	Identifica o código definido pelo autor
	"testType"	Representa o tipo de teste, podendo ser "Single", "Double", "Bond" ou "Flexural"
	"testeLoadConfiguration"	Representa a configuração da carga do ensaio realizado ao provete, podendo ser "C-C", "C-T", "T-C", "T-T"
	"userId"	Chave estrangeira da tabela "User", a qual associa um utilizador ao provete
	"typeSpecimen"	Especifica o tipo de provete (DPT ou BPT)
"Concreteblockgeometry"	"specimenId"	Chave importada da tabela "Specimen"
	"concreteBlockGeometryType"	Identifica a forma do provete, podendo assumir uma das seguintes opções: "Prismatic Shape", "C Shape", "Rectangular Beam", "T-Shape Beam"
	"bc"	Identifica a largura da superfície do betão
	"bc_"	Representa a largura secundária do bloco
	"hc"	Define a altura do bloco
	"hc_"	Define a altura secundária do bloco
	"lc"	Representa o comprimento do bloco

Anexo II – Descrição dos atributos das tabelas da base de dados

"Nsmconfiguration"	"specimenId"	Chave importada da tabela "Specimen"
	"ng"	Especifica o número de ranhuras no bloco
	"bg"	Define a altura da ranhura
	"dg"	Define a profundidade da ranhura
	"dt"	Define a distância do FRP à superfície
	"ae"	Identifica a distância à borda do bloco
	"ag"	Define a distância entre ranhuras
	"lb"	Contém o valor de comprimento de colagem
	"cf"	Define a espessura da cobertura FRP
	"surfg"	Define o tipo de superfície da ranhura, podendo ser "sawed" ou "molded"
"Concrete"	"specimenId"	Chave importada da tabela "Specimen"
	"fcm"	Identifica o valor da tensão média na rotura à compressão de cilindros de betão
	"fctm"	Define o valor de resistência média à tração do betão
	"ecm"	Define o valor do módulo de elasticidade médio do betão
"Frp"	"specimenId"	Chave importada da tabela "Specimen"
	"tmf"	Marca do FRP
	"typef"	Contém o tipo de fibra do FRP, podendo assumir as seguintes palavras: "CFRP", "GFRP", "AFRP" e "BFRP"
	"csf"	Identifica a forma do FRP, podendo assumir as seguintes palavras "Round", "Square", "Rectangular"
	"surff"	Contém a identificação da configuração da superfície do FRP e pode conter apenas as palavras "Ribbed", "Sand-blasted", "Sand-coated", "Smooth" e "Spirally wounded"
	"bf"	Indica a largura do FRP
	"df"	Indica a profundidade do FRP
	"mcf"	Contém o tipo de caracterização mecânica do FRP e apenas pode conter as seguintes palavras: "Manufacturer", "Laboratory" ou "Literature"
	"ef"	Identifica o módulo de elasticidade do FRP

Anexo II – Descrição dos atributos das tabelas da base de dados

	“ffu”	Contém a última resistência do FRP
	“efu”	Extensão de rotura do FRP
	“af”	Inclui a área do FRP
“Adhesive”	“specimenId”	Chave importada da tabela “Specimen”
	“tma”	Identifica a marca do adesivo
	“typea”	Identifica o tipo de adesivo, podendo conter apenas as seguintes palavras: “Epoxy” ou “Mortar”
	“mca”	Identifica a caracterização mecânica do adesivo, podendo conter uma das seguintes palavras: “Manufacturer”, “Laboratory” e “Literature”
	“fat”	Contém a resistência à tração do adesivo
	“eat”	Contém o módulo de elasticidade (tração) do adesivo
	“elongationatBreak”	Contém a extensão de rotura do adesivo
	“fac”	Contém a resistência à compressão do adesivo
	“eac”	Contém o módulo de elasticidade (compressão) do adesivo
	“faf”	Possui a resistência à flexão
	“eaf”	Detém o módulo de elasticidade (flexão)
	“faz”	Contém a Resistência ao corte
	“tafc”	Possui a Resistência tangencial do adesivo (em ligações FRP/betão)
	“tacc”	Detém a resistência tangencial do adesivo (em ligações betão/betão)
	“u”	Contém o coeficiente de <i>Poisson</i>
“Steel”	“specimenId”	Chave importada da tabela “Specimen”
	“asl”	Contém a área de armadura longitudinal tracionada
	“asl_”	Possui a área de armadura longitudinal comprimida
	“asw”	Contém a área de armadura transversal
	“sw”	Possui o espaçamento entre estribos
	“cs”	Contém o recobrimento da armadura
“Result”	“specimenId”	Chave importada da tabela “Specimen”
	“fm”	Contém o modo de rotura obtido no ensaio de arranque
	“fmax”	Contém a carga máxima do teste

