

Departamento de Ciências e Tecnologias da Informação

**Proposta de um *dashboard* para monitorizar falhas de energia
numa rede eléctrica inteligente**

Andreia Cristina Pereira Sanz

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Gestão de Sistemas de Informação

Orientador:
Doutor Raul Manuel Silva Laureano, Professor Auxiliar,
ISCTE-IUL

outubro, 2018

Agradecimentos

Ao meu orientador, Professor Doutor Raul Laureano, agradeço toda a sua ajuda e sinceridade neste processo, mas essencialmente a disponibilidade que reinou ao longo deste último ano. Obrigada pela sua rápida resposta, partilha de informações e todas as sugestões que me deu. Sem dúvida que o papel de um orientador é fulcral num trabalho desta natureza.

Ao meu professor, Bráulio Alturas, porque sem ele não teria chegado aqui. Obrigada por todo o seu apoio em todo o meu percurso no ISCTE-IUL e por toda a sua simpatia e disponibilidade.

Ao meu grande companheiro e amigo, Sérgio Silveira, pela sua incansável e infinita paciência nestes últimos meses extremamente complicados. Obrigada por todo o seu apoio, ajuda, dedicação e amizade.

À minha mãe, Ana Paula Pereira, pela sua amizade e disponibilidade durante todos estes meses, onde a sua preocupação sempre foi não me deixar desistir e seguir até ao fim.

Às amigas, Sílvia José e Letícia Moço, por toda a sua amizade e por sempre terem acreditado em mim. Obrigada por estarem sempre presentes.

Aos colegas, Catarina Vasconcelos, Jorge Caracol e Nelson Rodrigues por sempre terem mostrado uma enorme amizade e companheirismo ao longo deste percurso.

Ao especialista da CGI por toda a sua ajuda, disponibilidade e flexibilidade.

A todos os que enumerei e do fundo do meu coração, o meu sincero “Obrigado”.

Resumo

Com o aparecimento da rede elétrica inteligente e de contadores inteligentes surgiu a necessidade de serem criadas soluções tecnológicas que permitissem aos distribuidores de energia monitorizar os eventos e comunicar com os contadores instalados na rede elétrica. Por esse motivo, e para ajudar à monitorização dos eventos e das comunicações na rede elétrica, mais especificamente as falhas de energia, surge esta investigação que tem como principal objetivo construir um *dashboard* para monitorizar de falhas de energia numa rede elétrica inteligente.

Para o efeito selecionou-se uma empresa do setor para aplicar e validar o *dashboard* e adotou-se a metodologia CRISP-DM, focada no negócio e que requer a interação sistemática com especialistas do negócio. Com base na literatura sobre indicadores de desempenho no setor elétrico e *dashboards*, e com várias entrevistas a um especialista, definiram-se, por um lado, métricas e indicadores de desempenho, e, por outro, elementos gráficos a incluir no *dashboard*, adequados aos objetivos e ao contexto da empresa. Para avaliar a sua utilidade e usabilidade construiu-se um questionário a ser respondido, igualmente, por um especialista.

O *dashboard* tático com vista mensal e semanal proposto revelou-se útil e fácil de utilizar. Assim, com esta investigação, a empresa ganha uma proposta de *dashboard* a ser incorporada na sua solução, para ser utilizada pelos seus clientes. Adicionalmente, dá a conhecer um conjunto de indicadores a monitorizar na área da distribuição de energia e demonstra a adequabilidade da metodologia CRISP-DM para a criação de *dashboards*.

Palavras-Chave: Monitorização do Desempenho; *Dashboards*; Indicadores de Desempenho; Contadores Inteligentes; Falhas de Energia.

Abstract

With the appearance of smart grid and smart meters, the need to create technological solutions that allow energy distributors to monitor events and communicate with meters installed in the smart grid, has been increasing.

Considering the above, and to help the events monitoring and the communications in the grid, specifically the power failures, this research has as main objective to build a dashboard to monitor outages in a smart grid.

For this purpose, a specialized company in the electrical sector was selected to apply and validate the dashboard. The CRISP-DM methodology was adopted, and it is focused on the business and require systematic interaction with business experts.

Based on the literature about performance indicators in the electrical sector and dashboards, and considering several interviews conducted with a specialist, metrics and performance indicators were defined. The graphics to include in the dashboard which are appropriate to the objectives and context of the company, have also been defined. To evaluate the dashboard`s usefulness and usability, a questionnaire was drawn up and then applied to a specialist in this area.

It was possible to conclude that the tactical dashboard, with monthly and weekly views, is useful and easy to use. Thus, with this investigation, the company wins a dashboard to be incorporated into its solution and to be used by its customers. In addition, this dashboard presents a set of indicators to be monitored in the sector of energy distribution and demonstrates the suitability of the CRISP-DM methodology for the creation of dashboards.

Keywords: Performance Monitoring; Dashboards; Performance Indicators; Smart Meter; Outages.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Índice	iv
Índice de Tabelas	vi
Índice de Figuras	vii
Lista de Abreviaturas e Siglas	viii
Capítulo 1 – Introdução	1
1.1. Tema e seu enquadramento.....	1
1.2. Questão de investigação e objetivos	4
1.3. Abordagem metodológica.....	5
1.4. Estrutura e organização da dissertação	5
Capítulo 2 – Revisão da Literatura	7
2.1. A gestão do desempenho	8
2.1.1. A medição do desempenho.....	9
2.1.2. Sistemas de gestão do desempenho	11
2.2. Métricas e Indicadores	14
2.2.1. Características dos indicadores de desempenho	16
2.2.2. Ficha de indicador	18
2.3. <i>Dashboards</i>	20
2.3.1. Tipos de <i>dashboard</i>	20
2.3.2. Características de um <i>dashboard</i>	22
2.3.3. Tipos de gráficos mais adequados	26
2.3.4. Benefícios	31
2.3.5. Soluções para a construção de <i>dashboards</i>	32
2.3.6. Como avaliar um <i>dashboard</i>	37
2.4. <i>Dashboards</i> no setor da energia elétrica.....	42
2.4.1. Indicadores do setor.....	43
2.4.2. Propósito e vantagens	46
Capítulo 3 – Metodologia	49
3.1. Compreensão do negócio	51
3.2. Compreensão dos dados.....	51
3.2.1. 1ª Iteração	52
3.2.2. 2ª Iteração	53
3.3. Preparação dos dados.....	54

3.3.1	1ª Iteração	54
3.3.2	2ª Iteração	61
Capítulo 4 – Apresentação dos Resultados		69
4.1.	Resultados da 1ª iteração	69
4.1.1	Problemas identificados.....	73
4.2.	Resultados da 2ª iteração	74
4.2.1	Descrição detalhada do <i>dashboard</i>	78
4.2.2	Comparação com a 1ª iteração.....	84
4.3.	Avaliação	84
Capítulo 5 – Conclusões		87
5.1.	Resumo	87
5.2.	Contributos para a comunidade científica e empresarial	90
5.3.	Limitações do estudo	91
5.4.	Propostas de investigação futura.....	92
Bibliografia.....		93

Índice de Tabelas

Tabela 1: <i>Dashboard vs scorecard</i>	13
Tabela 2: Tipos de <i>dashboards</i>	21
Tabela 3: Vantagens da solução Microsoft Power BI	34
Tabela 4: Desvantagens da solução Microsoft Power BI	35
Tabela 5: Vantagens da solução Tableau	35
Tabela 6: Desvantagens da solução Tableau	36
Tabela 9: Vantagens da solução MicroStrategy	36
Tabela 10: Desvantagens da solução MicroStrategy	37
Tabela 11: Indicadores do setor da energia elétrica	45
Tabela 10: Descrição dos campos da tabela Evento.....	52
Tabela 11: Descrição dos campos da tabela Comunicação	53
Tabela 12: Descrição dos novos campos da tabela Comunicação	54
Tabela 13: Descrição dos novos campos da tabela Evento	54
Tabela 16: Campos e medidas da tabela “ <i>lastRefresh</i> ”	56
Tabela 15: Descrição da métrica “Número de clientes interrompidos”	57
Tabela 16: Descrição da métrica “Número de falhas de energia”	57
Tabela 17: Descrição da métrica “Número de interrupções”	57
Tabela 18: Descrição da métrica “Número de religações”	58
Tabela 19: Descrição da métrica “Número de comunicações”	58
Tabela 20: Descrição da métrica “Número de comunicações completas”	58
Tabela 21: Descrição da métrica “Número de comunicações OK”	59
Tabela 22: Descrição da métrica “Número de comunicações NOK”	59
Tabela 23: Descrição da métrica “Número de comunicações <i>timeout</i> ”	59
Tabela 24: Descrição da métrica “Taxa de comunicações <i>timeout</i> ”	60
Tabela 25: Gráficos do <i>dashboard</i> (1ª iteração).....	60
Tabela 26: Elementos necessários para a construção de cada gráfico (1ª iteração)	61
Tabela 27: Descrição dos campos da tabela “Imagem”	63
Tabela 28: Descrição dos campos da tabela “clientesInterrompidosSemana”	63
Tabela 29: Descrição dos campos da tabela “falhasEnergiaSemana”	64
Tabela 30: Descrição dos campos da tabela “interrupçõesSemana”	64
Tabela 31: Métricas da 1ª iteração e que se mantêm na 2ª iteração como PI.....	65
Tabela 32: Descrição do indicador de desempenho “CAIFI”	65
Tabela 33: Descrição do indicador de desempenho “SAIFI”	65
Tabela 34: Descrição do indicador de desempenho “CAIDI”	66
Tabela 35: Descrição do indicador de desempenho “SAIDI”	66
Tabela 36: Gráficos do <i>dashboard</i> (2ª iteração).....	67
Tabela 37: Elementos necessários para a construção de cada gráfico (2ª iteração)	67
Tabela 38: Métricas e gráficos da 1ª iteração	70
Tabela 39: Indicadores e gráficos da 2ª iteração	75

Índice de Figuras

Figura 1: Cadeia de valor da energia elétrica	2
Figura 2: O ciclo da gestão do desempenho	9
Figura 3: Componentes de um sistema de gestão do desempenho.....	11
Figura 4: Localização da informação importante	23
Figura 5: Exemplo de gráfico de barras.....	26
Figura 6: Exemplo de gráfico circular	26
Figura 7: Exemplo de gráfico de linhas.....	27
Figura 8: Exemplo de gráfico <i>sparkline</i>	27
Figura 9: Exemplo de gráfico de extremos e quartis	28
Figura 10: Exemplo de gráfico de dispersão	28
Figura 11: Exemplo de gráfico spatial map.....	29
Figura 12: Exemplo de gráfico <i>treemap</i>	30
Figura 13: Exemplo de ícones que simbolizam o desempenho.....	30
Figura 14: Exemplo de ícones que indicam o valor atual relativamente à meta	30
Figura 15: Quadrante Mágico de Plataformas de Análise e BI.....	33
Figura 16: Fases da metodologia CRISP-DM	49
Figura 18: <i>Import</i> de uma folha de Excel	55
Figura 19: <i>Import</i> de uma tabela do Excel	55
Figura 19: Modelo de dados do <i>dashboard</i> da 1ª iteração	70
Figura 20: Proposta de <i>dashboard</i> da 1ª iteração	71
Figura 21: Proposta de <i>dashboard</i> para o distrito de Lisboa.....	72
Figura 22: Modelo de dados da 2ª iteração.....	74
Figura 24: Proposta de <i>dashboard</i> da 2ª iteração com vista mensal	76
Figura 25: Proposta de <i>dashboard</i> da 2ª iteração com vista semanal.....	77
Figura 25: “ <i>Drilldown Choropleth</i> ”: distribuição geográfica das falhas de energia	78
Figura 26: “ <i>KPI Indicator</i> ”: número de falhas de energia mensal e semanal	79
Figura 27: “ <i>KPI Indicator</i> ”: número de clientes interrompidos mensal e semanal.....	80
Figura 28: “ <i>KPI Indicator</i> ”: número de interrupções recebidas mensal e semanal.....	80
Figura 29: “ <i>Gauge</i> ”: percentagem de comunicações timeout	81
Figura 30: “ <i>Line chart</i> ”: quantidade e média de falhas de energia por semana e dia	82
Figura 31: “ <i>Matrix</i> ”: percentagem de comunicações timeout vs total de comunicações	82
Figura 32: “ <i>Line chart</i> ”: média de interrupções por cliente	83
Figura 33: “ <i>Line chart</i> ”: duração média de interrupções em minutos.....	83

Lista de Abreviaturas e Siglas

A: *Availability*

A_i: *Inherent Availability*

AMI: *Advanced Metering Infrastructure*

A_o: *Operational Availability*

ASAI: *Average Service Availability Index*

ASIDI: *Average System Interruption Duration Index*

ASIFI: *Average System Interruption Frequency Index*

BI: *Business Intelligence*

BSC: *Balanced Scorecard*

CAIDI: *Customer Average Interruption Duration Index*

CAIFI: *Customer Average Interruption Frequency Index*

CELID: *Customers Experiencing Long Interruption Durations*

CEM_{In}: *Customers Experiencing Multiple Interruptions*

CEMSM_{In}: *Customers Experiencing Multiple Sustained Interruption and Momentary Interruption Events*

CRISP-DM: *Cross-Industry Standard Process for Data Mining*

CTAIDI: *Customer Total Average Interruption Duration Index*

DAX: *Data Analysis Expressions*

EIS: *Executive Information System*

ICAIDI: *Industrial Customer Average Interruption Duration Index*

ICAIFI : *Industrial Customer Average Interruption Frequency Index*

ICMAIFI: *Industrial Customer Momentary Average Interruption Frequency Index*

KPI: *Key Performance Indicator*

KRI: *Key Result Indicator*

LDAP: *Lightweight Directory Access Protocol*

MAIFI: *Momentary Average Interruption Frequency Index*

MAIFIE: *Momentary Average Interruption Event Frequency Index*

MTBF: *Mean time between failures*

MTTR: *Mean time to repair*

OLAP: *Online Analytical Processing*

PI: *Performance Indicator*

SAIDI: *System Average Interruption Duration Index*

SAIFI: *System Average Interruption Frequency Index*

SCADA: *Supervisory Control And Data Acquisition*

SLA: *Service Level Agreement*

SQL: *Structured Query Language*

TIC: *Tecnologias de Informação e Comunicação*

Capítulo 1 – Introdução

1.1. Tema e seu enquadramento

A energia elétrica é um bem indispensável no dia-a-dia de todos os cidadãos e, por esse motivo, todos se preocupam em ter este bem imaterial disponível todos os dias, não só para utilização doméstica, como também para utilização em contexto profissional e de lazer.

De facto, a cadeia de valor da energia elétrica é composta por quatro atividades (Figura 1):

- **Produção:** a energia elétrica é produzida através de centrais térmicas, hídricas ou a partir de fontes renováveis;
- **Transporte:** rede que garante a ligação entre os produtores e a rede de distribuição. Após a produção da energia, esta é encaminhada para as redes de distribuição de média e alta tensão. Desta forma, é assegurada a disponibilidade de energia em todo o território;
- **Distribuição:** liga a rede de transporte até aos clientes finais, garante a expansão e fiabilidade da rede, permite efetuar leituras de consumos, alterações de potência, bem como, garantir serviço na mudança de comercializador. Também cabe à rede de distribuição a instalação de iluminações públicas e as ligações entre os contadores dos consumidores e os centros produtores, através de subestações;
- **Comercialização:** representa a comercialização da eletricidade aos diferentes consumidores finais (particulares ou empresas) e o serviço/apoio ao cliente. Atualmente, o sector encontra-se liberalizado e por esse motivo a atividade de distribuição separou-se da atividade de comercialização. Os comercializadores de energia podem comprar e vender energia livremente e os consumidores de energia podem escolher livremente qual o seu fornecedor.

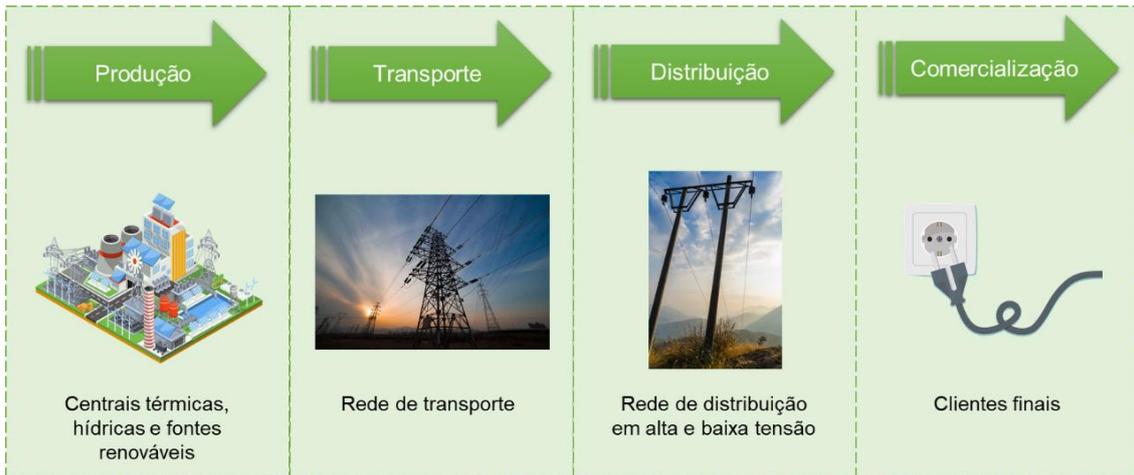


Figura 1: Cadeia de valor da energia elétrica

Fonte: autoria própria.

No caso particular da distribuição da energia elétrica, verificou-se que, com o crescimento e inovação das tecnologias, surgiu o conceito de rede inteligente¹. Uma rede inteligente é uma rede elétrica que otimiza a eficiência energética em tempo real entre os distribuidores e os consumidores de energia, através de um conjunto de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Para tornar a rede elétrica inteligente, os tradicionais contadores são substituídos por contadores inteligentes², que medem o consumo da energia, armazenam um conjunto de dados e transmitem essa informação ao distribuidor de forma automática. Assim, as interrupções que possam existir na rede são identificadas pelos distribuidores de energia, diminuindo o tempo de resposta a falhas.

Adicionalmente, a introdução de contadores inteligentes ajuda, em Portugal, os consumidores a baixar entre 4% e 20% a fatura da eletricidade e a controlar os seus gastos. Desta forma, os consumidores podem aceder em tempo real à leitura dos seus gastos, ficando a saber quanto gasta cada equipamento e as diferenças de tarifário em função da hora e do dia, ganhando, assim, mais controlo sobre os seus consumos. No final de 2017 pretendia-se ter um milhão de contadores inteligentes instalados e mais dez mil postos de transformação ligados (Aguiar, 2016) e espera-se que, até 2020, a EDP Distribuição

¹ É frequente, em Portugal, utilizar-se o termo em inglês: *smart grid*.

² É frequente, em Portugal, utilizar-se o termo em inglês: *smart meter*.

consiga instalar contadores inteligentes em 60% dos consumidores domésticos (Ledo, 2017).

Os ganhos na instalação de contadores inteligentes foram evidenciados pelo projeto piloto da EDP Distribuição, em Évora: o Inov Grid (Aguiar, 2016). Este projeto consistiu na instalação de trinta mil contadores inteligentes, onde se verificou que os consumidores domésticos em estudo conseguiram uma redução de 3,9% durante três anos consecutivos (entre 2007 e 2010). Note-se que este projeto mereceu distinção europeia como um “projeto de referência” do setor, em 2012, colocando a rede “elétrica portuguesa na linha da frente da inovação a nível mundial” (Aguiar, 2016: 1).

Ao nível das redes inteligentes existem no mercado plataformas integradas responsáveis pela recolha e gestão de dados de energia elétrica e pelo fornecimento de recursos de supervisão. Estas plataformas (que são produtos destinados a clientes ligados ao sector da energia) apresentam uma *interface* composta por diferentes infraestruturas, tecnologias, protocolos e serviços que permitem gerir e monitorizar as informações dos contadores inteligentes em tempo real e executar serviços que detetam e reparam falhas na rede.

Adicionalmente, para a monitorização dessas informações é necessário controlar as falhas de energia na rede elétrica. Desta forma, os responsáveis por esta monitorização conseguem avaliar de que forma uma plataforma, juntamente com outras *interfaces* externas, está a responder às falhas de rede que vão surgindo a cada dia. No entanto, não existe uma forma fácil e rápida de fazer este acompanhamento. É necessário extrair um conjunto de dados, trabalhá-los, organizá-los e construir gráficos que ajudem a tirar conclusões.

Para ajudar os responsáveis pela monitorização a terem a informação pretendida, à distância de um clique e num único ecrã, surge a necessidade de se analisar um *dashboard*, nomeadamente operacional, para a monitorização de falhas de energia na rede. Um *dashboard* aparenta ser uma solução que contribui para um rápido e fácil controlo e monitorização dos principais indicadores, uma vez que este tipo de visualização de dados é um ecrã composto pela informação mais importante e necessária para atingir um ou mais objetivos. Esta informação está consolidada e organizada num único ecrã para que possa ser monitorizada em apenas um olhar (Few, 2006). De facto, o contributo que um *dashboard* pode dar à monitorização diária das falhas de energia numa rede elétrica é muito elevado. Além disso, um *dashboard* operacional pode ser também

utilizado por outras entidades interessadas na boa resposta aos problemas que surgem na rede.

Neste contexto, esta investigação tem como tema a monitorização de falhas de energia numa rede elétrica através de *dashboards*, enquadrando-se num problema mais vasto da gestão de falhas em empresas das *utilities*, que, por sua vez, se enquadram na atividade de distribuição da cadeia de valor da energia elétrica.

1.2. Questão de investigação e objetivos

Atendendo ao tema e à problemática da gestão de falhas de energia na rede coloca-se como questão de investigação: em que medida a construção de um *dashboard* ajuda a monitorizar as falhas de energia numa rede elétrica inteligente?

Desta forma, pretende-se compreender em que medida a construção de um *dashboard* ajuda a monitorizar as falhas de energia numa rede elétrica inteligente, a tomar melhores decisões e a identificar possíveis problemas na rede.

Neste âmbito, definem-se os seguintes quatro objetivos:

- Definir um conjunto de indicadores de desempenho que ajudem a monitorizar as falhas de energia na rede elétrica, através de um *dashboard*;
- Construir um protótipo de *dashboard* para a monitorização de falhas de energia na rede elétrica;
- Avaliar a utilidade e a usabilidade do *dashboard* proposto na perspetiva do negócio.

No mercado existem já alguns *dashboards* que ainda não satisfazem as necessidades da monitorização de falhas e, por este motivo, esta investigação contribui para a melhoria do conjunto de *dashboards* existentes, considerando o enquadramento teórico das boas práticas em visualização de dados. Assim, diretamente as empresas do setor, cuja atividade engloba a monitorização de falhas na rede elétrica, beneficiam com esta investigação. Por fim, importa referir que a divulgação desta investigação, ao oferecer mais um exemplo de utilização de *dashboards*, num setor de atividade ainda não muito estudado, a nível científico, contribui para o enriquecimento da literatura sobre a temática da investigação.

1.3. Abordagem metodológica

Atendendo aos objetivos traçados a investigação tem um cariz qualitativo. De facto, em diferentes fases da investigação recorre-se a entrevistas para, por um lado, definir as características do *dashboard* e quais os indicadores que devem ser monitorizados, e, por outro, para avaliar a utilidade e a usabilidade do mesmo.

Noutra perspetiva, a investigação é um estudo de caso, em que a empresa CGI TI Portugal, empresa que possui projetos no setor da energia e que disponibiliza aos seus clientes uma plataforma integrada para recolha e gestão de dados de energia elétrica e pelo fornecimento de recursos de supervisão das redes elétricas inteligentes (CGI, n.d.), é alvo de estudo.

Assim, a construção do *dashboard* e sua avaliação têm por base as necessidades sentidas por esta empresa e seus clientes ao nível da gestão das falhas e das comunicações na rede. Em particular, as perceções dos gestores de projeto da *business unit* das *utilities* da CGI TI Portugal assumem relevância nesta investigação.

Por fim, para a construção do protótipo de *dashboard* recorre-se à solução Microsoft Power BI Desktop, uma das soluções líderes do mercado, pela sua interface *user-friendly*, pelo seu *design* apelativo e pela sua simplicidade e eficiência no processamento de uma grande quantidade de dados (Gartner, 2018).

Por fim, todas estas etapas que conduzem ao sucesso do projeto enquadram-se na metodologia CRISP-DM (*CRoss-Industry Standard Process for Data Mining*), proposta por Chapman *et al.* (2000), que contempla seis etapas. Esta é a metodologia adotada, visto ser a mais adequada atendendo ao seu foco no negócio.

1.4. Estrutura e organização da dissertação

A presente dissertação está organizada em cinco capítulos que refletem as diferentes fases da investigação.

Este primeiro capítulo introduz o tema e a questão da investigação, apresenta os objetivos e os principais contributos e, ainda, descreve a metodologia adotada.

O segundo capítulo reflete o enquadramento teórico, nomeadamente, apresentando os conceitos associados à gestão de desempenho, indicadores de desempenho, incluindo métrica e KPI, e, por fim, de *dashboards*.

O terceiro capítulo é dedicado à metodologia utilizada no processo de recolha e tratamento de dados bem como à definição das métricas e indicadores e a escolha dos elementos gráficos.

O quarto capítulo apresenta a análise dos resultados obtidos, isto é, dos *dashboards*, e sua avaliação.

Por fim, no quinto capítulo apresentam-se as conclusões deste estudo, destacando-se os contributos do mesmo. No seu final apresentam-se as limitações da investigação e algumas pistas para trabalhos futuros.

Capítulo 2 – Revisão da Literatura

Atualmente, os gestores de uma organização sentem a necessidade de ter a informação à distância de um clique. Por esse motivo, é importante que a organização invista em Sistemas e Tecnologias da Informação que consigam recolher, analisar, transformar e disponibilizar os dados, de qualquer área de negócio, para ajudar esses utilizadores a tomarem as suas decisões.

Com a constante evolução dos mercados e da tecnologia, as organizações têm cada vez mais um grande volume de dados armazenado e que são atualizados com frequência. Consequentemente, existe uma crescente dificuldade em conseguir aceder aos dados que precisam, em visualizar apenas a informação que é importante e em ter *dashboards* que mostrem os indicadores de desempenho mais relevantes.

A visualização de dados é um dos principais tópicos de *Business Intelligence* (BI) e é utilizada para ajudar os utilizadores a tomar decisões, a identificar padrões de comportamento que sugerem, por exemplo, fraude, e a identificar ineficiências nos processos. Cada vez mais, os utilizadores devem tomar as suas decisões com base em factos e em ferramentas de visualização de dados porque a partir deste tipo de ferramentas conseguem, mais facilmente, identificar indicadores que estão fora do intervalo esperado (Watson, 2017). Atualmente, as organizações têm vários conjuntos de dados e por esse motivo faz sentido encontrarem relações e padrões nesses conjuntos.

Nos últimos anos as organizações têm optado pela utilização de *dashboards* porque melhoram a tomada de decisão e a forma como a informação é vista por parte dos utilizadores (Yigitbasioglu & Velcu, 2012). Um *dashboard* é uma ferramenta flexível que permite aos utilizadores escolherem a melhor forma de representar a informação e que visa ajudar a organização a atingir o sucesso organizacional e a ultrapassar problemas na representação da informação. A visualização de dados, através de um *dashboard*, tem facilitado o trabalho dos gestores e colaboradores e a resolver muitos dos seus problemas. Ainda assim, o valor de um *dashboard* está relacionado com a forma como é construído e utilizado nas organizações.

Um *dashboard* pode ser considerado como um sistema de suporte à decisão que fornece informação num determinado formato para o decisor. Consequentemente, precisa de ser avaliado de acordo com as características desenhadas de forma a que os utilizadores consigam interagir e tomar decisões (Yigitbasioglu & Velcu, 2012).

Assim, este segundo capítulo, apresenta os principais conceitos e características relacionados com a temática dos *dashboards*, nomeadamente, a forma como se monitoriza o desempenho com foco na utilização de uma ferramenta de visualização de dados conhecida por “*dashboard*”. Adicionalmente, explora as potencialidades de diferentes ferramentas para a construção de *dashboards*, e caracteriza indicadores de desempenho e os tipos de gráficos adequados à natureza de cada indicador.

2.1. A gestão do desempenho

A gestão de desempenho é uma disciplina de gestão que alinha o desempenho com a estratégia para ajudar as organizações a atingir os seus objetivos e contempla duas etapas (Eckerson, 2009b). Na etapa estratégica, as organizações definem objetivos estratégicos que incorporam as metas da organização de curto e longo prazo, elaboram planos, orçamentos e iniciativas para alocarem os recursos e atingirem os objetivos. Na etapa de execução, os gestores e executivos utilizam sistemas de gestão de desempenho e reuniões regulares para monitorizarem o progresso dos seus objetivos e realizarem correções ao longo do tempo. Eckerson (2009b) afirma que, a gestão do desempenho garante que a organização está a progredir de forma eficiente e que utiliza o caminho certo para chegar ao seu destino, isto é, ajuda as organizações a tornarem-se mais eficientes e eficazes. Adicionalmente, foca-se na estratégia e nos processos da organização e utiliza tecnologia para garantir que os esforços feitos por indivíduos ou grupo de indivíduos estão alinhados com os objetivos estratégicos da organização.

A gestão de desempenho aproveita as tecnologias da informação para monitorizar, através de um conjunto de indicadores, a execução da estratégia organizacional, ajudando as organizações a atingir os seus objetivos. O ciclo de gestão de desempenho inclui quatro fases, duas em cada etapa, e que envolvem a criação da estratégia e de planos, a monitorização da execução desses planos e o ajustamento das atividades e dos objetivos para atingir as metas estratégicas definidas. A Figura 2 apresenta as quatro fases do ciclo da gestão de desempenho que rodam em torno dos dados e dos indicadores, que fornecem uma estrutura de medição para avaliar a eficácia dos processos de gestão e estratégicos (Eckerson, 2009a).

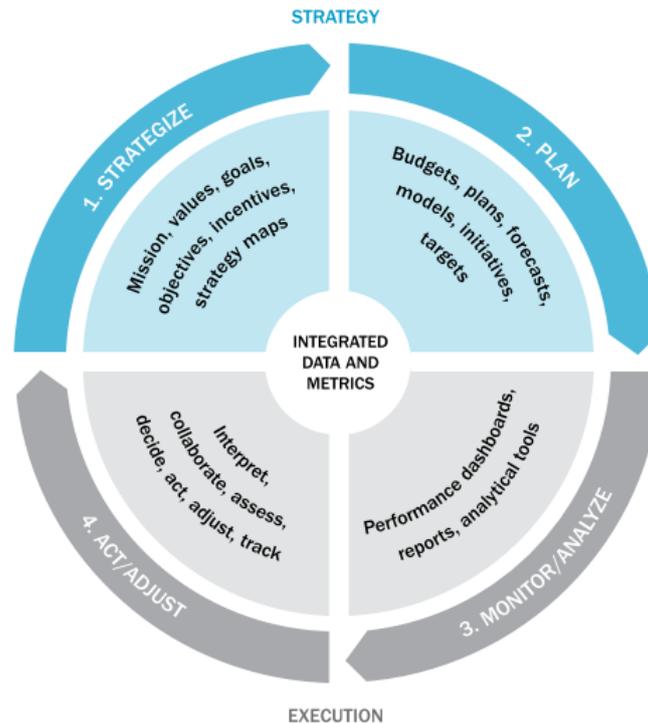


Figura 2: O ciclo da gestão do desempenho

Fonte: Eckerson (2009a: 4)

2.1.1. A medição do desempenho

A medição do desempenho é o meio que permite a uma organização avaliar se o seu caminho está a progredir em direção aos objetivos organizacionais, definidos com base nas suas forças e fraquezas. Por outro lado, permite decidir sobre que iniciativas futuras serão necessárias para melhorar o desempenho organizacional (Yigitbasioglu & Velcu, 2012).

Yang, Yeung, Chan, Chiang, e Chan (2010), na sua análise crítica da avaliação de desempenho, referem que Neely *et al.*, em 2002, definem a medição de desempenho como sendo um processo que quantifica a eficiência e a eficácia de ações passadas e, também, que Bititci *et al.* (1997) realçaram a distinção entre a gestão e a medição do desempenho. Estes últimos definiram a medição de desempenho, como um processo que determina se as organizações ou os indivíduos estão a atingir os seus objetivos com sucesso, e a gestão de desempenho, como um sistema de implementação da estratégia, onde é possível obter comentários dos vários níveis da organização para se gerir a eficácia do sistema.

Quando surgiu o conceito, medir o desempenho significava monitorizar informações numéricas, tal como lucros e rácios. No entanto, em 1992, Kaplan e Norton introduziram

um novo conceito e a medição do desempenho começou a ser definida, não só por medidas financeiras, como também por medidas não financeiras. Este novo conceito ficou conhecido como *Balanced Scorecard* (BSC), que ajudou as organizações a investirem na medição do desempenho incluindo medidas não financeiras relacionadas com a aprendizagem e crescimento e com processos e clientes (Yigitbasioglu & Velcu, 2012).

Segundo Pasha e Poister (2017), as organizações devem investir num processo de medição de desempenho bem definido para reduzirem o seu nível de incerteza. Apenas assim será possível à organização obter mais e melhores informações que a ajudem a tomar melhores decisões e a contornar eventuais problemas que possam surgir. Este processo aumenta o foco e a atenção dos gestores nos resultados, aumentando o nível de exigência e de produtividade dos colaboradores. Os autores referem, ainda, que Grant (2003) realizou um estudo onde concluiu que as condições instáveis faziam com que uma organização utilizasse com maior frequência o processo de medição de desempenho para conseguir um maior controlo sobre o meio envolvente. Por esse motivo, este processo provou ser um forte aliado das organizações no controlo nos seus objetivos, a serem mais reativas e a evitar más decisões que podem, eventualmente, prejudicar o negócio (Pasha & Poister, 2017).

Behn (2003) identificou oito objetivos da medição de desempenho a ter em conta nos momentos críticos:

- Ter consciência do atual nível de desempenho da organização;
- Assegurar que os diferentes departamentos da organização estão focados nos objetivos e prioridades da organização;
- Alocar recursos de forma eficiente e eficaz;
- Estimular os gestores e os colaboradores a trabalharem mais e de forma inteligente face à carga de trabalho;
- Defender a missão da organização de forma eficaz;
- Aprender a identificar o que funciona e não funciona nos momentos mais críticos;
- Melhorar ou manter os níveis de desempenho nas situações mais difíceis.

Muitas organizações medem o seu desempenho através de relatórios e de métricas. O grande desafio da gestão de desempenho é a definição de um conjunto de indicadores relacionados com os objetivos das principais áreas do negócio e da organização no seu global e conseguir que os colaboradores se concentrem nesses indicadores e

compreendam o impacto na mudança organizacional (Eckerson, 2009b). Ainda assim, é desafiante conseguir definir os indicadores prioritários para medir os objetivos estratégicos. Se os indicadores definidos não forem os apropriados, a organização terá um fraco desempenho e os principais objetivos podem ser ignorados, conduzindo a organização ao insucesso.

2.1.2. Sistemas de gestão do desempenho

Os sistemas de gestão de desempenho têm como objetivo definir metas, desenvolver planos, definir e monitorizar indicadores, analisar informações e utilizar os resultados obtidos para tomar decisões (Pasha & Poister, 2017). Estes sistemas são compostos por três componentes:

- A formulação da estratégia responsável pela definição das estratégias que visam garantir que a organização consegue alcançar os seus objetivos organizacionais;
- A medição do desempenho que, juntamente com a estratégia definida, identifica os indicadores que medem o progresso de cada objetivo estratégico definido, para posteriormente transmitir os resultados obtidos;
- A utilização da informação obtida para tomar decisões e atingir os objetivos definidos.



Figura 3: Componentes de um sistema de gestão do desempenho

Fonte: autoria própria

A formulação da estratégia e a medição do desempenho estão ligados, isto é, a medição depende do processo de formulação da estratégia. Se não existir uma estratégia definida, não existe desempenho a medir. No entanto, o próprio processo de formulação da

estratégia precisa de receber informação da medição do desempenho para que a estratégia definida possa ser melhorada (Pasha & Poister, 2017).

Um sistema de gestão de desempenho é composto por indicadores que permitem aos gestores e colaboradores medir, monitorizar e gerir a eficácia das estratégias organizacionais definidas e o quão perto a organização está de alcançar os seus objetivos. Este tipo de sistema pode ser um *dashboard* ou *scorecard* que permite identificar problemas e oportunidades, novas abordagens, agir e ajustar planos e objetivos conforme as necessidades (Eckerson, 2009a). Cada uma destas ferramentas proporciona um conjunto de funcionalidades entregues em conformidade com os requisitos dos seus utilizadores.

Aquilo que as organizações precisam é de um *dashboard* de desempenho, que traduza a estratégia da organização em objetivos, indicadores, iniciativas e tarefas para cada indivíduo ou grupo da organização (Eckerson, 2006b). Um *dashboard* é um sistema de gestão de desempenho que comunica os objetivos estratégicos e surge da junção de *Business Intelligence* com uma infraestrutura de dados integrados, com o objetivo de analisar, medir e controlar as atividades de negócio da organização (Petkovic, Petkovic, & Petkovics, 2009). Segundo Eckerson (2006c), esta ferramenta de comunicação permite aos utilizadores do negócio:

- Monitorizar os processos e as atividades críticas do negócio através da utilização de indicadores que ativam alertas quando existe um potencial problema. Ao nível operacional permite aos utilizadores monitorizar o desempenho dos indicadores alinhados com a estratégia em tempo real ou quase real (Petkovic *et al.*, 2009). A informação é representada em detalhe através de elementos gráficos de forma eficaz;
- Analisar a causa de um problema, explorando a informação relevante de diferentes perspetivas e a vários níveis de detalhe. Os utilizadores conseguem explorar um grande volume de dados históricos em várias dimensões e identificar a origem de problemas;
- Gerir pessoas, ao nível da coordenação e cooperação, e processos para melhorar decisões, otimizar o desempenho e conduzir a organização para o caminho certo.

À semelhança do *dashboard*, o *scorecard* também é um sistema de gestão do desempenho, mas com algumas diferenças, conforme se pode observar na Tabela 1.

Tabela 1: *Dashboard vs scorecard*

	<i>Dashboard</i>	<i>Scorecard</i>
Propósito	Medir o desempenho	Acompanhar o progresso
Utilizadores	Supervisores, especialistas	Executivos e gestores
Foco	Agir	Rever
Atualizações	Tempo-real ou quase real	Periódicas
Dados	Detalhados	Sumarizados
Ecrã	Gráficos e tabelas	Gráficos e comentários em texto

Fonte: adaptado de Eckerson (2006b: 12)

Os *dashboards* permitem que os especialistas e os seus supervisores monitorizem os eventos gerados pelos principais processos da organização. Ainda assim, nem todos os *dashboards* têm a capacidade de gerar eventos em tempo real, sendo que estes têm uma configuração que apresenta novos eventos a cada segundo, minuto, hora, dia, semana ou mês, dependendo das necessidades do negócio. Normalmente, os elementos apresentados num *dashboard* são atualizados de minuto a minuto ou de hora a hora (Eckerson, 2006b).

Os *scorecards* são tipicamente utilizados por executivos para medirem o progresso dos objetivos em direção às metas definidas. Este tipo de representação do desempenho, normalmente, é mensal para os executivos que pretendem monitorizar o progresso dos objetivos estratégicos e diário ou semanal para os gestores que pretendem monitorizar a evolução dos seus processos. À semelhança dos *dashboards*, os *scorecards* também podem utilizar gráficos para indicar o estado do desempenho, tendências e desvios absolutos e relativos em relação a metas. No entanto, a maioria dos *scorecards* contém uma grande quantidade de comentários que interpretam os resultados obtidos, descrevem as ações realizadas e preveem os resultados futuros (Eckerson, 2006b). Um *scorecard* apenas tem indicadores de resultado³ que indicam à organização qual o caminho a seguir (Niven, 2005).

³ Um indicador de resultado (em inglês, indicador *lag*) mede o resultado de uma atividade passada.

Independentemente da ferramenta utilizada para visualizar o desempenho, ambos ajudam os utilizadores a visualizar informações de desempenho, utilizando indicadores, num único ecrã para que os resultados sejam monitorizados num piscar de olhos. A única diferença entre ambos é o facto dos *scorecards* ligarem os *dashboards* à estratégia (Watson, 2006).

2.2. Métricas e Indicadores

Existem dois tipos de indicadores: as métricas, que são medidas onde apenas se pretende medir uma atividade do negócio (Eckerson, 2015) e os indicadores de desempenho (PI) que são métricas com elevado nível de agregação que indicam quão bem estamos a executar a estratégia do negócio através da associação a uma meta (Eckerson, 2015) e que indicam o que se tem de fazer para melhorar o desempenho (Parmenter, 2007).

Eckerson (2015), indica ainda que existe um tipo de indicador de desempenho conhecido por KPI, *Key Performance Indicator*, e é definido como uma métrica não financeira, medida com frequência e que afeta os fatores críticos de sucesso da organização. É um indicador que indica o que deve ser feito para aumentar o desempenho das atividades e dos processos organizacionais e são monitorizados 24/7, diariamente ou semanalmente (Parmenter, 2007). O que distingue uma métrica de um KPI é do facto dos KPI terem uma meta associada e terem como foco o futuro.

Existem ainda os indicadores de ação e os indicadores de resultado. Os indicadores de ação⁴ medem os processos e as atividades intermédias que têm consequência no desempenho futuro (Eckerson, 2015). A título de exemplo: número de reuniões; número de propostas escritas; e número de reuniões na próxima semana (Niven, 2005). Os indicadores de resultado⁵ medem o resultado de atividades passadas. Muitas vezes são de natureza financeira, mas nem sempre o são (Eckerson, 2009b; Petkovic, Petkovic, & Petkovic, 2009; Eckerson, 2006a). A título de exemplo: quota de mercado; volume de vendas; e satisfação dos colaboradores (Niven, 2005).

⁴ Em inglês, *lead* ou *driver indicators*.

⁵ Em inglês, *lag* ou *outcome indicators*.

Parmenter (2007) menciona que existem KRI, *Key Result Indicator*, que substituem o conceito de indicadores de resultado e que são indicadores que representam o resultado do que foi feito, mas não indicam o que precisa de ser feito para melhorar o resultado obtido e que são monitorizados mensalmente ou trimestralmente.

Eckerson (2015) acrescenta ainda que, existem indicadores de atividade que medem também uma atividade de negócio relacionada com um indicador de desempenho, mas não tem uma meta associada. Ao contrário dos indicadores de desempenho, existem os indicadores de risco que medem o grau de risco de uma atividade ou o seu impacto noutras operações (Eckerson, 2015). Este tipo de indicador lança sinais de alerta para que o utilizador identifique facilmente os processos ou operações que estejam a prejudicar uma atividade ou até mesmo o negócio.

Também existe outro tipo de métricas que, embora não sejam indicadores de ação ou de resultado, são igualmente importantes de definir: as métricas de diagnóstico. Eckerson (2006a) refere que Niven (2005) define este tipo de métricas como KPI que sinalizam o estado de processos operacionais e de iniciativas e que são os indicados para um *dashboard* departamental.

Noutra perspetiva, Eckerson (2009b) classifica os KPI de acordo com os dados de origem: quantitativos ou qualitativos. Os dados quantitativos são recolhidos de sistemas que gerem inventários, compras, pedidos, entre outros de natureza numérica. Normalmente, os KPI com origem em dados quantitativos são os mais utilizados, mas os KPI com origem em dados qualitativos são, também, muito importantes. Um dos KPI mais utilizados é a satisfação do cliente onde se recolhe e avalia através de questionários. Embora os dados obtidos através dos questionários sejam quantitativos, as medidas são baseadas na interpretação subjetiva da opinião de um cliente em vários assuntos. Essas opiniões podem ajudar a explicar porque é que o desempenho decresce quando todos os outros indicadores parecem estar bons. Muitas organizações utilizam este tipo de KPI para melhorar produtos e otimizar processos.