Anexo II – Descrição dos atributos das tabelas da base de dados

	“ffmax”	Possui a força máxima de arranque
	“efmax”	Contém a extensão do FRP para fmax
	“tACavg”	Contém a tensão de corte média na interface A / C
	“tFAavg”	Contém a tensão de corte média na interface A / F
	“Slmax”	É o deslizamento medido na extremidade carregada da ligação
	“sfmax”	Contém o deslizamento na extremidade livre da ligação
“Geometricproperty”	“specimenId”	Chave importada da tabela “Specimen”
	“kb”	Relação entre a largura da ranhura e do FRP
	“Kd”	Relação entre a profundidade do entalhe e do FRP
	“kf”	Relação entre a profundidade e a largura do FRP
	“pf”	Contém o valor do perímetro do FRP
	“pg”	Possui o perímetro da ranhura
	“LShear”	Contém o comprimento do vão de corte
	“Larm”	É o braço associado ao momento gerado entre a força de compressão na rótula e de tração no FRP (apenas existe nos ensaios BPT)
“Strengthproperty”	“specimenId”	Chave importada da tabela “Specimen”
	“h”	Contém a percentagem de tensão do FRP utilizada
	“eaxf”	Contém o valor da rigidez axial do material FRP
	“ld”	Contém o valor do comprimento do desenvolvimento
“Paper”	“paperId”	Identifica o artigo
	“name”	Possui o nome do artigo
	“description”	Contém a referência bibliográfica do respetivo artigo
	“link”	Contém a hiperligação para o artigo
	“issource”	Identifica se possui fonte
	“comments”	Contém os comentários relativos aos provetes a quais está associado
“User”	“userId”	Contém o identificador de cada utilizador
	“name”	Contém o nome de cada utilizador
	“countryId”	Chave estrangeira da tabela “Country” para identificar o país do utilizador

Anexo II – Descrição dos atributos das tabelas da base de dados

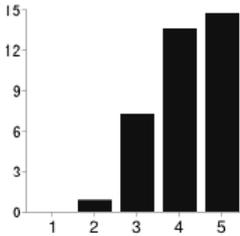
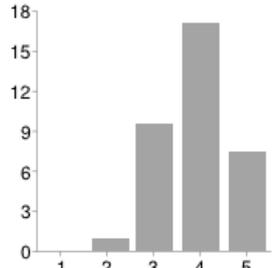
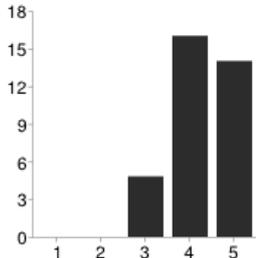
	“email”	Identifica o <i>email</i> do utilizador
	“username”	Possui o nome do utilizador para este realizar o <i>login</i>
	“password”	Contém a <i>password</i>
	“isAdmin”	Possui o binário que permite identificar se o utilizador é administrador. Caso seja o administrador, o binário será 1, caso não seja, será 0
	“activation”	Atributo que permite identificar se a conta do utilizador foi ativa pelo mesmo
	“date”	Contém a data do registo do utilizador
“Country”	“countryId”	Identifica o país com um identificador
	“abbreviation”	Contém a abreviação do país
	“name”	Possui o nome do país
“Forumtopic”	“idTopic”	Identifica o tópico com uma identificação única
	“userId”	Chave estrangeira da tabela “User”
	“topic_name”	Identifica o nome do tópico
	“datecreation”	Identifica a data de criação do tópico
“Forumpost”	“idPost”	Identificação de um <i>post</i>
	“idTopic”	Chave estrangeira da tabela “Forumtopic”
	“userId”	Chave importada da tabela “User”
	“date”	Identifica a data de quando o <i>post</i> foi criado
	“post_content”	Guarda o comentário do <i>post</i>
“Counter”	“id”	Identifica a visita como única
	“vdate”	Identifica a data de quando um utilizador visita a página
	“count”	Identifica uma visita como um 1 sempre que um utilizador visita a página

		GEOMETRY		DISTANCES		FRP/GROOVE
		3D	Cross-section	General designations	Specific designations	Cross-section
Direct Pullout Specimens	Prismatic Shape			 (front view)	 (front view)	Round ($d_f = b_f = \text{bar diameter}$)
	C Shape			 (front view)	 (front view)	Quadrangular
Beam Pullout Specimens	Rectangular Beam			 (underside view)	 (underside view)	Groove
	T-Shape Beam			 (underside view)	 (underside view)	