Nos sistemas de gestão de desempenho pretende-se medir o desempenho da estratégia organizacional. Para isso, utiliza-se o termo KPI, que incorpora um objetivo estratégico, mede o respetivo desempenho e tem uma meta associada. São definidos no momento da definição da estratégia organizacional, utilizando uma abordagem *top-down* ou *bottom-up* e devem ser validados pelo departamento de tecnologias da informação da organização

com o objetivo de verificar se existem dados para suportar o cálculo dos KPI definidos e garantir a sua qualidade (Eckerson, 2009b; Eckerson, 2006a).

Os KPI medem o quão bem a organização ou o indivíduo realiza uma atividade operacional, tática ou estratégica, crítica para o sucesso organizacional. As organizações definem e estabelecem objetivos, medem o seu progresso, realizam recompensas e mostram os resultados obtidos, para que todos os indivíduos da organização possam verificar que juntos conseguem levar a organização para o caminho do sucesso (Eckerson, 2009a).

Os gestores de topo utilizam os indicadores de desempenho para definir e comunicar os objetivos estratégicos adaptados a cada indivíduo e departamento da organização, enquanto que, os gestores utilizam os KPI definidos para identificarem os indivíduos e equipas que têm pior desempenho para que os direcionem para o caminho certo. Os colaboradores utilizam os KPI para se concentrarem no que é importante para a organização e conseguir atingir as metas estabelecidas para o seu desempenho pessoal (Eckerson, 2009a). Ainda assim, é importante referir que, a má utilização de KPI pode ter consequências nos processos organizacionais, na motivação dos colaboradores e na produtividade e nos níveis de serviço.

2.2.1. Características dos indicadores de desempenho

Um indicador de desempenho tem a função de ajudar a organização a gerir mudanças positivas e a obter os resultados desejados. Eckerson (2009b) participou num estudo onde concluiu que 31% dos entrevistados afirmaram que a definição e utilização de indicadores melhorou o comportamento e o desempenho da organização e, apenas, 8% afirmou que o impacto foi baixo ou muito baixo.

Todos os indicadores de desempenho para serem eficazes têm de ter um conjunto de características específicas. Para Eckerson (2006a), a característica mais importante de um indicador de desempenho é ser prático, ou seja, se a tendência de um indicador de desempenho estiver a decrescer, o utilizador tem de saber que ações precisa de executar para melhorar o desempenho. Se o utilizador não identificar a necessidade de agir, significa que a medição do indicador de desempenho é desnecessária.

Segundo Kerzner (2017), os indicadores de desempenho devem ser SMART:

- Específico: o indicador é claro e com foco nas metas de desempenho;
- Mensurável: o indicador é quantitativo e mensurável para que se consiga quantificar o caminho percorrido e o que falta percorrer;
- Atingível: as metas de cada indicador devem ser alcançáveis e não irrealistas;
- Relevante: os indicadores e as metas definidas devem não só ser importantes para o objetivo associado como também para todos os outros da organização;
- Temporizável: o indicador pode ser medido num determinado período de tempo.

No entanto, Eckerson (2015) criou um conjunto de características orientadas aos indicadores de desempenho:

- Estratégico: um bom indicador de desempenho tem associado um objetivo estratégico para que ajude a organização a monitorizar o seu desempenho e a verificar se está a atingir os seus objetivos;
- Simples: um indicador de desempenho deve ser facilmente compreendido e os utilizadores têm de saber o que está a ser medido, como está a ser calculado e o que devem e não devem fazer para afetar positivamente o valor do indicador de desempenho;
- Ter um responsável: cada indicador de desempenho tem um responsável ou grupo de responsáveis associado e que é responsável pelo resultado obtido;
- Acionável: os indicadores de desempenho devem ser acionáveis, ou seja, devem permitir ao utilizador identificar rapidamente o estado do indicador de desempenho;
- Atualizados: para que o utilizador possa intervir rapidamente para melhorar o desempenho, os indicadores de desempenho devem ser atualizados com frequência;
- Referenciado: a origem dos indicadores de desempenho deve estar disponível ao utilizador, isto é, o nome do responsável, a hora da última atualização do indicador de desempenho, a fórmula de cálculo e o sistema origem devem estar disponíveis para transmitir ao utilizador confiança no indicador de desempenho;

- Preciso: os dados utilizados no cálculo de um indicador de desempenho devem ser limpos e precisos para que os utilizadores sintam confiança nos valores apresentados como se os dados fossem calculados por eles próprios;
- Vinculado: os indicadores de desempenho são definidos para impulsionar os resultados desejados e por isso devem ser continuamente atualizados para garantir que geram os resultados desejados;
- Testado: os indicadores de desempenho devem ser testados para garantir que os resultados obtidos não são influenciados;
- Alinhado: os indicadores de desempenho devem estar alinhados entre si com os objetivos da organização;
- Uniformizado: os indicadores de desempenho devem ser definidos utilizando um conjunto de termos padronizados para que possam ser integrados em diferentes *dashboards* de diferentes departamentos da organização;
- Relevante: um indicador de desempenho só deve ser medido, se continuar a ajudar a organização a atingir os objetivos estratégicos, caso contrário deve ser revisto, retirado ou até substituído por outro.

2.2.2. Ficha de indicador

A Ficha de Indicador regista todas as características de cada indicador e ajuda os utilizadores à sua compreensão e análise. Para Niven (2005), a ficha de indicador é composta por quatro secções. A primeira secção apresenta os dados básicos e essenciais de um indicador, a segunda secção apresenta características específicas de um indicador, sendo que a fórmula de cálculo é apresentada na terceira secção. Na quarta e última secção são apresentadas informações que ajudam a medir o desempenho de um indicador.

O modelo proposto por Niven (2005) contempla a seguinte informação:

- Perspetiva: Perspetiva do BSC a que o indicador pertence;
- N°/Nome: Número e nome do indicador;
- Responsável: Responsável pelo resultado obtido no indicador;
- Tema estratégico: Tema estratégico do BSC associado ao indicador;

- Objetivo: Objetivo estratégico do BSC associado ao indicador;
- Descrição: Descrição do indicador, isto é, o que irá medir;
- Indicador de ação/resultado: Indica se o indicador é um indicador de ação ou de resultado;
- Frequência: Indica a frequência com que o indicador será medido;
- Unidade: Unidade de medida do indicador (percentagem, número, euros, ...);
- Polaridade: Indica se valores altos são bons ou maus valores;
- Fórmula: Fórmula de cálculo do indicador;
- Fonte de dados: Origem dos dados utilizados para o cálculo do indicador;
- Qualidade dos dados: Indica a qualidade dos dados relativamente à sua origem;
- *Data Collector*: Responsável pela recolha dos dados;
- *Baseline*: Valor mínimo ou mais recente que serve de base para comparação.
- Meta: Valor que se pretende atingir ou valor máximo expetável;
- *Target Rationale*: informação adicional sobre a forma como se atingem as metas.
- Iniciativas: Ações que têm impacto positivo no desempenho do indicador.

2.3. *Dashboards*

Na década de 1980 surgiu o conceito de *Executive Information System* (EIS) que tinha como objetivo mostrar um conjunto de medidas financeiras através de uma *interface* simples que fosse compreendida facilmente por estores. No entanto, em 1990, com o aparecimento do conceito de KPI e BSC, o EIS passou a ser conhecido por *dashboard* (Few, 2006).

Stephen Few, especialista em visualização de dados, define *dashboard* como um ecrã composto pela informação mais importante e necessária para atingir um ou mais objetivos; esta informação está consolidada e organizada num único ecrã para que possa ser monitorizada em apenas um olhar (Few, 2006).

No entanto, foram encontradas outras definições. Yigitbasioglu e Velcu (2012) definem *dashboard* como uma ferramenta de gestão de desempenho que apresenta num único ecrã a informação mais importante, para que os objetivos individuais ou da organização sejam atingidos, permitindo ao utilizador identificar, explorar e comunicar áreas com problemas que precisam de ações corretivas. Também Firican (2017) disponibilizou a sua própria definição, afirmando que os *dashboards* são uma ferramenta de visualização de dados preciosa, não só porque permitem reunir e resumir as informações mais importantes, mas também porque oferecem uma visão única dos dados e são tão fáceis de utilizar que ajudam a tirar conclusões rapidamente. Apesar destes últimos autores terem apresentado uma definição própria, mencionam também a definição de Stephen Few como sendo a definição mais genérica.

Embora existam várias definições de vários autores, todas elas têm em comum a apresentação da informação mais importante, para que os gestores possam tirar partido desta informação no desempenho da organização.

2.3.1. Tipos de *dashboard*

Antes da construção de um *dashboard* é importante considerar que tipo de indicador se pretende medir e a quem esta ferramenta dará suporte. Assim, importa diferenciar os tipos de *dashboards*. A Tabela 2 apresenta as principais diferenças entre *dashboards* estratégicos, táticos e operacionais.

Tabela 2: Tipos de *dashboards*

	Estratégico	Tático	Operacional
Propósito	Executar a estratégia	Medir o progresso	Monitorizar operações
Utilizadores	Gestores de topo	Gestores	Colaboradores
Âmbito	Empresarial	Departamental	Operacional
Métricas	Indicadores de resultado	Indicadores de ação e de resultado	Indicadores de ação
Informação	Sumarizada	Sumarizada/detalhada	Detalhada
Atualização	Mensal/trimestral	Diária/semanal	Diária
Ênfase	Gerir	Analisar	Monitorizar
Design	<i>Scorecard</i>	Portal de BI	<i>Dashboard</i>

Fonte: adaptado de Eckerson (2009a: 13)

Um *dashboard* estratégico é desenhado para permitir que os gestores de topo executem a estratégia definida, monitorizem a execução dos objetivos e os ajudem a melhorar os comportamentos da organização. Este tipo de *dashboard* tem como objetivo ajudar os gestores de topo a reverem mensalmente a estratégia, a encontrarem novas formas de resolver os atuais e potenciais problemas e a explorar novas oportunidades (Few, 2006). Neste sentido, os indicadores de desempenho utilizados são indicadores de resultado que medem o desempenho do último mês ou ano (Eckerson, 2009a) e estão associados aos objetivos estratégicos da organização (Bremser & Wagner, 2013). Firican (2017) e Eckerson (2006b) acrescentam ainda que este tipo de *dashboard* pode ter uma vista mensal, isto é, o ecrã mostra a informação por semana, ou anual, isto é, o ecrã mostra a informação por mês. A informação é apresentada de forma simples e os gráficos são bons para representar tendências (Bremser & Wagner, 2013).

Um *dashboard* tático tem o objetivo de ajudar os gestores/analistas a otimizarem o desempenho das pessoas e dos processos sob a sua supervisão. Este tipo de *dashboard* apresenta os dados resumidos e detalhados, por semana ou por dia, para que se possam identificar problemas, encontrar soluções e, assim, garantir o cumprimento dos objetivos de longo e a curto prazo (Eckerson, 2009a). Permite, ainda, que os gestores/analistas façam *drill down* da informação e explorem os dados apresentados de forma a identificar a causa do valor medido num indicador de desempenho (Few, 2006). Os indicadores de

desempenho apresentados são de resultado e de ação e são calculados automaticamente ou manualmente. Os indicadores de resultado surgem de um *dashboard* estratégico enquanto que os indicadores de ação surgem de um *dashboard* operacional (Eckerson, 2009a).

Por fim, um *dashboard* operacional permite aos colaboradores monitorizarem e controlarem os principais processos da organização. Apresenta informação de detalhe e os indicadores de desempenho apresentados são de ação. Este tipo de *dashboard* apresenta os dados em tempo real ou quase real e também alertas sempre que um determinado indicador ultrapassa um limite definido (Eckerson, 2009b; Bremser & Wagner, 2013). Um *dashboard* operacional apresenta uma vista diária, ou seja, o ecrã mostra a informação por hora (Firican, 2017; Eckerson, 2006b).

2.3.2. Características de um *dashboard*

Um *dashboard* deve ter a capacidade de informar os utilizadores de eventuais problemas e oportunidades que possam surgir. Para isso, é importante que a informação esteja representada de forma intuitiva para que os utilizadores consigam captar num segundo essa informação. No fundo, um *dashboard* para medir o desempenho assemelha-se ao *cockpit* de um avião, que apresenta medidas como a velocidade, o nível de combustível e de óleo, problemas no motor e outras medidas, em que o piloto consegue de imediato captar a informação e reagir.

Características quanto ao *layout*

É fortemente sugerido que um *dashboard* seja apresentado num único ecrã e sem *scroll bars* (Few, 2006).

Um *dashboard* deve ser estático para que os utilizadores não percam o foco nos indicadores mais importantes, e a informação mais importante deve aparecer no canto superior esquerdo ou no centro, colocando a restante informação de forma a desenhar um “Z”, conforme o exemplo da Figura 4 (Firican, 2017; Tokola, Gröger, Järvenpää, & Niemi, 2016).

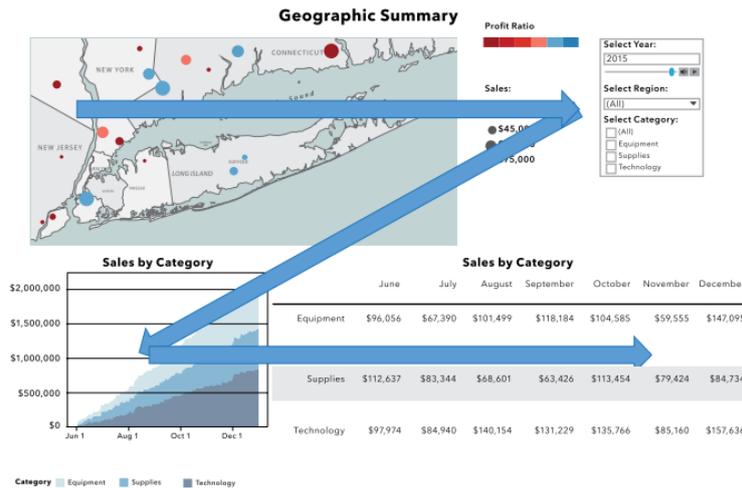


Figura 4: Localização da informação importante

Fonte: Firican (2017: 37)

Características funcionais

Quanto às características funcionais, o *dashboard* deve permitir ao utilizador fazer *drill down* da informação através do clique do rato (Few, 2006). Este clique permite obter mais detalhes do objeto selecionado, como por exemplo: clicar na barra de um gráfico de barras e abrir uma nova janela com informação adicional relativamente à barra escolhida ou mostrar os dados por dia da semana selecionada. A utilização de filtros é outra característica fundamental, que permite ao utilizador consultar a informação de forma condicionada (Firican, 2017; Few, 2006). O *dashboard* deve estar sempre disponível em qualquer tipo de equipamento com ou sem ligação à internet. No entanto, é fundamental ter em conta a segurança do *dashboard*, caso este apresente informações confidenciais, recorrendo ao acesso a partir da autenticação do utilizador (Firican, 2017).

A escolha da paleta de cores

Os *dashboards* ajudam os utilizadores a identificar visualmente tendências, padrões e anomalias para tomar melhores decisões e utilizam uma variedade de cores para identificar e diferenciar objetos. No entanto, o uso excessivo ou indevido pode distrair os utilizadores e afetar negativamente a tomada de decisão. A incorreta utilização das cores pode atrair a atenção dos utilizadores para um determinado indicador que não seja tão relevante. Por esse motivo, devem ser atribuídas cores com alto contraste, isto é, atribuir

o vermelho a um objeto que seja fulcral na tomada de decisão e um tom mais claro noutra objeto que esteja dentro dos limites definidos e, por isso, não precise de ser tão controlado como o anterior (Bera, 2016). Firican (2017) aconselha, ainda, que se utilize a paleta *Brewer* composta por várias combinações de cores e que são compatíveis com as impressões a preto e branco (as cores escuras permanecem escuras e as cores claras permanecem claras). Few (2006) refere que a cor é uma característica importante porque distingue com clareza as séries de dados e o peso que cada série tem. Além disso, é fácil alterar a cor associada a uma série no *software* de construção do *dashboard*. Outra característica e recomendada por Few (2006) é a utilização de marcas com uma cor diferente para que uma série de dados sobressaia ainda mais.

Características dos conteúdos

Yigitbasioglu e Velcu (2012) defendem que a informação apresentada em tabelas é mais precisa do que nos gráficos. No entanto, existem determinadas informações que são monitorizadas mais rapidamente se estiverem representadas em gráficos porque estes reduzem a informação excessiva quando comparados com tabelas. Os utilizadores compreendem melhor a informação representada através de gráficos e esquemas do que em tabelas cheias de números. Por isso, é recomendado que se utilizem mais gráficos do que tabelas, exceto se a série de dados não ficar claramente representada num gráfico. Tudo depende do tipo de dados e da necessidade do utilizador (Firican, 2017).

Firican (2017) refere outras características relevantes, nomeadamente a utilização de títulos, legendas e *tooltips*⁶. Qualquer *dashboard* deve ter um título e uma pequena descrição do que está a representar porque podem existir outros *dashboards* com *layouts* semelhantes. A utilização de *tooltips* é uma mais valia porque acrescenta pequenas informações adicionais de um determinado elemento (a *tooltip* aparece quando o utilizador passar com o rato por cima do elemento).

⁶ Em português, *tooltip* significa “dica” mas o termo mais utilizado é “*tooltip*”. Por esse motivo, utilizar-se-à o termo em inglês.

Few (2006) realça a importância do fundo utilizado nos *dashboards* e em cada gráfico. A utilização de linhas verticais e/ou horizontais nos gráficos nem sempre ajudam ao utilizador a captar rapidamente a informação.

Outra característica recomendada é a utilização de sinais de alerta que permitem ao utilizador identificar de imediato os indicadores críticos que precisam de ser controlados, este tipo de sinalização é feito através de cores (Few, 2006).

Fonte dos dados

A quantidade de vezes que um *dashboard* é atualizado depende da organização e da sua aplicação, mas independentemente disso, os dados devem estar sempre atualizados. Antes de se construir um *dashboard* deve-se determinar de quanto em quanto tempo os dados vão ser atualizados e o tipo de vista (diário, semanal, mensal, ...). Quando o tipo de vista não for óbvio, Few (2006) recomenda que se coloque a vista configurada no título do *dashboard*. Alternativamente, pode-se colocar um filtro que permite ao utilizador escolher o tipo de vista pretendida. É também considerada uma boa prática a colocação da data da última atualização e a fonte dos dados no cabeçalho ou no rodapé do *dashboard* (Firican, 2017).

O facto de um *dashboard* ter um conjunto de métricas definidas, ser *user-friendly*, apresentar os dados em gráficos adequados e ser atualizado automaticamente não significa que seja um bom *dashboard* porque a informação pode não ser de confiança por dois motivos: os dados não estão limpos e a forma como a informação é chamada através de *labels* pode ser ambígua ou incorreta e, conseqüentemente, provocar falsas conclusões. Os dados desatualizados ou que não estão limpos podem conduzir o decisor a tomar más decisões e isso diminuirá a confiança do utilizador nos dados e na equipa de desenvolvimento do *dashboard* (Firican, 2017).

Nenhuma característica tem de ser obrigatoriamente implementada, no entanto, a falta de uma ou mais características podem resultar num *dashboard* inadequado ao utilizador. Um *dashboard* que não permita ao utilizador fazer *drill down* pode obrigá-lo a ter fortes conhecimentos em tecnologias da informação e forte capacidade analítica para trabalhar com informação que está agregada (Eckerson, 2009a).

2.3.3. Tipos de gráficos mais adequados

O gráfico de barras é uma das formas de representação mais simples e mais fácil de interpretar. É o gráfico mais utilizado para representar uma ou mais séries de dados por categorias (Firican, 2017; Few, 2006), conforme o exemplo da Figura 5.

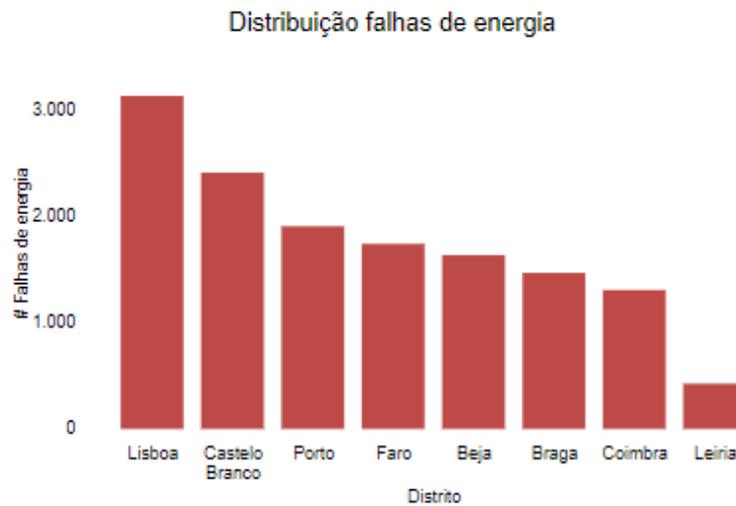


Figura 5: Exemplo de gráfico de barras

Fonte: adaptado de Few (2006: 112)

No entanto, existem utilizadores que preferem optar por um gráfico circular (Figura 6), mesmo que este possa não ser o adequado para representar uma determinada série de valores, já que por vezes pode representar fatias com o mesmo tamanho (Firican, 2017).

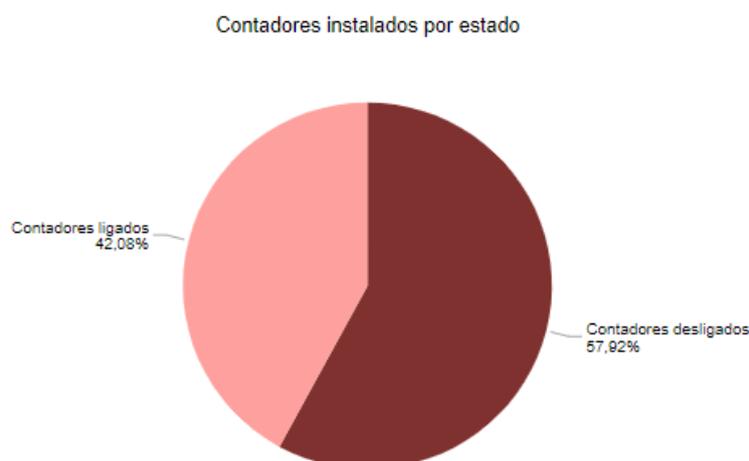


Figura 6: Exemplo de gráfico circular

Fonte: adaptado de Firican (2017: 36)

Além destes dois gráficos, também existe o gráfico de linhas que deve ser utilizado para identificar tendências e oscilações em várias séries de dados, num determinado período de tempo (Figura 7) e o gráfico *sparkline* (Figura 8) para quando se pretende identificar tendências e oscilações numa só série de dados num determinado período de tempo (Firican, 2017; Few, 2006). Few (2006) refere que devem ser utilizadas linhas mais grossas na série de dados mais importante, e que, independentemente do gráfico que se constrói, cada série deve ter uma cor e uma legenda associada.