Figura 81 – Variáveis das tabelas aplicadas aos provetes

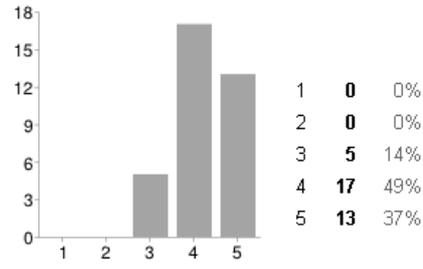
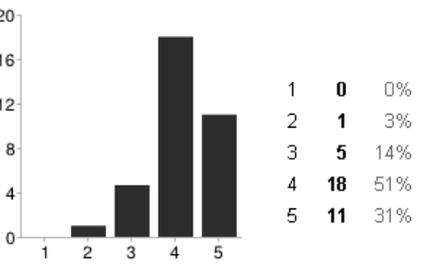
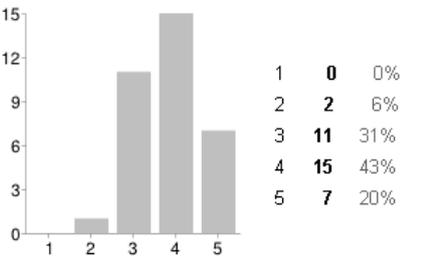
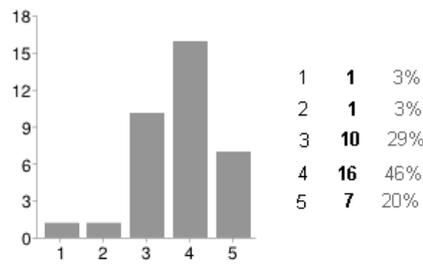
ANEXO III – RESULTADOS GRÁFICOS DO QUESTIONÁRIO *ONLINE*

Tabela 12 - Gráficos obtidos no questionário *online*

Questão	Resultados															
<p>1. <i>The BFN platform can be a useful tool for those working in the field of bond behavior of FRP NSM systems in concrete.</i></p>	<p>The BFN platform can be a useful tool for those working in the field of bond behavior of FRP NSM systems in concrete.</p>  <table border="1" data-bbox="1125 593 1260 739"> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>7</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>13</td> <td>37%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>14</td> <td>40%</td> </tr> </table> <p>Figura 82 - Percentagem da utilidade da plataforma BFN para os utilizadores</p>	1	0	0%	2	1	3%	3	7	20%	4	13	37%	5	14	40%
1	0	0%														
2	1	3%														
3	7	20%														
4	13	37%														
5	14	40%														
<p>2. <i>Using BFN tool in my job, I would be able to accomplish tasks more quickly.</i></p>	<p>Using BFN tool in my job, I would be able to accomplish tasks more quickly.</p>  <table border="1" data-bbox="1117 985 1260 1153"> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>10</td> <td>29%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>17</td> <td>49%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>7</td> <td>20%</td> </tr> </table> <p>Figura 83 - Percentagem dos utilizadores que consideram que a plataforma auxiliará a terminar as suas tarefas no trabalho mais rapidamente</p>	1	0	0%	2	1	3%	3	10	29%	4	17	49%	5	7	20%
1	0	0%														
2	1	3%														
3	10	29%														
4	17	49%														
5	7	20%														
<p>3. <i>BFN platform can be a useful tool for those designing FRP NSM systems to strengthen concrete elements.</i></p>	<p>BFN platform can be a useful tool for those designing FRP NSM systems to strengthen concrete elements.</p>  <table border="1" data-bbox="1117 1500 1252 1668"> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5</td> <td>14%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>16</td> <td>46%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>14</td> <td>40%</td> </tr> </table> <p>Figura 84 - Percentagem dos utilizadores que consideram útil a plataforma BFN</p>	1	0	0%	2	0	0%	3	5	14%	4	16	46%	5	14	40%
1	0	0%														
2	0	0%														
3	5	14%														
4	16	46%														
5	14	40%														