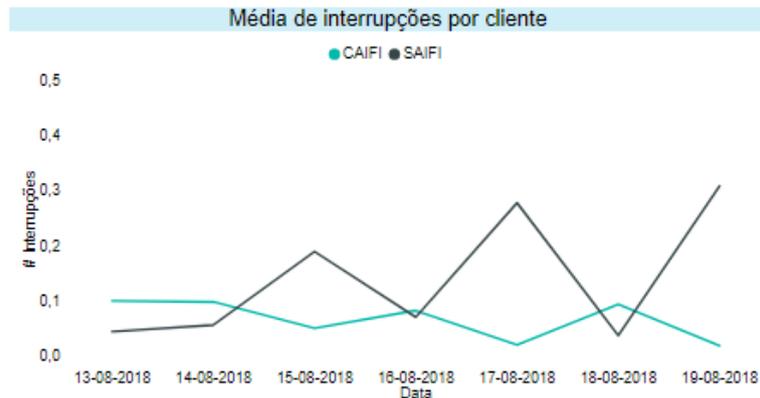


Figura 7: Exemplo de gráfico de linhas

Fonte: adaptado de Few (2006: 120)



Figura 8: Exemplo de gráfico *sparkline*.

Fonte: adaptado de Few (2006: 120).

Existem outros tipos de gráficos mais complexos, a título de exemplo: gráfico de extremos e quartis e gráfico de dispersão. Um gráfico de extremos e quartis (Figura 9) representa a distribuição de um conjunto de valores (mínimo, quartis e máximo; e permite identificar *outliers*). Já o gráfico de dispersão (Figura 10) representa a correlação entre duas variáveis quantitativas, podendo incluir a tendência linear (reta de regressão).

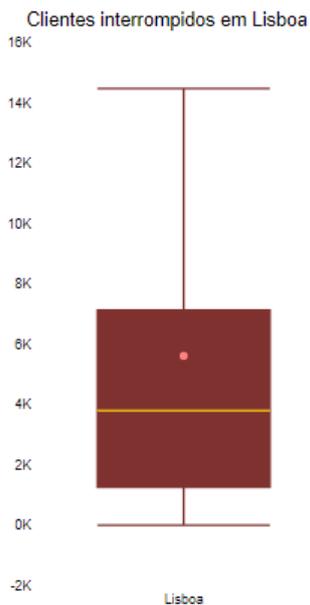


Figura 9: Exemplo de gráfico de extremos e quartis
Fonte: autoria própria de acordo com Few (2006: 125)

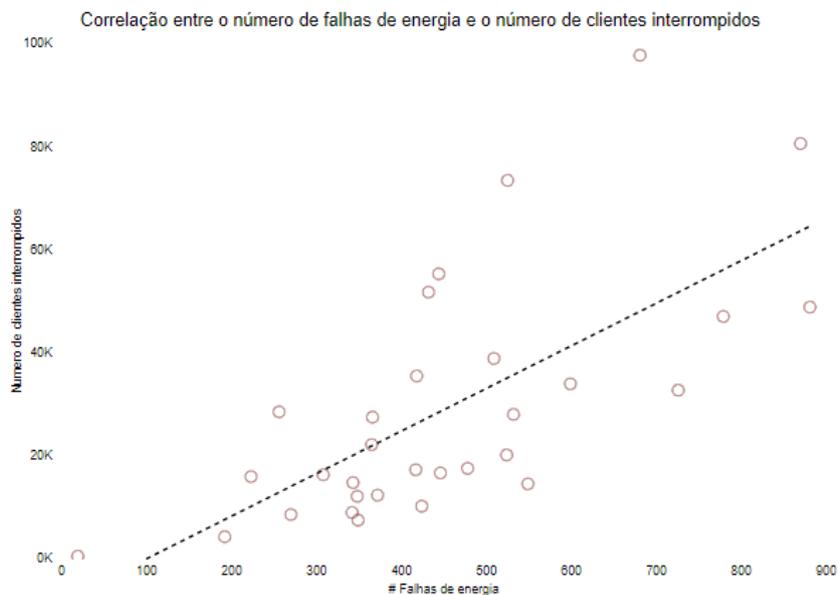


Figura 10: Exemplo de gráfico de dispersão
Fonte: adaptado de Few (2006: 126)

Noutra categoria de gráficos encontra-se o gráfico *spatial map* (Figura 11) que deve ser utilizado quando se pretende associar dados categóricos e quantitativos representados num mapa (Few, 2006). Este tipo de gráfico poderá permitir ao utilizador fazer *drill down*,

ou seja, se for apresentado um mapa com os distritos de Portugal, o utilizador ao clicar num distrito, iria conseguir analisar o conjunto de dados distribuído pelos concelhos do distrito selecionado.

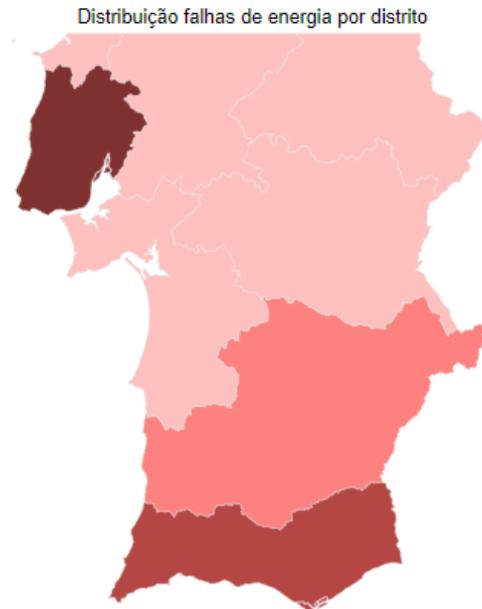


Figura 11: Exemplo de gráfico spatial map

Fonte: adaptado de Few (2006: 136)

Outro tipo de gráfico que também permite associar dados categóricos e quantitativos é o gráfico *treemap* (Figura 12) que é utilizado quando existe um grande conjunto de dados hierárquicos ou categóricos (Few, 2006). Este gráfico apresenta as diferentes categorias em retângulos e o tamanho de cada retângulo representa o valor quantitativo associado a cada categoria.

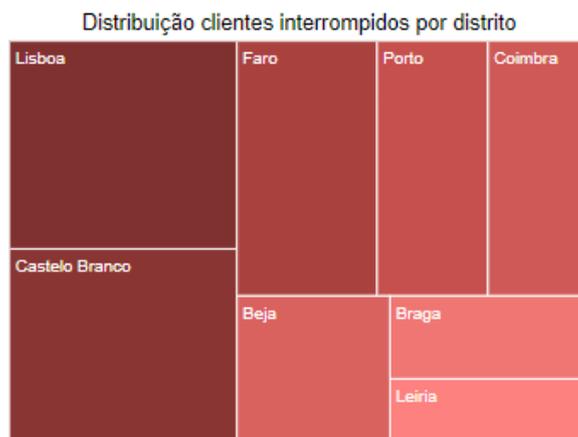


Figura 12: Exemplo de gráfico treemap

Fonte: adaptado de Few (2006: 129)

Few (2006) refere ainda que existem ícones que também transmitem o desempenho dos diferentes indicadores. Os ícones são utilizados para chamar a atenção do utilizador e o autor recomenda que se utilize no máximo dois ícones para que a informação seja transmitida com eficiência. Caso seja necessário comunicar vários níveis de alerta, o autor recomenda que se utilize um ou dois ícones e várias cores (Figura 13).



Figura 13: Exemplo de ícones que simbolizam o desempenho

Fonte: adaptado de Few (2006: 132)

Outro tipo de representação semelhante são os ícones *up* e *down* que permitem ao utilizador perceber se o valor atual do indicador está acima ou abaixo da meta ou de outro período temporal (Figura 14).



Figura 14: Exemplo de ícones que indicam o valor atual relativamente à meta

Fonte: adaptado de Few (2006: 133)

2.3.4. Benefícios

Muitas organizações implementam *dashboards* pelo facto destes oferecerem uma variedade de benefícios a todos os membros da organização, desde os gestores de topo, aos líderes de equipas e a colaboradores (Eckerson, 2006b) nomeadamente:

- Comunicar a estratégia em métricas, objetivos e iniciativas de acordo com o departamento ou membro organizacional;
- Proporcionar a todos os membros da organização uma visão clara dos objetivos estratégicos e o que precisam de fazer para os atingir;
- Aperfeiçoar a estratégia em conformidade com problemas internos que possam surgir ou com o setor de atividade. Os gestores de topo podem utilizar esta ferramenta para realizar um conjunto de pequenas alterações na estratégia para atingirem o seu objetivo;
- Proporcionar aos gestores de topo e aos colaboradores uma boa visibilidade das operações diárias e do desempenho futuro através da recolha de dados e de modelos de previsão, com base em atividades passadas;
- Estimular os membros de diferentes departamentos a trabalharem mais em conjunto e aos líderes de equipas a comunicarem mais com os seus colaboradores e a partilhem os resultados obtidos;
- Aumentar a motivação dos colaboradores uma vez que o seu trabalho pode ser reconhecido e estes podem até vir a receber recompensas monetárias, em função dos resultados obtidos;
- Integrar e consolidar a informação num único ecrã, através da utilização de indicadores. Existe uma versão única da informação utilizada por todos, evitando assim conflitos entre gestores de topo, líderes de equipas e colaboradores sobre a qualidade dos dados;
- Eliminar repositórios de dados com informações de negócio redundantes, através da uniformização e da consolidação da informação;
- Diminuir a dependência dos utilizadores face ao departamento de tecnologias de informação para a construção de relatórios personalizados. Os *dashboards* ajudam

os gestores de topo e os líderes de equipas de negócio a acederem e a analisarem a informação e a agirem em conformidade;

- Permitir que a informação seja apresentada de modo a que os todos consigam identificar um problema e encontrar uma solução, ajudar um cliente ou identificar uma nova oportunidade de negócio. O *dashboard* evita que os utilizadores fiquem horas ou dias à procura da informação ou de um relatório.

2.3.5. Soluções para a construção de *dashboards*

Existe no mercado uma grande variedade de ferramentas que facilitam a construção de *dashboards*, de forma gratuita ou paga. A Figura 15 apresenta o quadrante mágico de plataformas de análise e de BI onde, segundo Gartner (2018), é possível identificar:

- As soluções líderes do mercado que têm maior popularidade e maior reputação;
- As soluções desafiadoras do mercado que conseguem responder às necessidades e por isso são uma ameaça às soluções líderes;
- As soluções visionárias do mercado que oferecem produtos inovadores, mas que ainda apresentam um conjunto de problemas aos utilizados e que, por esse motivo, ainda não têm capacidade para dar resposta às necessidades;
- As soluções de nicho do mercado que são oferecidas a um mercado específico e que ainda não conseguiram chegar a todos os potenciais clientes.

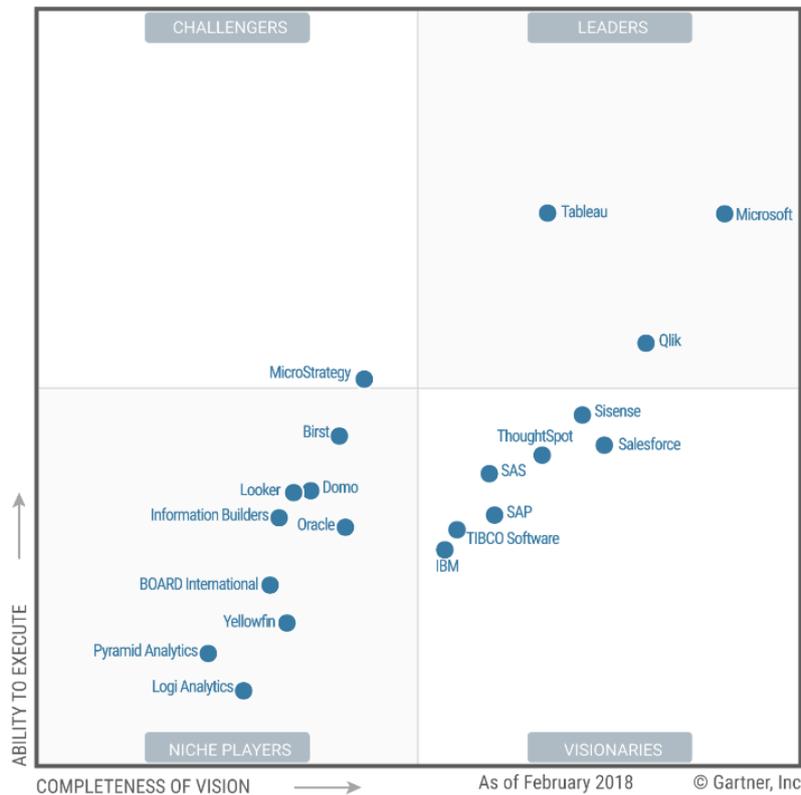


Figura 15: Quadrante Mágico de Plataformas de Análise e BI

Fonte: Gartner (2018)

Microsoft Excel

O Microsoft Excel é uma ferramenta cada vez mais utilizada nos últimos anos para incorporar suplementos de *analytics* no âmbito das necessidades de BI de gestão personalizada: *Power Query*, *Power Pivot*, *Power View*, *Power Map*, e *Power BI* (Santos, Laureano, & Albino, 2018), uma vez que o custo de implementação é baixo (Bach, 2013) e é muito fácil de usar (Kajati, Miskuf, & Papcun, 2017). É uma solução flexível que permite organizar e analisar dados. Além disso, oferece um conjunto de funcionalidades que permitem também atualizar os dados, gerar gráficos, calcular valores utilizando sintaxe própria e funções DAX e também fazer previsões (Kajati *et al.*, 2017). Por esse motivo, esta ferramenta permite construir um *dashboard* de raiz e mais tarde realizar as alterações que forem necessárias sem limitações e, também, é possível comprar um modelo de um *dashboard* a um preço baixo (Bach, 2013).

Microsoft Power BI

O Microsoft Power BI, em fevereiro de 2018, foi um dos líderes identificados no mercado continuando a ser uma solução sem custos (Gartner, 2018), que disponibilizada 1 GB de armazenamento e o seu objetivo é facilitar a exploração dos dados (Jelen, 2016). Permite ao utilizador importar dados do Microsoft Excel, criar relacionamentos entre as tabelas para se construir com sucesso um *dashboard* ou relatório, utilizando o conjunto de gráficos disponibilizados (Jelen, 2016). Além da ligação ao Microsoft Office Excel, esta solução também permite a ligação com outras opções nomeadamente, com o Google Analytics, Oracle, Microsoft Dynamics, entre outros. O autor refere ainda que, esta ferramenta apresenta gráficos com um *design* mais atualizado e apelativo, quando comparada com o Microsoft Office Excel e disponibiliza uma *interface* de código aberto que permite ao utilizador criar novos tipos de gráficos.

Segundo Gartner (2018), além do Power BI Desktop, existe também o Power BI Pro com um custo de, aproximadamente, 8 euros por utilizador e por mês, sendo a solução mais barata do mercado em fevereiro de 2018. Em 2017, a Microsoft lançou o Power BI Premium, que funciona como um servidor virtual e que disponibiliza maior armazenamento e atualização dos dados com um custo superior a 4.000 euros.

O autor refere as principais vantagens e desvantagens desta solução, conforme apresentado na Tabela 3 e Tabela 4.

Tabela 3: Vantagens da solução Microsoft Power BI

Vantagens	
Preço baixo	É a solução com preço mensal mais baixo do mercado e tem por esse motivo conseguido aumentar significativamente o seu número de clientes.
Facilidade de utilização e <i>design</i> apelativo	É uma solução colocada no quartil superior da facilidade de utilização, uma vez que 14% dos clientes afirmam ser esse o principal motivo da sua escolha.
Visão do produto	É uma solução inovadora e com visão de futuro especialmente desenvolvida para ser utilizada em atividades de gestão.
Experiência do cliente	É uma solução que tem tido ótimas avaliações por parte dos seus clientes e juntando com o preço baixo, a Microsoft tem obtido grandes benefícios comerciais.

Tabela 4: Desvantagens da solução Microsoft Power BI

Desvantagens	
Amplitude de utilização	A amplitude de utilização representa a percentagem de utilizadores que usam o produto em diferentes contextos ou estilos de BI: visualização de relatórios, criação de <i>dashboards</i> e análises <i>ad hoc</i> simples até à realização de consultas complexas, preparação de dados e utilização de modelos preditivos.
Vários produtos	É um produto independente, mas requer integração com os outros produtos que fazem parte da visão global da Microsoft.
Experiência de vendas	O Microsoft Dynamics 365 utiliza o Power BI para a criação de relatórios e <i>dashboards</i> . No entanto, o Microsoft Dynamics 365 requer uma licença do Power BI Pro ou Premium, o que implica ao utilizador adquirir uma versão paga.

Tableau

O Tableau é a ferramenta mais conhecida na área de BI (Ioana, Claudia, & Ioan, 2014) com fortes características na representação gráfica e em relatórios. Está posicionada no mercado como líder e oferece uma *interface* gráfica intuitiva e interativa que permite que utilizador aceder, analisar, preparar e apresentar os dados sem ter conhecimentos técnicos (Gartner, 2018). É um *software* pago, mas existe uma versão experimental sem custos de 14 dias (Tableau, 2018) conhecida por Tableau Desktop. Existem ainda mais duas versões, pagas, o Tableau Server e o Tableau Online e todos permitem criar vários tipos de gráficos que podem ser combinados num *dashboard*, não requerer competências de programação e pode ser ligado a bases de dados relacionais e na *cloud* (Gartner, 2018; Ioana *et al.*, 2014).

Tabela 5: Vantagens da solução Tableau

Vantagens	
Exploração visual interativa	Apresenta como pontos fortes a visualização e exploração intuitiva dos dados. Os clientes continuam a comprar o produto pela sua experiência enquanto utilizadores, pela facilidade de uso e funcionalidade.
Foco na experiência e no sucesso dos Clientes	Os clientes estão satisfeitos e atribuem elevadas expectativas. Esta solução oferece uma ampla variedade de opções de aprendizagem juntamente com o Tableau Public. As classificações dos clientes desta ferramenta colocam-na no primeiro quartil de ética e cultura, com 94% dos clientes a atribuírem uma classificação "excelente".
Opções de desenvolvimento flexíveis	A solução pode ser alojada na <i>cloud</i> através do Tableau Online.

Tabela 6: Desvantagens da solução Tableau

Desvantagens	
Integração no mercado	Embora o Tableau continue a atrair novos clientes e a expandir o número de utilizadores, o intenso ambiente competitivo contribuiu para o crescimento mais lento da receita desta solução.
Preços	O custo da licença de <i>software</i> continua a ser um desafio e é um dos seus pontos fracos. As ferramentas que entram no mercado com preços mais baixos são cada vez mais atraentes, particularmente para grandes empresas com elevado número de utilizadores.
Ausência de suporte para modelos de dados complexos	A Tableau suporta uma ampla gama de opções de conectividade a fontes de dados externas. No entanto, a modelação de dados complexos deve ser criada num <i>Data Warehouse</i> .
Visão do produto	O Tableau está a investir no suporte a conjuntos de dados mais complexos.

MicroStrategy

O MicroStrategy Versão 10 é a solução considerada uma ameaça às soluções líderes do mercado e combina preparação, descoberta e exploração dos dados e *Big Data* com análises corporativas e BI (Gartner, 2018). Esta solução oferece os melhores relatórios empresariais numa única plataforma, o que a torna a mais adequada para a descoberta de dados num grande e complexo conjunto de informação (Gartner, 2018). Em 2017, lançou uma versão Desktop de rápida utilização e *user-friendly* para o utilizador com o objetivo de se tornar numa solução mais atraente.

Tabela 7: Vantagens da solução MicroStrategy

Vantagens	
Produto integrado para todas as utilizações	A MicroStrategy conseguiu avaliações de "muito bom" a "excelente" por parte dos clientes. A solução tem sido uma das mais inovadoras, com alguns dos recursos mais abrangentes, altamente classificados e amplamente adotados.
Implementações ágeis	A solução tem um fluxo de trabalho contínuo para promover modelos de dados gerados por utilizadores corporativos.
Operações e experiência do Cliente	As avaliações dos clientes colocam a solução no quartil superior dos fornecedores relativamente ao parâmetro "experiência do cliente"

Tabela 8: Desvantagens da solução *MicroStrategy*

Desvantagens	
Envolvimento das TI para desenvolvimentos corporativos	Simplificar a configuração e a migração dos desenvolvimentos são as áreas de investimento contínuo para a <i>MicroStrategy</i> . No entanto, os clientes identificaram melhorias na facilidade de utilização.
Versão estável	A <i>MicroStrategy</i> Versão 10 é versão considerada mais viável para a criação de conteúdos.
Visão do produto	Inclui várias áreas de investimento de alta prioridade, no entanto, o foco principal continua a ser expandir os recursos corporativos, a análise incorporada e o tamanho e a complexidade dos dados.

2.3.6. Como avaliar um *dashboard*

Existem duas fases importantes quando são desenvolvidas ferramentas com base em representações visuais: a especificação dos requisitos e a avaliação do produto final (Mazza, 2009). Todo e qualquer projeto deve começar com a definição dos objetivos e com a especificação dos requisitos associados. A avaliação deve ser igualmente planeada e definida para, no fim, se verificar se o produto satisfaz os requisitos do utilizador: se o produto é eficaz e eficiente, considerando a sua finalidade, antes do utilizador final utilizar o produto.

No caso particular de um *dashboard* devem ser considerados os critérios de avaliação ao nível do *design*, da análise, da entrega, da administração e da infraestrutura (Eckerson, 2006a).