Anexo III – Resultados gráficos do questionário online

<p>4. <i>I will recommend BFN platform to my colleagues working this field.</i></p>	<p>I will recommend BFN platform to my colleagues working this field.</p> <table border="1"> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>3</td><td>9</td><td>26%</td></tr> <tr><td>4</td><td>13</td><td>37%</td></tr> <tr><td>5</td><td>13</td><td>37%</td></tr> </table> <p>Figura 85 - Percentagem dos utilizadores que recomendam a plataforma BFN</p>	1	0	0%	2	0	0%	3	9	26%	4	13	37%	5	13	37%
1	0	0%														
2	0	0%														
3	9	26%														
4	13	37%														
5	13	37%														
<p>5. <i>The features of BFN platform are easy to understand and easy to use.</i></p>	<p>The features of BFN platform are easy to understand and easy to use.</p> <table border="1"> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td><td>3%</td></tr> <tr><td>3</td><td>6</td><td>17%</td></tr> <tr><td>4</td><td>15</td><td>43%</td></tr> <tr><td>5</td><td>13</td><td>37%</td></tr> </table> <p>Figura 86 - Percentagem dos utilizadores que consideram ser fácil entender a plataforma</p>	1	0	0%	2	1	3%	3	6	17%	4	15	43%	5	13	37%
1	0	0%														
2	1	3%														
3	6	17%														
4	15	43%														
5	13	37%														
<p>6. <i>The possibility of generating, online and in real time, predictions of the maximum pullout force is useful.</i></p>	<p>The possibility of generating, online and in real time, predictions of the maximum pullout force is useful.</p> <table border="1"> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td><td>3%</td></tr> <tr><td>3</td><td>9</td><td>26%</td></tr> <tr><td>4</td><td>8</td><td>23%</td></tr> <tr><td>5</td><td>17</td><td>49%</td></tr> </table> <p>Figura 87 - Percentagem dos utilizadores que consideram as previsões <i>online</i> úteis</p>	1	0	0%	2	1	3%	3	9	26%	4	8	23%	5	17	49%
1	0	0%														
2	1	3%														
3	9	26%														
4	8	23%														
5	17	49%														
<p>7. <i>BFN platform is easy to use since its graphical interface is quite intuitive.</i></p>	<p>BFN platform is easy to use since its graphical interface is quite intuitive.</p> <table border="1"> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>3</td><td>9</td><td>26%</td></tr> <tr><td>4</td><td>11</td><td>31%</td></tr> <tr><td>5</td><td>15</td><td>43%</td></tr> </table> <p>Figura 88 - Percentagem dos utilizadores que consideram a interface gráfica intuitiva e de fácil utilização</p>	1	0	0%	2	0	0%	3	9	26%	4	11	31%	5	15	43%
1	0	0%														
2	0	0%														
3	9	26%														
4	11	31%														
5	15	43%														

<p>8. <i>The feature of generating charts using user chosen variables is useful to better analyze the information already available in the database.</i></p>	<p>The feature of generating charts using user chosen variables is useful to better analyze the information already available in the database.</p>  <p>Figura 89 - Percentagem dos utilizadores que acharam útil a funcionalidade da plataforma de gerar gráficos</p>
<p>9. <i>The inclusion of a help icon (blue "i" close to each parameter) helps to clarify parameter's meaning.</i></p>	<p>The inclusion of a help icon (blue "i" close to each parameter) helps to clarify parameter's meaning.</p>  <p>Figura 90 - Percentagem dos utilizadores que consideram o tooltip útil</p>
<p>10. <i>The amount of information available without registration was enough to make me register.</i></p>	<p>The amount of information available without registration was enough to make me register.</p>  <p>Figura 91 - Percentagem dos utilizadores que acham que a quantidade de informação sem registo é suficiente para o cativar</p>
<p>11. <i>A help manual would be a great tool to better understand how BFN platform works.</i></p>	<p>An help manual would be a great tool to better understand how BFN platform works.</p>  <p>Figura 92 - Percentagem dos utilizadores que reconhecem que um manual de ajuda seria útil na plataforma</p>

13. Overall, the use of BFN platform is satisfactory.

Overall, the use of BFN platform is satisfactory.

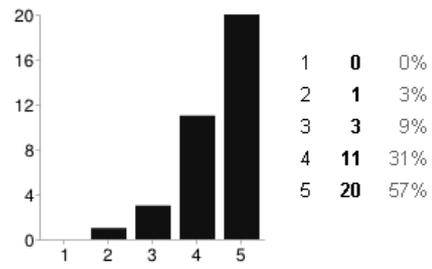


Figura 93 - Percentagem dos utilizadores que consideram a plataforma satisfatória

ANEXO IV – CORRELAÇÃO LINEAR

Tabela 13 - Correlações para todos os pares de questões

Questão \ Questão	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13
1	0,21	0,09	0,19	0,18	0,03	0,18	0,30	0,11	0,25	0,52	0,22
2		0,56	0,41	0,46	0,51	0,41	0,12	0,28	0,26	0,29	0,25
3			0,38	0,40	0,44	0,59	0,42	0,50	0,45	0,37	0,44
4				0,52	0,55	0,77	0,58	0,39	0,39	0,47	0,26
5					0,35	0,49	0,57	0,60	0,26	0,32	0,09
6						0,43	0,34	0,38	0,48	0,48	0,23
7							0,58	0,35	0,53	0,37	0,39
8								0,51	0,55	0,51	0,31
9									0,23	0,47	0,46
10										0,35	0,20
11											0,52
13											