Critérios de avaliação quanto ao *design*:

- Simplificar o acesso dos utilizadores, centralizar a gestão e a administração dos dados, de forma a suportar milhares de utilizadores e evitar o *download* de grandes volumes de dados para computadores ligados a redes com baixa velocidade de ligação;
- Permitir aos utilizadores finais associarem rapidamente objetivos, métricas, metas, limites, iniciativas e alertas;
- Permitir aos utilizadores associarem duas ou mais metas e associar limites a cada métrica, incluindo previsões, orçamentos, entre outros;

- Permitir que os utilizadores categorizem objetivos, métricas e iniciativas por diferentes perspetivas;
- Fornecer várias formas de agrupar métricas relacionadas, *scorecards* e outros objetos no ecrã, como por exemplo tabs, pastas, tabelas, colunas e *design* personalizado;
- Permitir aos executivos mapearem ligações entre métricas e estimarem e avaliarem o grau de correlação;
- Permitir aos utilizadores finais selecionarem métricas, alertas e outros objetos de listas autorizadas e organizarem o ecrã conforme as suas necessidades;
- Fornecer vários tipos de gráficos, símbolos e cores que permitam aos utilizadores avaliarem o estado do desempenho, as tendências e a variância de métricas críticas.

Critérios de avaliação quanto à análise:

- Apresentar a informação sobre métricas, processos e eventos por camadas, de modo a que a camada seguinte apresente mais informação de detalhe relativamente à camada superior;
- Associar cada gráfico, independentemente do seu tipo, uma tabela, em que o utilizador deve conseguir intercalar entre a apresentação da informação em gráfico e tabela;
- Comparar os dados apresentados em gráficos e tabelas com as metas e os limites definidos;
- Permitir aos utilizadores fazer *drill down* da informação sumariada até à informação de detalhe, através de um clique no objeto que se pretende consultar mais informação;
- Permitir aos utilizadores consultarem detalhes de uma transação armazenada num sistema remoto, como por exemplo, num *Data Warehouse*, numa base de dados externa ou em relatórios online criados noutras aplicações;

- Permitir aos utilizadores ordenar, filtrar, classificar, reagrupar ou formatar os dados e inserirem e apagarem colunas, alterar fórmulas de cálculo e fazer *drill down*;
- Existir uma hierarquia que permita ao utilizador voltar à localização anterior;
- Colocar pequenas instruções que ajudem os utilizadores menos experientes a analisar os dados e a navegar no *dashboard*, de forma a que o número de cliques para chegar ao objeto pretendido seja mínimo;
- Permitir que os utilizadores definam e subscrevam novas visualizações de dados em tempo real ou quase real;
- Permitir aos utilizadores realizar análises com diferentes cenários através de regressões para melhorar a precisão das previsões.

Critérios de avaliação quanto à entrega:

- Permitir que os gestores de topo tenham acesso a *scorecards* de diferentes níveis da organização;
- Permitir que os gestores de topo, os líderes de equipas e os colaboradores personalizem a forma de visualizar os dados na internet para utilização própria ou por terceiros;
- Permitir que os utilizadores publiquem a informação em vários formatos, como, por exemplo, em XLS ou PDF, e em vários canais, como o *email*, impressora e equipamentos via *wireless*;
- Permitir que os utilizadores utilizem o *dashboard* sem estarem ligados à internet. O *dashboard* deve ser portátil e o utilizador deve conseguir exportá-lo para excel ou relatório;
- Permitir que os utilizadores imprimam várias configurações do *dashboard* com quebras de página apropriadas e com cabeçalho;
- Permitir que os utilizadores coloquem comentários nas métricas e que terceiros possam responder a esses comentários;

- Permitir que os utilizadores consultem informações (responsável, data da última atualização e origem) de um objeto através do clique com botão direito do rato;
- Calcular e apresentar os dados do *dashboard* dinamicamente e juntar a informação de várias fontes e apresentá-las num único objeto.

Critérios de avaliação quanto à administração:

- Guardar definições e regras associadas a métricas, dimensões, hierarquias, preferências e configurações do sistema para auditorias e possíveis pesquisas;
- Permitir que os gestores de topo e os líderes de equipas personalizem os ecrãs de acordo com as funções de cada colaborador, mostrando apenas as tabs, métricas, relatórios e dados que os utilizadores têm permissão;
- Aumentar o nível de segurança nas bases de dados de forma a que os utilizadores com determinados perfis não tenham acesso a determinadas linhas e colunas das tabelas;
- Gravar cada alteração feita no sistema assim como quem fez a alteração e quando, para fins de auditoria e controlo;
- Bloquear os utilizadores que tentarem alterar os dados após uma determinada data para evitar manipulação dos dados;
- Permitir que os gestores de topo e líderes de equipas configurem o *software* para funcionar com várias fontes de dados, desenhar modelos multidimensionais para análise, personalizar *layouts*, gerir a segurança e otimizar o *software* para obter um bom desempenho;
- Permitir que os programadores desenvolvam novas funcionalidades num espaço de dias ou semanas em vez de meses ou anos;
- Permitir que os gestores de topo e líderes de equipas criem regras que acionem uma série de ações em resposta a uma condição excepcional, como por exemplo, enviar diferentes tipos de alertas (*email*, *sms*, ...) com base num problema identificado.

Critérios de avaliação quanto à infraestrutura:

- Criar um *dashboard* compatível com o *hardware*, *software*, bases de dados e redes existentes;
- Suportar *interfaces*, tecnologias e *frameworks standards* como, por exemplo, *web services*, XML, LDAP e arquitetura orientada a serviços;
- Guardar os dados históricos do desempenho em *data marts* ou num *Data Warehouse*, guardar os dados atualizados num repositório de dados operacional e aceder aos dados em tempo real via *middleware* (EAI) ou através de queries à base de dados;
- Integrar com aplicações terceiras como, por exemplo, portais, orçamentos, planeamentos, previsões, gestão de projetos e aplicações operacionais;
- Ler todos os tipos de dados provenientes de qualquer sistema e guardá-los num servidor onde os dados possam ser limpos, transformados, reunidos e carregados num *dashboard*;
- Suportar vários tipos de visualização dos dados, normalmente entregues através de ferramentas OLAP, que armazenam os dados numa base de dados multidimensional;
- Integrar o *dashboard* com os sistemas de segurança existentes na organização, como é o caso do LDAP;
- Permitir que os programadores personalizem as funcionalidades do *dashboard* através de *interfaces* de programação de aplicações;
- Responder de forma rápida aos cliques do utilizador e ao pedido de dados, em segundos e não em minutos;
- Independentemente do número de utilizadores ligados e do tipo de dados solicitados, o desempenho do *dashboard* não pode decrescer;
- Garantir disponibilidade permanentemente mesmo quando novos dados estão a ser carregados ou atualizados.

2.4. *Dashboards* no setor da energia elétrica

A introdução da inteligência nas redes elétricas através da aplicação de tecnologias de informação e comunicação levou à existência das já mencionadas redes inteligentes. Com a introdução deste conceito surgiu a necessidade de monitorizar as informações geradas pelos contadores da rede por operadores, em centros de controlo de interrupções (Baranovic *et al.*, 2016).

Durante uma interrupção na rede elétrica é necessário monitorizar a rede e as demais informações, em tempo real ou quase real, para evitar atrasos nas respostas a essas interrupções. Por esse motivo, as informações de cada interrupção devem ser apresentadas em tempo real para que os operadores possam estar atualizados e conscientes da situação atual da rede de forma a garantirem operações eficazes (Hugo, Germain, Farris, Thompson, & Whitesides, 2015).

Estar consciente da situação da rede é estar ciente do que está a acontecer e perceber o que essa informação significa e qual o seu impacto no futuro. Esta consciência está normalmente associada a um trabalho ou objetivo específico e é aplicada a situações operacionais. Segundo Hugo *et al.* (2015), a consciência da situação envolve três níveis de consciência que se aplicam em qualquer domínio:

1. a percepção do meio ambiente;
2. a compreensão do seu significado;
3. a capacidade de projetar esse entendimento no futuro para antecipar o que pode acontecer.

As informações apresentadas num centro de controlo de interrupções devem ser representadas de forma a que as situações críticas se destaquem das restantes para que os operadores identifiquem rapidamente o estado da rede elétrica nas diferentes zonas e para que seja possível fornecer uma rápida resolução dos problemas identificados. Para isso, é exigido por parte dos especialistas que o *design* dos ecrãs de monitorização seja especializado nesta área, apresentando os indicadores mais importantes de forma clara, concisa, direta e sem distrações (Hugo *et al.*, 2015).

Esta definição é uma descrição muito precisa dos requisitos para um ótimo desempenho da interrupção e implica que os indicadores sejam projetados para suportar a execução das atividades de interrupção. Isso significa que a apresentação de

informações projetada para apoiar a consciência da situação deve suportar os três níveis de consciencialização. A falha em qualquer uma dessas áreas prejudicará a eficácia da representação da informação e reduzirá o desempenho geral da interrupção (Hugo *et al.*, 2015).

Para entender como a apresentação das informações no Centro de Controlo de Interrupções afeta o desempenho humano e, portanto, o desempenho geral da interrupção, é necessário perceber como a informação percebida pelo operador adquire significado nas demais situações. Para isso, é preciso compreender que características chamam mais à atenção do operador e quais as melhores formas de representação que contribuem para a percetividade da informação.

A experiência em muitas indústrias fornece evidências convincentes de que os *dashboards* são uma das formas mais eficazes de melhorar a consciência da situação porque reduzem a complexidade dos dados provenientes de diferentes fontes, integrando-os num único ecrã. A maioria das informações geradas durante uma interrupção são de natureza quantitativa e podem ser expressas em indicadores de desempenho. Este tipo de ecrã pode incluir palavras, mas é na utilização de gráficos e de imagens que está o segredo para o sucesso de uma transmissão rápida e eficiente da informação. Deste modo, a utilização de *dashboards* reduz a necessidade do operador ter de confiar na sua memória de curto prazo, reduz a necessidade do operador complementar a sua memória de curto prazo através da impressão de informações em papel, reduz a necessidade de obter informações de outras fontes e permite que o próprio *dashboard* seja uma forma externa de memória (Hugo *et al.*, 2015).

2.4.1. Indicadores do setor

Para os distribuidores de energia elétrica, existe um conjunto de indicadores utilizados para medir o desempenho (Schuerger, Arno, & Dowling, 2016), sendo que, os mais utilizados são:

SAIDI: *System Average Interruption Duration Index*

É a duração média de interrupção para o universo de clientes num determinado período de tempo (Corporation, 2016). É um índice que indica por quanto tempo os clientes foram

afetados. Traduz o tempo médio em que o fornecimento de energia é interrompido (Kornatka, 2017). Normalmente, este tempo é medido em minutos ou horas (Schuerger *et al.*, 2016; IEEE Power & Energy Society, 2012).

$$SAIDI = \frac{\sum \text{Minutos de interrupção de cada cliente}}{\text{Número total de clientes}}$$

SAIFI: System Average Interruption Frequency Index

É o número médio de interrupções que um cliente teve num determinado período de tempo (Corporation, 2016; Schuerger *et al.*, 2016; IEEE Power & Energy Society, 2012). É um índice que indica por quantas falhas de energia cada cliente passou (Kornatka, 2017).

$$SAIFI = \frac{\sum \text{Número total de clientes interrompidos}}{\text{Número total de clientes}}$$

CAIDI: Customer Average Interruption Duration Index

É a duração média de interrupção para os clientes interrompidos num determinado período de tempo (Corporation, 2016). É um índice que indica por quanto tempo uma falha de energia durou para os clientes afetados. Representa o tempo médio necessário para repor a energia a esses clientes (Schuerger *et al.*, 2016; IEEE Power & Energy Society, 2012).

$$CAIDI = \frac{\sum \text{Minutos de interrupção de cada cliente}}{\text{Número total de clientes interrompidos}}$$

CAIFI: Customer Average Interruption Duration Index

Corresponde ao número médio de vezes que um cliente foi interrompido (Kornatka, 2017). É um índice que indica por quantas falhas de energia cada cliente afetado passou (Schuerger *et al.*, 2016; IEEE Power & Energy Society, 2012).

$$CAIFI = \frac{\sum \text{Número total de clientes interrompidos}}{\text{Número total de clientes interrompidos}}$$

Além dos indicadores anteriormente referidos que medem o desempenho da rede, face aos possíveis problemas que possam existir na rede elétrica, existem outros indicadores, conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9: Indicadores do setor da energia elétrica

Indicador	Fonte
CTAIDI: representa o tempo total que os clientes que sofreram uma interrupção estavam efetivamente sem energia. Este indicador é semelhante ao CAIDI mas os clientes que sofreram várias interrupções só são contabilizados uma vez.	IEEE Power & Energy Society (2012)
ASAI: representa o tempo, em percentagem, que um cliente recebeu energia durante um determinado período de tempo.	Schuerger <i>et al.</i> (2016); IEEE Power & Energy Society (2012)
CEMIn: representa a proporção de clientes que sofreu uma ou mais interrupções relativamente ao número total de clientes da rede.	IEEE Power & Energy Society (2012)
CELID: indica a proporção de clientes que sofreu uma ou mais interrupções com uma duração maior ou igual a um determinado tempo. Esse tempo é a duração de uma única interrupção ou Esse tempo é a duração de uma única interrupção ou a quantidade total do tempo que um cliente foi interrompido durante um determinado período de tempo.	IEEE Power & Energy Society (2012)
ASIFI: este indicador é semelhante ao SAIFI, mas é utilizado para medir o desempenho da distribuição da energia elétrica em zonas em que o número de clientes é relativamente pequeno mas onde existe uma grande carga, como por exemplo clientes industriais.	IEEE Power & Energy Society (2012)
ASIDI: este indicador é semelhante ao ASIFI mas tem como base a carga e não o número de clientes afetados.	IEEE Power & Energy Society (2012)
MAIFI: indica a frequência média de interrupções momentâneas.	Schuerger <i>et al.</i> (2016); IEEE Power & Energy Society (2012)
MAIFIE: indica a frequência média de interrupções momentâneas, excluindo as interrupções imediatamente anteriores a uma interrupção sustentada.	IEEE Power & Energy Society (2012)
CEMSMIn: é a proporção de clientes que experimentou uma ou mais interrupções sustentadas e momentâneas relativamente ao número total de clientes da rede. O objetivo deste indicador é identificar clientes com problemas e que não são identificáveis em médias.	IEEE Power & Energy Society (2012)

Indicador	Fonte
MTTR: é o tempo médio para substituir ou reparar um equipamento com falha, onde o tempo associado à aquisição de peças e à mobilização de equipas não é considerado.	Schuerger <i>et al.</i> (2016)
A: é a fração média de tempo em que um equipamento está disponível.	Schuerger <i>et al.</i> (2016)
Ai: é o tempo médio entre falhas a dividir pela soma do tempo médio entre falhas mais o tempo médio de reparação.	Schuerger <i>et al.</i> (2016)
Ao: é o tempo médio entre falhas a dividir pela soma do tempo médio entre falhas, com o tempo médio de reparo e com o tempo gasto em questões logísticas.	Schuerger <i>et al.</i> (2016)
ICAIDI: é o tempo médio necessário para restaurar a energia elétrica a todos os clientes industriais que sofreram uma interrupção.	Schuerger <i>et al.</i> (2016)
ICAIFI: indica a frequência média de todas as interrupções sustentadas de clientes industriais, onde os clientes que sofreram várias interrupções só são contabilizados uma vez.	Schuerger <i>et al.</i> (2016)
ICMAIFI: indica a frequência média de todas as interrupções momentâneas de clientes industriais, onde os clientes que sofreram várias interrupções só são contabilizados uma vez.	Schuerger <i>et al.</i> (2016)
CI: número de clientes interrompidos.	(DOE, 2014)
Número médio de horas de trabalho para completar uma tarefa de manutenção	Strategies (2017)
Número médio de dias de atraso de uma ordem de trabalho	Strategies (2017)
Taxa de falhas do contador	Strategies (2017)
Tempo média de reparação	Strategies (2017)
Número de ordens de trabalho pendentes	Strategies (2017)
Número de contadores desligados	Strategies (2017)
Número de falhas de energia	Strategies (2017)
Tempo de interrupção por evento	Strategies (2017)
Número de horas por ano de indisponibilidade do equipamento	Strategies (2017)

2.4.2. Propósito e vantagens

O objetivo de um *dashboard* para monitorizar falhas de energia é a representação visual das informações mais importantes das demais interrupções da rede necessárias para atingir um ou mais objetivos (Hugo *et al.*, 2015). Esta informação deve ser apresentada num único ecrã para que possa ser monitorizada mais rapidamente pelos operadores, através da utilização de gráficos, tabelas e texto.

Segundo Hugo *et al.* (2015), as principais vantagens na utilização de um *dashboard* nesta indústria são:

- Reduzir a complexidade da informação;
- Melhorar a diferenciação de alertas;
- Agregar e integrar informações de diferentes sistemas;
- Incluir informações do desempenho passado;
- Garantir a presença visual (a capacidade de se concentrar nas coisas certas, pelo motivo certo, no momento certo);
- Garantir uma correspondência entre a informação e a representação visual (o tipo de gráfico certo para o tipo de dados certo);
- Representar de forma direta métricas de desempenho;
- Garantir a coerência e a compreensão do contexto geral das atividades.

O *dashboard* ideal não é apenas caracterizado pelos requisitos de *hardware*, mas também pela escolha dos elementos que compõem a *interface* do utilizador. Os seguintes pontos, referidos por St. Germain (2015), afetam positivamente um *dashboard* de monitorização de falhas de energia:

- O número de monitores e o respetivo tamanho devem ser conhecidos para garantir que a interface gráfica do *dashboard* é a apropriada aos monitores do centro de operações;
- A interface gráfica deve seguir as diretrizes de comunicação visual definidas por Few (2013);
- A quantidade de informação apresentada não deve ser irresistível, para que o operador não perca o foco nas informações mais importantes;
- Cada indicador deve ser apresentado de forma a que seja rapidamente percebido, para que os operadores avaliem rapidamente o desempenho da rede, seja através de gráficos, tabelas ou semáforos;
- Os indicadores devem ser comparáveis com metas, médias e com períodos de tempo anteriores, para que o seu significado seja claro;

- A paleta de cores deve ser reduzida para que apenas a informação mais importante seja destacada. Para os indicadores mais importantes e que requerem atenção sugere-se a utilização do vermelho;
- Os indicadores mais importantes devem ser colocadas na zona superior esquerda;
- Apenas as informações mais importantes devem aparecer no ecrã para que este não se torne confuso e distraia o operador. Não é recomendada a utilização de instruções no *dashboard*.

Segundo Hugo *et al.* (2015) e considerando a quantidade de tipos de gráficos que existe, os autores sugerem a utilização de:

- Gráficos de barras verticais ou horizontais para indicadores que representem o desempenho esperado ou real;
- Gráficos de barras com marcadores para metas/limites para indicadores que tenham quantidades variáveis;
- Gráficos de linhas para representar o desempenho por período de tempo;
- Histogramas para indicadores com um componente de volume/quantidade;
- Mapas de calor⁷ para indicadores que representem uma quantidade distribuída por localização geográfica como por exemplo, zonas com maior número de falhas de energia);
- Semáforos para indicadores com um estado, ou seja, indicar o valor de um indicadores através da utilização de ícones com cores (vermelho, amarelo ou verde);
- Campos numéricos para indicadores que representem valores importantes. É recomendada a utilização de uma tabela;
- Alertas para indicadores em que se pretenda representar o valor atual relativamente ao limite definido.

⁷ Em inglês, este tipo de gráfico é conhecido por *Heat Map*.

Capítulo 3 – Metodologia

Para esta investigação, recorre-se à metodologia CRISP-DM utilizada, principalmente, em processos de *Data Mining*. Esta metodologia é composta por seis fases (Figura 16), sendo a primeira a compreensão do negócio, a segunda a compreensão dos dados, a terceira a preparação dos dados, a quarta a modelação e as últimas a avaliação e a implementação (Chapman *et al.*, 2000).

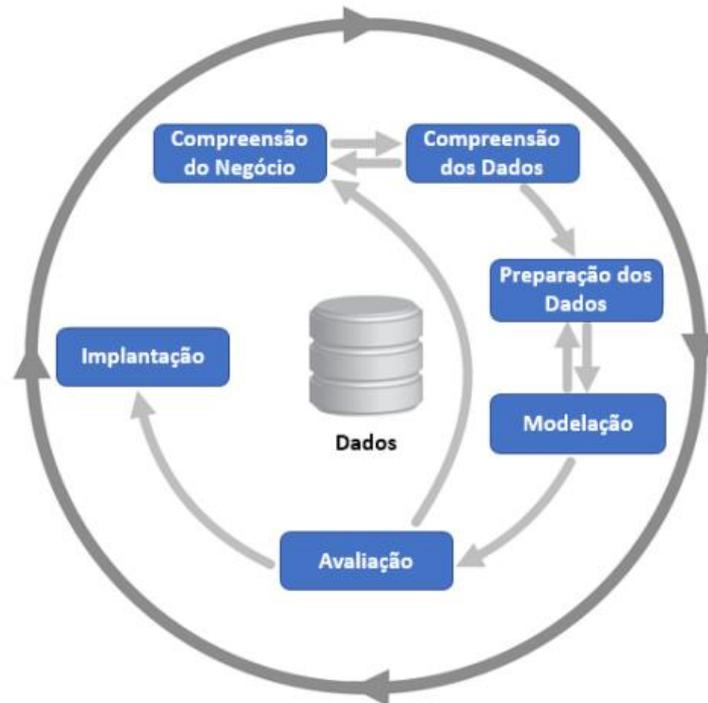


Figura 16: Fases da metodologia CRISP-DM

Fonte: Antunes (2017: 19), adaptado de Chapman *et al.* (2000: 10)

Na fase da compreensão do negócio pretende-se identificar e compreender um problema que precisa de ser resolvido, tendo em conta os objetivos e requisitos do projeto numa perspetiva do negócio.

A fase da compreensão dos dados inclui não só a recolha dos dados como também toda a sua análise, desde a identificação das tabelas que compõem o conjunto de dados até à identificação do tipo de dados de cada campo. Além disso, é também tida em conta a qualidade dos dados e a sua pertinência para o problema.

A fase da preparação dos dados compreende a limpeza e a transformação do conjunto de dados inicial. Nesta fase são selecionadas as tabelas, os respetivos campos e a definição

do tipo de dados correto. No final têm-se os dados, métricas e indicadores necessários para a fase seguinte.

Na fase de modelação é criado um modelo que permite ir de encontro ao problema definido, sendo neste caso um *dashboard* para monitorização de falhas na rede elétrica.

Na fase de avaliação valida-se o modelo proposto de forma a garantir que todos os passos definidos foram os mais acertados para o cumprimento do objetivo. Caso se identifique a inexistência de um passo importante ou que o modelo não traduz o objetivo pretendido, regressa-se a uma fase anterior da metodologia CRISP-DM. Importa referir que esta avaliação tem um foco na utilidade do modelo para o negócio.

Após a avaliação positiva do modelo, segue-se a fase de implementação que traduz a construção efetiva do projeto. Por vezes esta implementação reverte-se na incorporação do modelo nos sistemas de informação da organização; noutras traduz-se apenas em documentos escritos que descrevem, entre outros, o modelo, seus inputs, outputs, forma de utilização; e noutras na criação de protótipos.

Nesta investigação, as fases compreensão do negócio, compreensão dos dados e preparação dos dados são detalhadas no presente capítulo, enquanto que, as fases de modelação e avaliação são detalhadas no capítulo seguinte por facilidade de leitura e acompanhamento do projeto. Por fim, a fase de implementação é traduzida nesta dissertação e, também, no desenvolvimento do protótipo de *dashboard*.

Sendo a metodologia CRISP-DM iterativa e interativa, o sucesso deste projeto requereu a realização de duas iterações, isto é, de acordo com o acompanhamento que ia sendo efetuado ao projeto, por parte do especialista de negócio e, essencialmente, através de entrevistas, foi necessário, a certa altura, retroceder a uma fase anterior da metodologia.

Por fim, importa realçar que o projeto foi dado como concluído após a avaliação positiva da utilidade e usabilidade, por parte do especialista. Para este efeito o especialista respondeu a um breve questionário de avaliação com nove perguntas (apresentadas no ponto 4.3).

3.1.Compreensão do negócio

A CGI é uma empresa multinacional, com cerca de setenta mil trabalhadores, presente na América do Norte, América do Sul, Europa e Ásia-Pacífico. É uma empresa que dispõe de uma vasta gama de soluções a nível global, nomeadamente projetos no setor da energia. Um desses projetos disponibiliza aos seus clientes uma aplicação integrada responsável pela recolha e gestão de dados de energia elétrica e pelo fornecimento de recursos de supervisão das redes elétricas inteligentes (CGI, s.d.). Esta aplicação apresenta uma *interface* composta por diferentes infraestruturas, tecnologias, protocolos e serviços que permitem gerir os acontecimentos na rede em tempo real e executar serviços que detetam falhas na rede e restabelecem a energia.

As falhas de energia na rede elétrica são registadas na aplicação e os especialistas sentem a necessidade de monitorizar o comportamento da aplicação face aos acontecimentos na rede elétrica. No entanto, não existe uma forma fácil e rápida de fazer este acompanhamento. É necessário semanalmente extrair um conjunto de dados, trabalhá-los, organizá-los e construir gráficos que ajudem a tirar as principais conclusões e tomar melhores decisões com maior qualidade. Na prática, é criado um ficheiro Excel por semana onde se inserem manualmente os valores das *queries* SQL realizadas à base de dados. No fim, é necessário atualizar o intervalo dos dados dos cerca de 12 gráficos.

Perante esta complexidade e pouca eficiência do processo de monitorização definiu-se como objetivo criar uma ferramenta (um *dashboard*) que, de forma eficiente e eficaz, permita monitorizar a aplicação face ao registo dessas falhas e, assim, prestar um melhor serviço aos consumidores.

Por fim, destaca-se que a ferramenta deverá ter uma avaliação positiva, por parte dos potenciais utilizadores ou de especialistas na área, em termos da sua efetiva utilidade e, também, da facilidade de utilização.

3.2.Compreensão dos dados

A informação a contemplar no *dashboard* teve por base a análise da lista dos indicadores identificados em 2.4.1 e uma entrevista não estruturada com um especialista da CGI.

3.2.1 1ª Iteração

Para o cálculo das métricas a incluir no *dashboard*, definidos com base na entrevista ao especialista, foi necessário solicitar à CGI os dados relativos às falhas de energia e às comunicações com os contadores da rede elétrica. Como resposta foram fornecidos dados para três semanas, isto é, de 14 de maio a 03 de junho de 2018. Os dados foram disponibilizados através de um ficheiro Excel (extensão .xlsx) com duas folhas, onde cada folha representa uma tabela de dados. Assim, o modelo de dados contempla duas tabelas, a tabela Comunicação e a tabela Evento com, respetivamente, dez e seis campos.

Relativamente à qualidade dos dados falou-se com um especialista para se entender quais as ligações entre as tabelas e quais as características de cada campo, conforme apresentado na Tabela 10 e na Tabela 11. A análise dos dados foi realizada com base nos *inputs* recebidos, onde se pôde verificar a inexistência de erros.

Tabela 10: Descrição dos campos da tabela Evento

Nome do campo	Descrição	Tipo de campo no Power BI	Valores possíveis
ID	Identificador único do evento	<i>Data type: Whole Number</i> <i>Format: Whole Number</i>	0 a 99999999
Data	Data do evento	<i>Data type: Date</i> <i>Format: dd/MM/yyyy</i>	Qualquer data
Tipo de Evento	Descrição do tipo de evento	<i>Data type: Text</i> <i>Format: Text</i>	0: Falha de energia 1: Interrupção 2: Restabelecimento de energia
Tipo de Equipamento	Equipamento associado ao evento	<i>Data type: Text</i> <i>Format: Text</i>	Qualquer equipamento configurado na rede
Cientes interrompidos	Quantidade de contadores afetados pela falha de energia	<i>Format: Whole Number</i>	0 a 9999
Distrito	Distrito onde ocorreu o evento	<i>Data type: Text</i>	Distritos de Portugal

Tabela 11: Descrição dos campos da tabela Comunicação

Nome do campo	Descrição	Tipo de campo no Power BI	Valores possíveis
ID Serviço	Identificador do serviço atribuído à comunicação	<i>Data type: Whole Number</i> <i>Format: Whole Number</i>	0 a 99999999
ID Comunicação	Identificar único da comunicação	<i>Data type: Whole Number</i> <i>Format: Whole Number</i>	0 a 99999999
Data de Início	Data de início da comunicação	<i>Data type: Date</i> <i>Format: dd/MM/yyyy</i>	Qualquer data
Data de Fim	Data de fim da comunicação	<i>Data type: Date</i> <i>Format: dd/MM/yyyy</i>	Qualquer data
Serviço	Nome do serviço efetuado	<i>Data type: Text</i> <i>Format: Text</i>	“Serviço 1”, “Serviço 2”, “Serviço 3”
Tipo de Equipamento	Tipo de equipamento sobre o qual se efetuou o serviço	<i>Data type: Text</i> <i>Format: Text</i>	Qualquer equipamento configurado na rede
Estado	Estado da comunicação	<i>Data type: Text</i> <i>Format: Text</i>	OK: Comunicação com resposta NOK: Comunicação sem resposta
Código do erro	Código do erro quando não existe resposta na comunicação	<i>Data type: Whole Number</i> <i>Format: Whole Number</i>	“ERRO112”, “ERRO500”
Tipo de resposta	Tipo de resposta recebida na comunicação	<i>Data type: Whole Number</i> <i>Format: Whole Number</i>	0: Equipamento desligado 1: Equipamento ligado
Distrito	Distrito onde ocorreu o evento	<i>Data type: Text</i> <i>Format: Text</i>	Distritos de Portugal

3.2.2 2ª Iteração

Com os resultados obtidos na discussão da primeira versão do *dashboard* e para responder aos problemas identificados na primeira versão foi necessário solicitar à CGI novos dados para um mês completo, incluindo a disponibilização de outras informações, nomeadamente os concelhos associados aos eventos e às comunicações e o número de clientes ligados a cada equipamento da rede. Foram disponibilizados dados do mês de agosto de 2018 pelo mesmo meio que disponibilizou na 1ª iteração, sendo que as tabelas

disponibilizadas foram as mesmas, mas com os novos campos solicitados, conforme apresentado na Tabela 12 e Tabela 13.

Tabela 12: Descrição dos novos campos da tabela Comunicação

Nome do campo	Descrição	Tipo de campo no Power BI	Valores possíveis
Duração	Duração da comunicação em minutos	<i>Data type: Whole Number</i> <i>Format: Whole Number</i>	0 a 9999
Concelho	Concelho onde ocorreu o evento	<i>Data type: Text</i> <i>Format: Text</i>	Concelho associado ao Distrito de Portugal

Tabela 13: Descrição dos novos campos da tabela Evento

Nome do campo	Descrição	Tipo de campo no Power BI	Valores possíveis
Duração	Duração da falha de energia	<i>Data type: Whole Number</i> <i>Format: Whole Number</i>	Null 0 a 9999
Cientes associados	Quantidade de contadores ligados ao equipamento onde ocorreu a falha de energia	<i>Data type: Whole Number</i> <i>Format: Whole Number</i>	0 a 9999
Concelho	Concelho onde ocorreu o evento	<i>Data type: Text</i> <i>Format: Text</i>	Concelho associado ao Distrito de Portugal

À semelhança da 1ª iteração, foi novamente avaliada a qualidade dos dados e não foram identificados erros.

3.3.Preparação dos dados

3.3.1 1ª Iteração

Na primeira entrevista com o especialista e de acordo com os dados recebidos decidiu-se construir um *dashboard* semanal para permitir ao utilizador, no papel de especialista do negócio, analisar as falhas de energia e as respostas às comunicações por dia, tratando-se, assim, de um *dashboard* operacional.

Embora não seja necessário trabalhar os dados recebidos, é preciso transformar os dados de cada folha numa tabela e atribuir-lhe um nome. Sem esta transformação existe

a possibilidade da ferramenta assumir que todas as colunas de cada folha, com e sem dados, são campos e que são para importar para o modelo de dados (Figura 17 e Figura 18) o que obrigará, posteriormente, a apagar todas as colunas vazias.

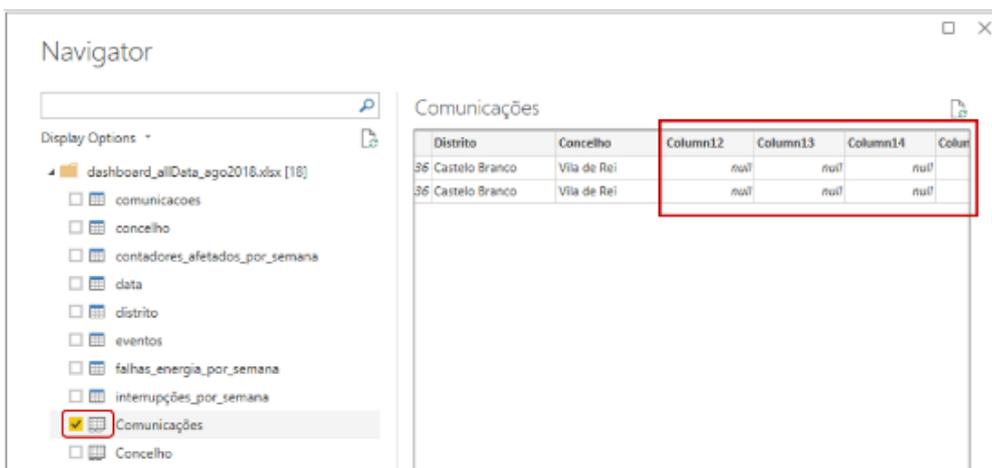


Figura 17: Import de uma folha de Excel

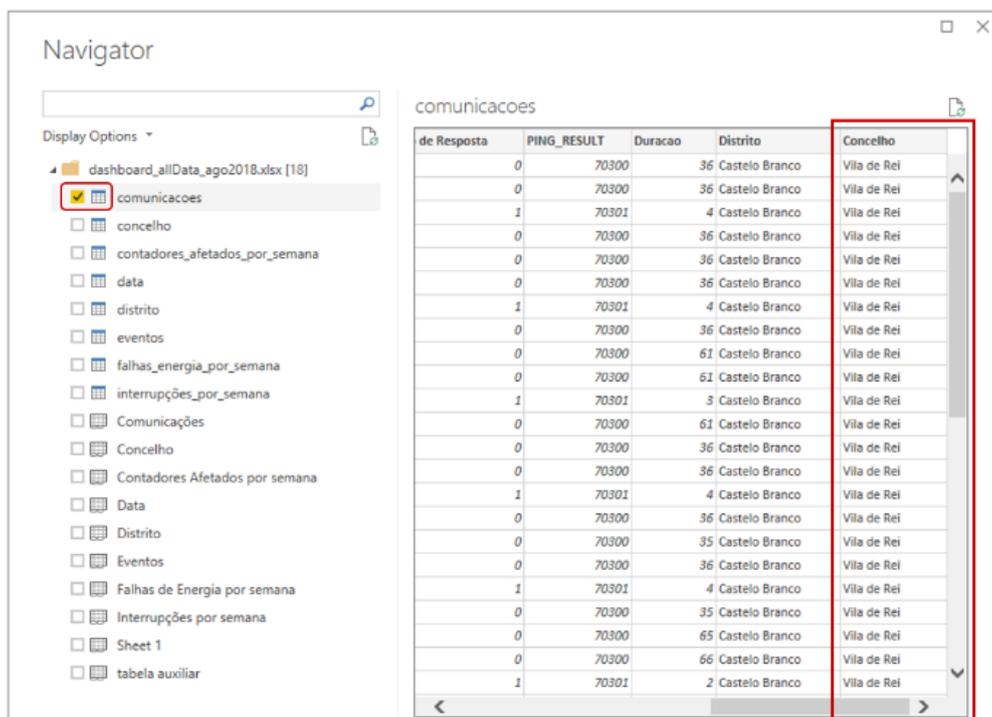


Figura 18: Import de uma tabela do Excel

Tendo nesta fase os dados prontos, chega o momento de importá-los para um novo relatório do Power BI Desktop, validar o Tipo de Dados e o Formato atribuído a cada campo. Neste caso é necessário atribuir a todos os campos do tipo “Date” o formato “dd/MM/yyyy” e em todos os campos do tipo “Whole Number” colocar o separador de milhares e retirar as casas decimais.

Além das tabelas recebidas foi necessário criar três tabelas auxiliares para permitir a criação de filtros e a disponibilização da data da última atualização dos dados do *dashboard*. Para isso, no Power BI foi criada a tabela “*Date*” constituída apenas por 1 campo que representa os dias do período existente (uma linha por dia). Esta tabela permite a colocação de um filtro temporal, para que todos os gráficos apresentem a informação para o mesmo período. Desta forma, o utilizador, no papel de especialista do negócio, pode escolher os dias da semana sobre o qual pretendem visualizar a informação e caso se pretenda apresentar informação de outros dias, apenas é necessário adicionar as novas datas à tabela.

A segunda tabela criada foi a tabela “*Distrito*” composta por um único campo de texto e que representa a lista dos distritos de Portugal e que permitirá não só ao operador visualizar as falhas de energia por distrito como também utilizar um filtro por região.

A terceira tabela criada foi a tabela “*lastRefresh*” composta por o campo “*lastRefresh*” que guarda a data da última atualização dos dados do *dashboard* e pela medida “*Data última atualização*” que permite disponibilizar no *dashboard* esta informação ao utilizador (Tabela 14).

Tabela 14: Campos e medidas da tabela “*lastRefresh*”

Campo/Medida	Fórmula de Cálculo
Fórmula de cálculo do campo “ <i>lastRefresh</i> ”	let Source = #table(type table[LastRefresh=datetime], { {DateTime.LocalNow()} }) in Source
Cálculo da medida “ <i>Data última atualização</i> ”	Data última atualização = FORMAT(LASTDATE(<i>lastRefresh</i> [LastRefresh]);"dd mm yyyy hh:mm:ss")

Métricas selecionadas

Na primeira entrevista com o especialista identificaram-se as dez métricas (Eckerson, 2015) a serem apresentadas no *dashboard*. Para todas as métricas foi necessário criar a fórmula de cálculo em DAX. DAX, *Data Analysis Expressions*, é a linguagem de fórmulas utilizada no Power BI Desktop e foi necessário aprender a sua sintaxe

recorrendo ao *website* oficial da ferramenta e a fóruns de partilha de conhecimentos. Da Tabela 15 à Tabela 23 são apresentadas as fichas de cada métrica, adaptada de Niven (2005).

Tabela 15: Descrição da métrica “Número de clientes interrompidos”

Nº	E1	Nome	Número de clientes interrompidos				
Descrição	Representa o número de contadores inteligentes que sofreram uma falha de energia.						
Tipo	Resultado	Frequência	Diária	Unidade de Medida	Unidade	Polaridade	Positiva
Descrição da fórmula	Soma do número de contadores com pelo menos uma falha de energia associada.						
Cálculo em DAX	CALCULATE(SUM(eventos[Clientes interrompidos]); eventos[Tipo de Evento] = "Falha de energia")						
Fonte	Especialista da CGI					Meta	-

Tabela 16: Descrição da métrica “Número de falhas de energia”

Nº	E2	Nome	Número de falhas de energia				
Descrição	Representa o número de falhas de energia identificadas pelo sistema.						
Tipo	Ação	Frequência	Diária	Unidade de Medida	Unidade	Polaridade	Positiva
Descrição da fórmula	Soma do número de falhas de energia.						
Cálculo em DAX	CALCULATE(COUNTA('eventos'[Tipo de Evento]);'eventos'[Tipo de Evento] IN { "Falha de energia" })						
Fonte	Especialista da CGI					Meta	-

Tabela 17: Descrição da métrica “Número de interrupções”

Nº	E3	Nome	Número de interrupções				
Descrição	Representa o número de interrupções recebidas dos contadores no sistema.						
Tipo	Ação	Frequência	Diária	Unidade de Medida	Unidade	Polaridade	Positiva
Descrição da fórmula	Soma do número de interrupções recebidas.						
Cálculo em DAX	CALCULATE(COUNTA('eventos'[Tipo de Evento]);'eventos'[Tipo de Evento] = "Interrupção")						
Fonte	Especialista da CGI					Meta	-

Tabela 18: Descrição da métrica “Número de reLigações”

Nº	E4	Nome	Número de reLigações				
Descrição	Representa o número de reLigações recebidas dos contadores no sistema.						
Tipo	Resultado	Frequência	Diária	Unidade de Medida	Unidade	Polaridade	Positiva
Descrição da fórmula	Soma do número de reLigações reLebidas.						
Cálculo em DAX	CALCULATE(COUNTA('eventos'[Tipo de Evento]);'eventos'[Tipo de Evento] = "Religação")						
Fonte	Especialista da CGI				Meta	-	

Tabela 19: Descrição da métrica “Número de comunicações”

Nº	S1	Nome	Número de comunicações				
Descrição	Representa o número de comunicações, isto é, o número de pedidos de comunicações a contadores.						
Tipo	Ação	Frequência	Diária	Unidade de Medida	Unidade	Polaridade	Positiva
Descrição da fórmula	Soma do número de comunicações.						
Cálculo em DAX	COUNTA('comunicação'[ID Comunicação])						
Fonte	Especialista da CGI				Meta	-	

Tabela 20: Descrição da métrica “Número de comunicações completas”

Nº	S2	Nome	Número de comunicações completas				
Descrição	Representa o número de comunicações onde se obteve resposta do contador.						
Tipo	Resultado	Frequência	Diária	Unidade de Medida	Unidade	Polaridade	Positiva
Descrição da fórmula	Soma do número de comunicações completas, isto é, fez-se um pedido e obteve-se resposta.						
Cálculo em DAX	[# Comunicações OK] + [# Comunicações NOK]						
Fonte	Especialista da CGI				Meta	-	

Tabela 21: Descrição da métrica "Número de comunicações OK"

Nº	S3	Nome	Número de comunicações OK				
Descrição	Representa o número de comunicações onde se obteve resposta positiva do contador.						
Tipo	Resultado	Frequência	Diária	Unidade de Medida	Unidade	Polaridade	Positiva
Descrição da fórmula	Soma do número de comunicações com resposta positiva.						
Cálculo em DAX	CALCULATE(COUNTA('comunicação'[ID Comunicação]);'comunicação'[Tipo de Resposta] IN { "Equipamento ligado" };'comunicação'[Estado] IN { "Comunicação com resposta" })						
Fonte	Especialista da CGI				Meta	-	

Tabela 22: Descrição da métrica "Número de comunicações NOK"

Nº	S4	Nome	Número de comunicações NOK				
Descrição	Representa o número de comunicações onde se obteve resposta negativa do contador.						
Tipo	Resultado	Frequência	Diária	Unidade de Medida	Unidade	Polaridade	Positiva
Descrição da fórmula	Soma do número de comunicações com resposta negativa.						
Cálculo em DAX	CALCULATE(COUNTA('comunicação'[ID Comunicação]);'comunicação'[Tipo de Resposta] IN { "Equipamento desligado" };'comunicação'[Estado] IN { "Comunicação com resposta" })						
Fonte	Especialista da CGI				Meta	-	

Tabela 23: Descrição da métrica "Número de comunicações timeout"

Nº	S5	Nome	Número de comunicações <i>timeout</i>				
Descrição	Representa o número de comunicações onde não se obteve resposta na comunicação com o contador.						
Tipo	Resultado	Frequência	Diária	Unidade de Medida	Unidade	Polaridade	Positiva
Descrição da fórmula	Soma do número de pings <i>timeout</i> no período.						
Cálculo em DAX	CALCULATE(COUNTA('comunicacoes'[Codigo do Erro]);'comunicacoes'[Codigo do Erro] IN { "ERRO112" };'comunicacoes'[Estado] IN { "Comunicação sem resposta" })						
Fonte	Especialista da CGI				Meta	-	

Tabela 24: Descrição da métrica “Taxa de comunicações *timeout*”

Nº	S6	Nome	Taxa de comunicações <i>timeout</i>				
Descrição	Representa a percentagem de comunicações onde não se obteve resposta na comunicação com o contador.						
Tipo	Resultado	Frequência	Diária	Unidade de Medida	Percentagem	Polaridade	Positiva
Descrição da fórmula	Divisão do número de comunicações <i>timeout</i> com o número de comunicações.						
Cálculo em DAX	DIVIDE([# Comunicações <i>timeout</i>]; [# Comunicações])						
Fonte	Especialista da CGI					Meta	-

Elementos gráficos

Além da definição das métricas também foram discutidos os tipos de gráficos que seriam utilizados para representar cada métrica no *dashboard*. A Tabela 25 apresenta o tipo de gráfico escolhido e a respetiva fonte que suportou a decisão.

Tabela 25: Gráficos do *dashboard* (1ª iteração)

Título do gráfico	Tipo de Gráfico no Power BI	Fonte
Falhas de energia	<i>Card</i>	Especialista
Cientes interrompidos	<i>Card</i>	Especialista
Interrupções	<i>Card</i>	Especialista
Distribuição dos clientes interrompidos	<i>Shape map</i>	(Few, 2006)
Falhas de energia por tipo de equipamento	<i>Donut chart</i>	(Firican, 2017; Few, 2006)
Alarmes	<i>Clustered column chart</i>	Especialista
<i>Timeouts</i> por comunicação	<i>Line and clustered column chart</i>	Especialista
Comunicações	<i>Line and clustered column chart</i>	Especialista

A Tabela 26 apresenta os elementos necessários à construção de cada gráfico, desde as principais métricas aos campos que permitem tornar o gráfico mais rico em informação.

Tabela 26: Elementos necessários para a construção de cada gráfico (1ª iteração)

Gráfico	Métricas	Outros elementos necessários
Falhas de energia	Número de falhas de energia	
Clientes interrompidos	Número de clientes interrompidos	
Interrupções	Número de interrupções	
Distribuição dos clientes interrompidos	Número de clientes interrompidos	Métrica “Número de falhas de energia” para a <i>tooltip</i>
Falhas de energia por tipo de equipamento	Número de falhas de energia	Campo categórico “Tipo de Equipamento”
Alarmes	Número de interrupções Número de falhas de energia Número de clientes interrompidos Número de comunicações	Campo “Data”
<i>Timeouts</i> por comunicação	Número de interrupções Número de religações Número de comunicações Porcentagem de comunicações <i>timeouts</i>	Campo “Data” e “Serviço”
Comunicações	Número de comunicações OK Número de comunicações NOK Número de comunicações <i>timeout</i> Número de comunicações completas	Campo “Data”

Adicionalmente, foi necessário preparar dois objetos do Power BI, conhecidos por “*Slicer*” para permitir a disponibilização de um filtro por data e outro por distrito ao utilizador. O “*Slicer*” do filtro por data permite ao utilizador seleccionar um ou mais dias e o “*Slicer*” por distrito permite ao utilizador seleccionar um ou mais distritos sobre o qual pretende ver a informação nos gráficos.

3.3.2 2ª Iteração

Com os resultados obtidos na avaliação da primeira versão do *dashboard* e para responder aos problemas identificados na primeira versão, concluiu-se que um *dashboard* mensal seria mais interessante, permitindo assim a consulta da informação não só por semana como também por dia, passando-se assim a tratar de um *dashboard* tático que incorpora a vista diária de um *dashboard* operacional e a ser utilizado pelos supervisores.

Por esse motivo, além da criação das tabelas “Date” e “Distrito” foi necessário acrescentar medidas à tabela “Date” e criar outras tabelas.

Na tabela “Date” calcularam-se quatro novas métricas para que se conseguisse apresentar os dados agregados por semana e para que cada semana começasse à segunda-feira em vez de começar ao domingo. Para isso foi necessário criar as seguintes medidas pela seguinte ordem:

- 1º. Criar a medida “Nº semana do ano” para se obter o número da semana do ano e definir que a semana começa à segunda-feira. Esta medida apresenta dados do tipo “Número” e a seguinte fórmula de cálculo:

```
Nº semana do ano = WEEKNUM(data[Data].[Date];2)
```

- 2º. Criar a medida “Nº dia semana” para se obter o número do dia da semana, por exemplo: Segunda é “1”. Esta medida apresenta dados do tipo “Número” e a seguinte fórmula de cálculo:

```
Nº dia semana = WEEKDAY(data[Data].[Day];2)
```

- 3º. Criar a medida “Dia da semana” para a cada “Nº dia semana” atribuir o seu nome, isto é, quando o “Nº dia semana” for igual a “1”, o dia semana é “Segunda”. Esta medida apresenta dados do tipo “Texto” e a seguinte fórmula de cálculo:

```
Dia da semana = IF(data[Nº dia semana] = 1; "Segunda"; IF(data[Nº dia semana] = 2; "Terça"; IF(data[Nº dia semana] = 3; "Quarta"; IF(data[Nº dia semana] = 4; "Quinta"; IF(data[Nº dia semana] = 5; "Sexta"; IF(data[Nº dia semana] = 6; "Sábado"; IF(data[Nº dia semana] = 7; "Domingo"))))))))
```

- 4º. Criar a medida “Semana” para a cada “Nº semana do ano” atribuir um nome, isto é, “Semana 31” quando o número for 31. Esta medida apresenta dados do tipo “Texto” e a seguinte fórmula de cálculo:

```
Semana = IF(data[Nº semana do ano] = 31; "Semana 31"; IF(data[Nº semana do ano] = 32; "Semana 32"; IF(data[Nº semana do ano] = 33; "Semana 33"; IF(data[Nº semana do ano] = 34; "Semana 34"; IF(data[Nº semana do ano] = 35; "Semana 35"))))))
```

Relativamente às novas tabelas foi necessário criar a tabela “Imagem”. Uma das desvantagens que o Microsoft Power BI Desktop apresenta, quando comparado com o Microsoft Office Excel, é a inexistência de uma formatação condicional utilizando um conjunto de ícones. Ainda assim, após investigação, descobriu-se a forma de aplicar este tipo de formatação às tabelas. Como tal, foi necessário criar a tabela “Imagem” apresentada na Tabela 27.

Tabela 27: Descrição dos campos da tabela “Imagem”

Nome do campo	Descrição	Tipo de campo no Power BI	Valores possíveis
ID	Identificador único da imagem	<i>Data type: Whole Number Format: Whole Number</i>	1 a 999
Imagem	Nome da imagem	<i>Data type: Text Format: Text</i>	Qualquer conjunto de caracteres.
URL	Link do site onde está alojada a imagem.	<i>Data type: Text Format: Text Data Category: Image URL</i>	Qualquer <i>link</i> .

Também nesta iteração foram associados limites às métricas da 1ª iteração e, por esse motivo, surgiu a necessidade de serem criadas novas tabelas para permitir a apresentação dos indicadores de desempenho com o desvio em relação ao limite ou à média do período. Por este motivo criaram-se mais três tabelas (Tabela 28, Tabela 29 e Tabela 30).

Tabela 28: Descrição dos campos da tabela “clientesInterrompidosSemana”

Nome do campo	Descrição	Tipo de campo no Power BI	Valores possíveis
Semana	Número da semana do ano	<i>Data type: Whole Number Format: Whole Number</i>	1 a 52
# Clientes interrompidos	Número de clientes interrompidos em cada semana	<i>Data type: Whole Number Format: Whole Number</i>	Qualquer valor numérico. Não pode ser vazio.
Limite	Limite de clientes interrompidos em cada semana	<i>Data type: Whole Number Format: Whole Number</i>	Qualquer valor numérico. Não pode ser vazio.

Tabela 29: Descrição dos campos da tabela “falhasEnergiaSemana”

Nome do campo	Descrição	Tipo de campo no Power BI	Valores possíveis
Semana	Número da semana do ano	<i>Data type: Whole Number Format: Whole Number</i>	1 a 52
# Falhas de energia	Número de clientes interrompidos por semana	<i>Data type: Whole Number Format: Whole Number</i>	Qualquer valor numérico. Não pode ser vazio.
Limite	Limite de falhas de energias por semana	<i>Data type: Whole Number Format: Whole Number</i>	Qualquer valor numérico. Não pode ser vazio.
Média de falhas de energia	Média de falhas de energia por semana	<i>Data type: Decimal Number Format: Decimal Number</i>	Qualquer valor numérico. Não pode ser vazio.
Limite médio	Limite médio de falhas de energia por semana	<i>Data type: Whole Number Format: Whole Number</i>	Qualquer valor numérico. Não pode ser vazio.

Tabela 30: Descrição dos campos da tabela “interrupçõesSemana”

Nome do campo	Descrição	Tipo de campo no Power BI	Valores possíveis
Semana	Número da semana do ano	<i>Data type: Whole Number Format: Whole Number</i>	1 a 52
# Interrupções	Número de interrupções em cada semana	<i>Data type: Whole Number Format: Whole Number</i>	Qualquer valor numérico. Não pode ser vazio.
Limite	Limite de interrupções em cada semana	<i>Data type: Whole Number Format: Whole Number</i>	Qualquer valor numérico. Não pode ser vazio.

Indicadores de desempenho selecionados

Além de ter surgido a necessidade de se pedirem novos dados, surgiu também a necessidade de se realizar uma segunda entrevista não estruturada com o especialista da CGI para se redefinirem as métricas e serem definidas metas/limites, passando assim a existir um conjunto de indicadores de desempenho (PI).

A Tabela 31 apresenta as métricas que já estavam selecionadas na 1ª iteração e que são mantidas nesta versão mas com limites definidos.

Tabela 31: Métricas da 1ª iteração e que se mantêm na 2ª iteração como PI

Nº	Nome	Limite por semana
E1	Número de clientes interrompidos	< 80.000
E2	Número de falhas de energia	< 3.300
E3	Número de interrupções	< 50.000
S1	Número de comunicações	< 35.000
S5	Número de comunicações <i>timeout</i>	< 1.000
S6	Taxa de comunicações <i>timeout</i>	< 10%

Da Tabela 32 à Tabela 35 são apresentados os novos indicadores de desempenho selecionados nesta iteração (Eckerson, 2015; Parmenter, 2007), as suas características e fórmulas de cálculo.

Tabela 32: Descrição do indicador de desempenho “CAIFI”

Nº	E5	Nome	CAIFI (Customer Average Interruption Duration Index)				
Descrição	Corresponde ao número médio de vezes que um cliente foi interrompido (Kornatka, 2017).						
Tipo	Resultado	Frequência	Anual ou mensal	Unidade de Medida	Número	Polaridade	Valores baixos são bons
Descrição da fórmula	Soma do número total de interrupções por cliente a dividir pelo número total de clientes interrompidos (cada cliente é contado 1 só vez)						
Cálculo em DAX	VAR lista_de_falhas = CALCULATETABLE(eventos;eventos[Tipo de Evento] = "Falha de energia") RETURN DIVIDE(COUNTROWS(lista_de_falhas);SUMX(lista_de_falhas;[Numero de clientes interrompidos]))						
Fonte	Especialista da CGI				Meta	< 1	

Tabela 33: Descrição do indicador de desempenho “SAIFI”

Nº	E6	Nome	SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)				
Descrição	É o número médio de interrupções que um cliente teve num determinado período de tempo (Corporation, 2016; Schuerger <i>et al.</i> , 2016; IEEE Power & Energy Society, 2012).						
Tipo	Resultado	Frequência	Anual ou mensal	Unidade de Medida	Número	Polaridade	Valores baixos são bons
Descrição da fórmula	Soma do número de interrupções por cliente a dividir pelo número total de clientes instalados.						
Cálculo em DAX	VAR lista_de_falhas = CALCULATETABLE(eventos;eventos[Tipo de Evento] = "Falha de energia") RETURN DIVIDE(SUMX(lista_de_falhas;[Numero de clientes interrompidos]);[# Clientes instalados])						
Fonte	Especialista da CGI				Meta	< 1	

Tabela 34: Descrição do indicador de desempenho “CAIDI”

Nº	E7	Nome	CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index)				
Descrição	É a duração média de interrupção para os clientes interrompidos num determinado período de tempo (Corporation, 2016).						
Tipo	Resultado	Frequência	Anual ou mensal	Unidade de Medida	Número	Polaridade	Valores baixos são bons
Descrição da fórmula	Soma das durações, em minutos, de cada interrupção por cliente a dividir pelo número total de clientes interrompidos.						
Cálculo em DAX	VAR reestabelecimento_de_energia = CALCULATETABLE(eventos;eventos[Tipo de Evento] = "Reestabelecimento de energia") RETURN DIVIDE(SUMX(reestabelecimento_de_energia;[Duracao]); SUMX(reestabelecimento_de_energia;[Numero de clientes interrompidos]))						
Fonte	Especialista da CGI					Meta	< 5 min

Tabela 35: Descrição do indicador de desempenho “SAIDI”

Nº	E8	Nome	SAIDI (System Average Interruption Duration Index)				
Descrição	Indica por quanto tempo os clientes foram afetados. Traduz o tempo médio em que o fornecimento de energia foi interrompido (Kornatka, 2017).						
Tipo	Resultado	Frequência	Anual ou mensal	Unidade de Medida	Número	Polaridade	Valores baixos são bons
Descrição da fórmula	Soma das durações, em minutos, de cada interrupção por cliente a dividir pelo número total de clientes instalados.						
Cálculo em DAX	VAR reestabelecimento_de_falhas = CALCULATETABLE(eventos;eventos[Tipo de Evento] = "Reestabelecimento de energia") RETURN DIVIDE(SUMX(reestabelecimento_de_falhas;[Duracao]); [# Clientes])						
Fonte	Especialista da CGI					Meta	< 5 min

Elementos gráficos

No seguimento dos problemas identificados na 1ª iteração foi também necessário alterar alguns tipos de gráficos e acrescentar novos. A Tabela 36 apresenta os gráficos que farão parte da segunda versão do *dashboard* de forma a resolver os problemas identificados.

Tabela 36: Gráficos do dashboard (2ª iteração)

Título do gráfico	Tipo de Gráfico no Power BI	Fonte
Distribuição das falhas de energia	<i>Drilldown Choropleth</i>	(Hugo <i>et al.</i> , 2015; Few, 2006)
Falhas de energia	<i>KPI Indicator</i>	
Clientes interrompidos	<i>KPI Indicator</i>	
Interrupções	<i>KPI Indicator</i>	
<i>Timeouts</i>	<i>Gauge</i>	
Falhas de energia por semana e dia	<i>Line chart</i>	(Firican, 2017; Hugo <i>et al.</i> , 2015; Few, 2006)
<i>Timeouts</i> por semana e dia	<i>Matrix</i>	(Hugo <i>et al.</i> , 2015; Few, 2006)
Média de interrupções por cliente	<i>Line chart</i>	(Firican, 2017; Hugo <i>et al.</i> , 2015; Few, 2006)
Duração média de interrupção (minutos)	<i>Line chart</i>	

A Tabela 37 apresenta os elementos necessários à construção de cada gráfico, desde os indicadores de desempenho aos campos que permitem tornar o gráfico mais rico em informação.

Tabela 37: Elementos necessários para a construção de cada gráfico (2ª iteração)

Gráfico	Indicadores de desempenho e campos necessários
Distribuição das falhas de energia	Tabela “Evento”: Número de falhas de energia e Número de clientes interrompidos Tabela “Distrito”: Distrito
Falhas de energia	Tabela “falhasEnergiaSemana”: # Falhas de energia, Limite Tabela “Date”: Número da semana do ano
Clientes interrompidos	Tabela “clientesInterrompidosSemana”: # Clientes interrompidos, Limite Tabela “Date”: Número da semana do ano
Interrupções	Tabela “interrupçõesSemana”: # Interrupções, Limite Tabela “Date”: Número da semana do ano
<i>Timeouts</i>	Tabela “Comunicação”: Taxa de comunicações <i>timeout</i>
Falhas de energia por semana e dia	Tabela “Evento”: Número de falhas de energia Tabela “Date”: Número da semana do ano, Data
<i>Timeouts</i>	Tabela “Comunicação”: Número de comunicações Tabela “Comunicação”: Taxa de comunicações <i>timeout</i> Tabela “Comunicação”: <i>Timeout status</i> Tabela “Date”: Número da semana do ano, Data
Média de interrupções por cliente	Tabela “Evento”: CAIFI, SAIFI Tabela “Date”: Número da semana do ano, Data
Duração média de interrupção (minutos)	Tabela “Evento”: CAIDI, SAIDI Tabela “Date”: Número da semana do ano, Data

Por fim, foi também adicionado outro filtro do tipo “*Slicer*” para permitir ao utilizador, no papel de supervisor, escolher uma ou mais semanas sobre o qual pretende visualizar a informação nos gráficos.

Capítulo 4 – Apresentação dos Resultados

Toda a preparação feita e apresentada no Capítulo 3 permitiu a construção de um *dashboard* tático mensal composto pelas informações mais importantes, de forma consolidada e organizada num único ecrã, para que o utilizador, no papel de *supervisor*, identifique rapidamente possíveis problemas na rede elétrica ou ao nível da infraestrutura do sistema. Este *dashboard* permite ao utilizador aplicar filtros por data e por localização, mas também analisar uma semana específica do mês e obter informações adicionais, ou seja, fazer *drill down* da informação.

Das principais ferramentas informáticas existentes no mercado, optou-se pela utilização do Microsoft Power BI Desktop. A escolha recaiu pela sua simplicidade de utilização e pelo *design* apelativo e por ter mostrado maior eficiência no que diz respeito ao carregamento e à preparação dos dados.

Este capítulo incide sobre as etapas modelação e avaliação do CRISP-DM, apresentando o resultado obtido na 1ª iteração e os respetivos problemas identificados. Apresenta, igualmente, o resultado final, que diz respeito à 2ª iteração e que tem como objetivo apresentar as soluções adotadas considerando os problemas e as necessidades inicialmente identificadas.

4.1. Resultados da 1ª iteração

Na primeira iteração foram disponibilizados dados de 14 de maio a 3 de junho de 2018. O conjunto de dados estava dividido em duas tabelas, a tabela “Comunicação” e a tabela “Evento” e foram acrescentadas as tabelas auxiliares “Distrito”, “Date” e “lastRefresh”, conforme apresentada na Figura 19 .

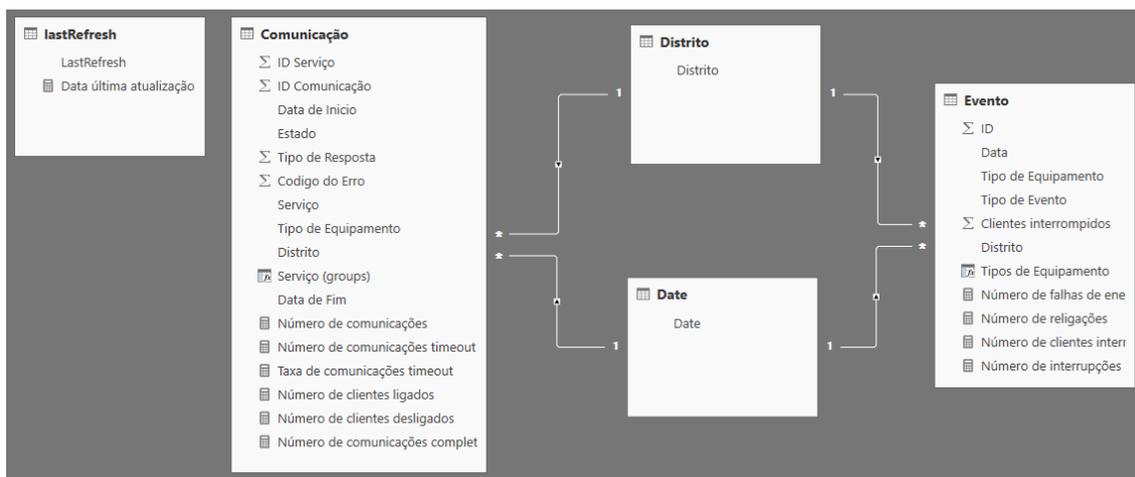


Figura 19: Modelo de dados do dashboard da 1ª iteração

Foram seleccionadas, na fase anterior do CRISP-DM, dez métricas e definidos oito gráficos (Tabela 38) que ajudem a monitorizar as falhas de energia na rede elétrica.

Tabela 38: Métricas e gráficos da 1ª iteração

Métricas	Gráficos
Número de clientes interrompidos	Falhas de energia
Número de falhas de energia	Clientes interrompidos
Número de interrupções	Interrupções
Número de religações	Distribuição dos clientes interrompidos
Número de comunicações	Falhas de energia por tipo de equipamento
Número de comunicações completas	Alarmes
Número de clientes ligados	Timeouts por comunicação
Número de clientes desligados	Comunicações
Número de comunicações <i>timeout</i>	
Taxa de comunicações <i>timeout</i>	

O resultado obtido nesta 1ª iteração (Figura 20 e Figura 21) foi um *dashboard* operacional. Os gráficos e filtros apresentados foram escolhidos tendo em conta, essencialmente, os *inputs* do especialista e a revisão da literatura sobre os tipos de gráficos mais adequados (ponto 2.3.2) e as características recomendadas para este tipo de ferramenta (ponto 2.3.3).

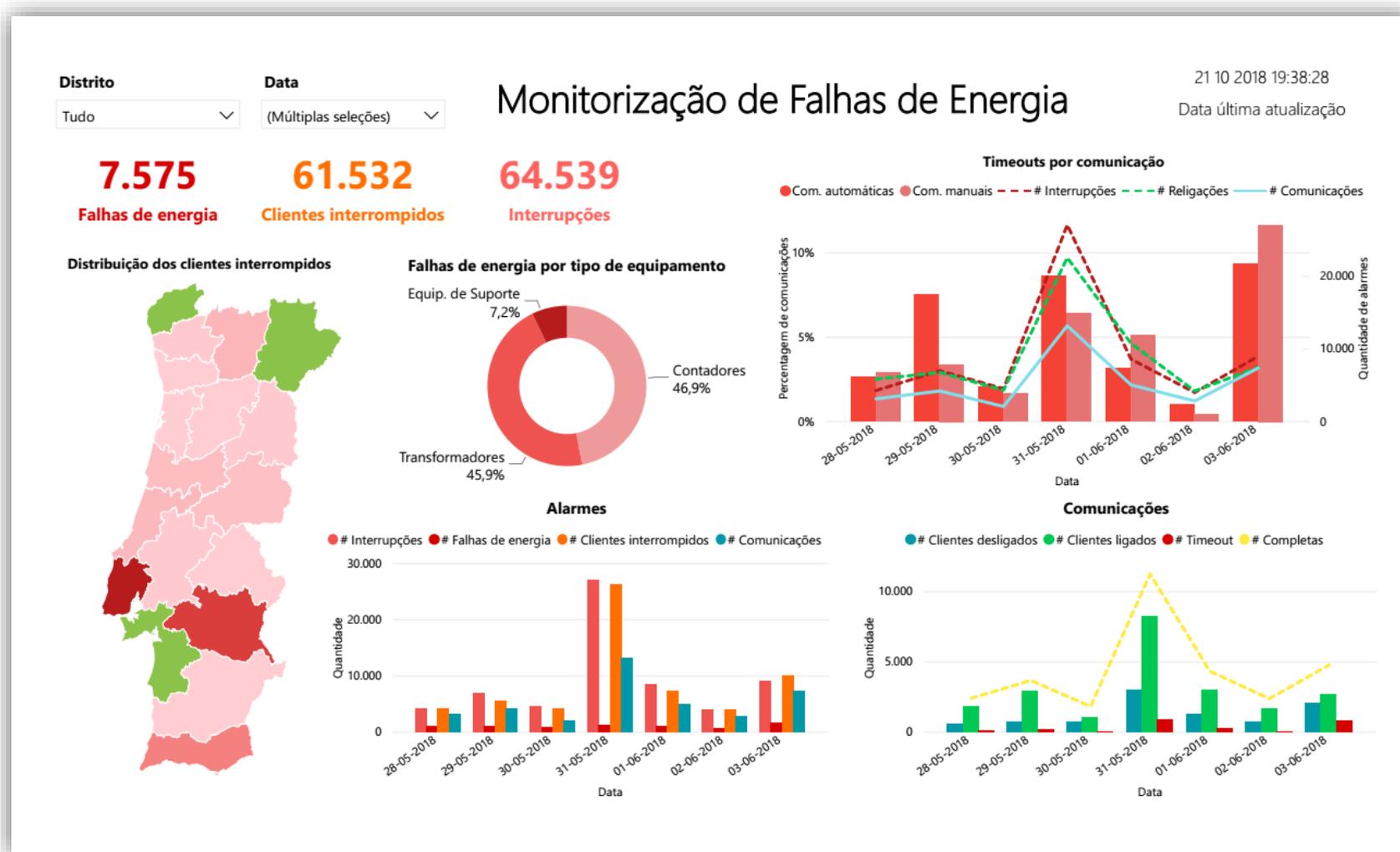


Figura 20: Proposta de dashboard da 1ª iteração

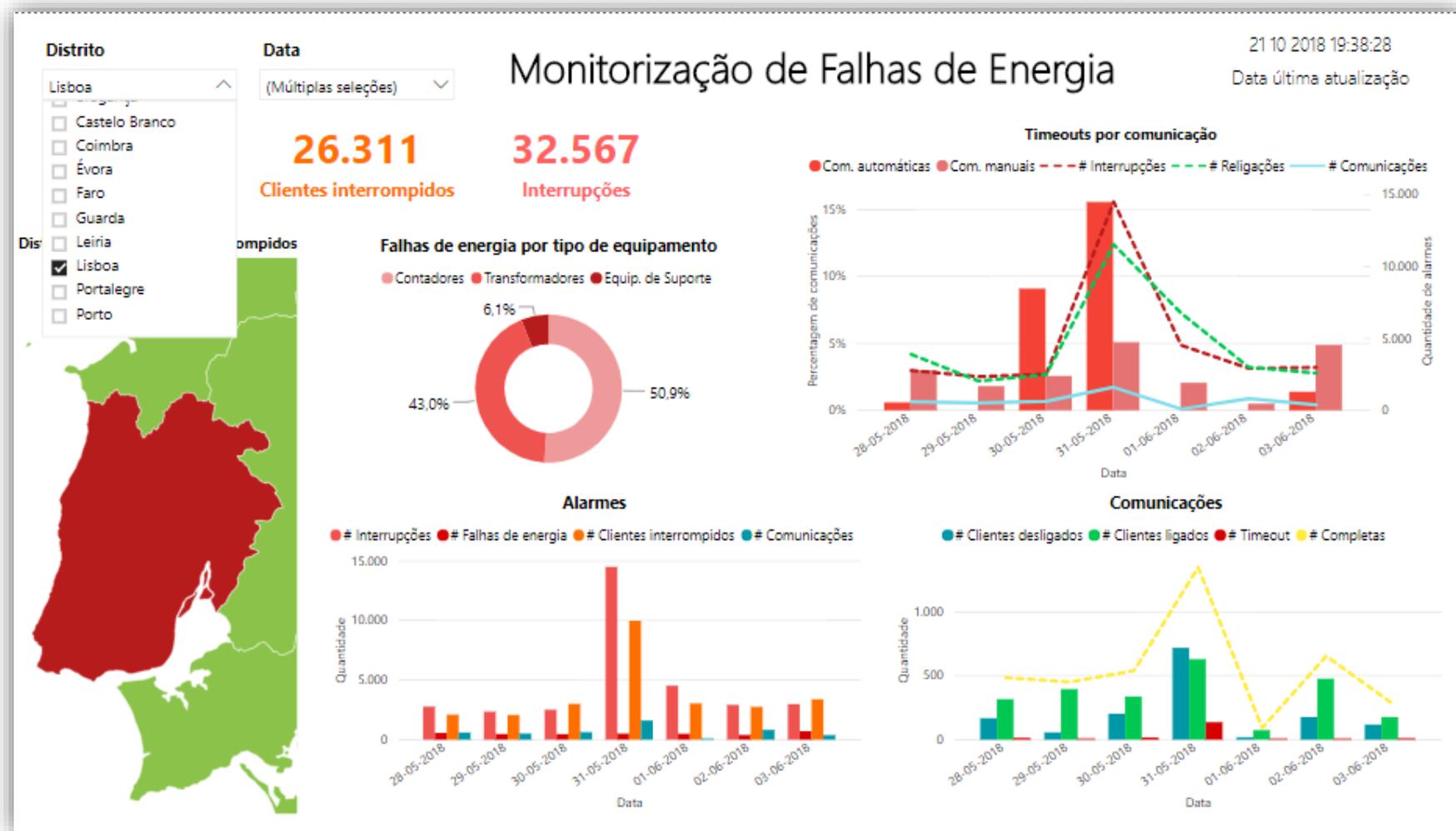


Figura 21: Proposta de dashboard para o distrito de Lisboa

O *dashboard* proposto respeita o *layout* sugerido por Firican (2017), Tokola *et al.* (2016) e Few (2006) no que diz respeito ao único ecrã, sem *scroll bars* e à localização da informação mais importante. No entanto, não permite ao operador fazer *drill down* e por isso, não é possível visualizar a informação de detalhe por hora, conforme sugerido por Few (2006). A utilização de filtros está presente e permite ao utilizador selecionar os distritos e as semanas que pretende monitorizar a informação. Relativamente às cores escolhidas, optou-se por atribuir o vermelho às falhas de energia, sendo que a quantidade de falhas de energia é que define a intensidade da cor, e o verde a indicadores que representem informação positiva. A título de exemplo, os distritos com nenhuma falha de energia e o número de clientes ligados. Conforme recomendado por Firican (2017) todos os gráfico têm títulos, legendas e *tooltips* que ajudam o operador a identificar rapidamente a informação apresentada em cada gráfico. Few (2006) recomenda, ainda, a utilização de sinais de alerta e de semáforos.

4.1.1 Problemas identificados

Chegou-se à conclusão que alguns pontos sugeridos na revisão da literatura fariam todo o sentido ser disponibilizados no *dashboard*. Os problemas identificados nesta proposta foram:

- A impossibilidade do utilizador visualizar informação de detalhe (*drill down*) e a única vista permitida ser a semanal;
- A impossibilidade do utilizador consultar o número de clientes interrompidos por concelho no gráfico “Distribuição dos clientes interrompidos”;
- A inexistência de metas ou limites para que o utilizador perceba rapidamente qual o posicionamento do valor obtido relativamente à meta ou limite associado;
- A inexistência de semáforos para as métricas “Número de falhas de energia”, “Número de interrupções”, “Número de clientes interrompidos” e “Taxa de comunicações *timeout*”;
- A não utilização dos indicadores de desempenho mais utilizados do setor da energia elétrica.

4.2. Resultados da 2ª iteração

Por na primeira proposta de *dashboard* ter sido identificado um conjunto de pontos inexistentes e a melhorar, foi necessário criar uma segunda proposta de forma a responder às necessidades sentidas.

Para a 2ª iteração foram disponibilizados novos dados para o mês de agosto de 2018, onde se registaram as mesmas tabelas da 1ª iteração, ou seja, a tabela “Comunicação” e “Evento”. Ao conjunto de tabelas auxiliares, já existentes no modelo, foram acrescentadas outras, nomeadamente, a tabela “Imagem”, “clientesInterrompidosSemana”, “falhasEnergiaSemana” e “interrupçõesSemana”, conforme apresentado no modelo da Figura 22.

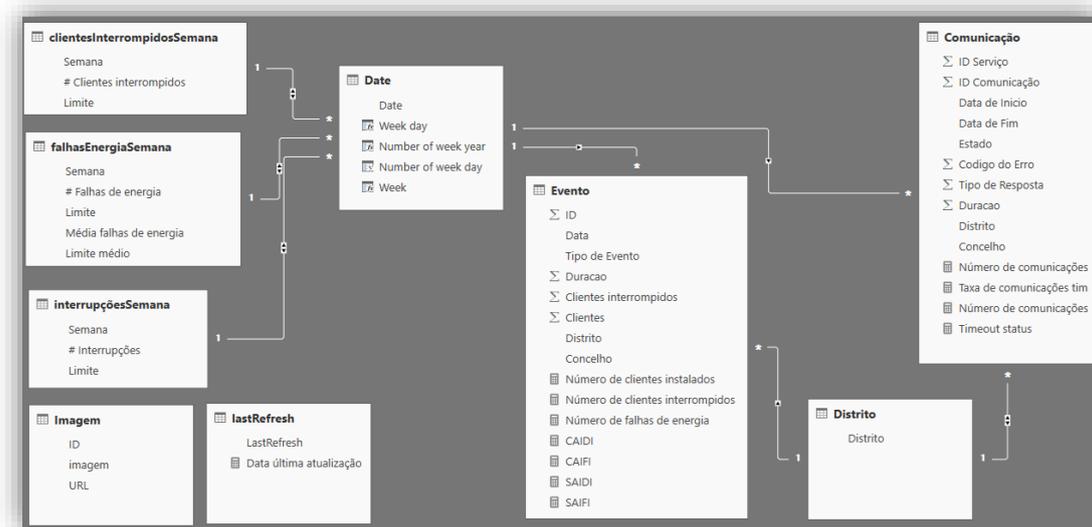


Figura 22: Modelo de dados da 2ª iteração

Nesta fase foram selecionados dez indicadores de desempenho e definidos nove gráficos (Tabela 39) que ajudem a monitorizar as falhas de energia na rede elétrica.

Tabela 39: Indicadores e gráficos da 2ª iteração

Indicadores de desempenho	Gráficos
Número de clientes interrompidos	Distribuição das falhas de energia
Número de falhas de energia	Falhas de energia
Número de interrupções	Clientes interrompidos
Número de comunicações	Interrupções
Número de comunicações <i>timeout</i>	<i>Timeouts</i>
Taxa de comunicações <i>timeout</i>	Falhas de energia por semana e dia
SAIDI	<i>Timeouts</i> por semana e dia
SAIFI	Média de interrupções por cliente
CAIDI	Duração média por interrupção em minutos
CAIFI	

O resultado obtido nesta 2ª iteração (Figura 23) foi um *dashboard* tático que incorpora a vista semanal de um *dashboard* operacional (Figura 24). Os gráficos e filtros apresentados, à semelhança da 1ª iteração, foram escolhidos tendo em conta, essencialmente, a revisão da literatura e as características recomendadas para este tipo de ferramenta, mas principalmente para dar resposta aos problemas identificados na proposta da 1ª iteração.

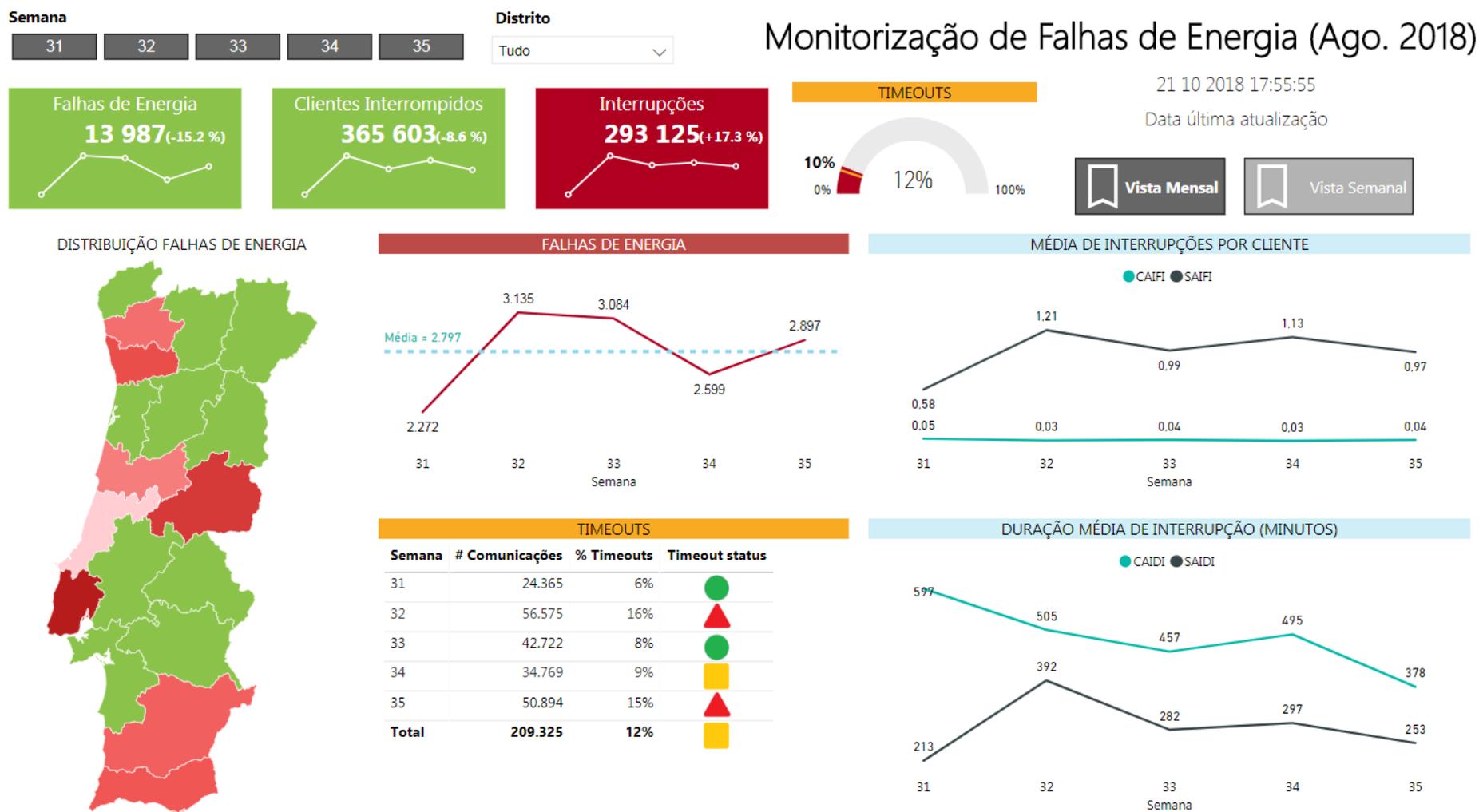


Figura 23: Proposta de dashboard da 2ª iteração com vista mensal

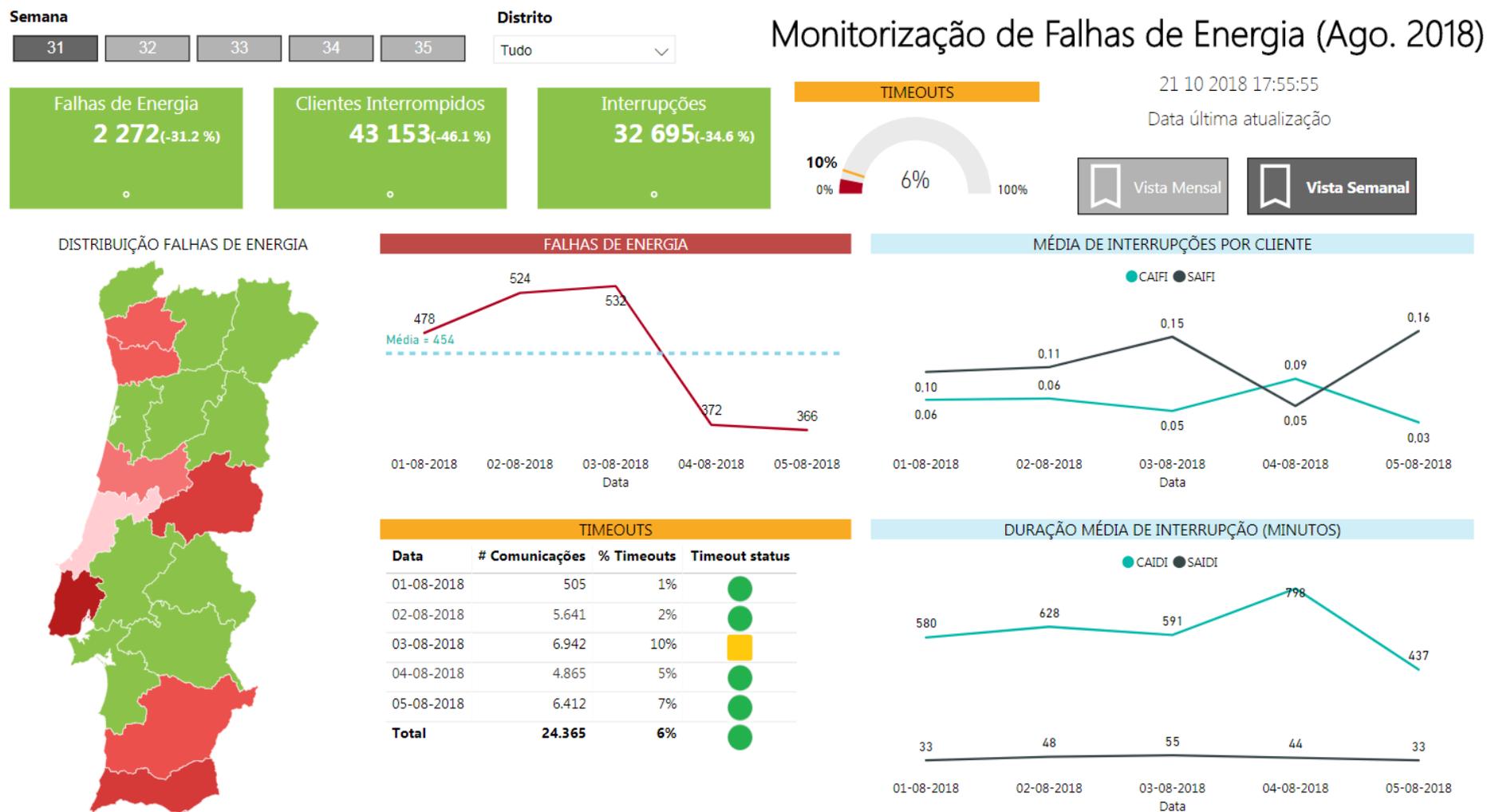


Figura 24: Proposta de dashboard da 2ª iteração com vista semanal

4.2.1 Descrição detalhada do *dashboard*

São apresentados, em detalhe, os gráficos e as tabelas que compõe esta proposta de *dashboard*, para melhor se compreender de que forma cada um destes elementos ajuda os utilizadores a monitorizarem as falhas de energia na rede elétrica. Assim:

- **Distribuição das falhas de energia:** Apresenta a distribuição do número de falhas de energia por distrito (Figura 25).

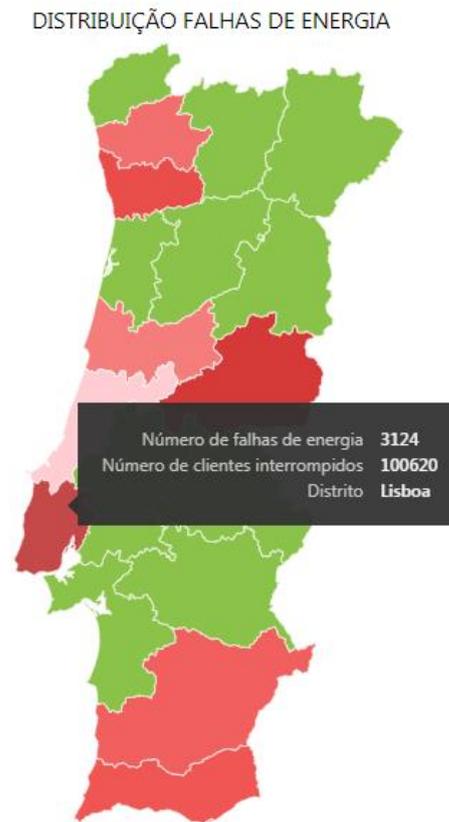


Figura 25: “Drilldown Choropleth”: distribuição geográfica das falhas de energia

Fonte: Hugo et al. (2015) e Few (2006)

Quando é colocado o rato sobre um distrito é apresentada uma *tooltip* com o nome do distrito, o número de falhas de energia e o número de clientes interrompidos, no período de tempo selecionado. Este gráfico permite ao operador clicar num distrito e filtrar a informação dos restantes elementos apenas para esse distrito. Este tipo de visualização gráfica permite não só perceber quais os distritos

mais afetados como também, aplicar um filtro por localização. Cada distrito poderá ter uma das seguintes cores:

- Verde, quando não existe nenhuma falha de energia no distrito no período de tempo selecionado;
 - Vermelho, quando existe uma ou mais falhas de energia no distrito no período de tempo selecionado. A intensidade da cor vermelha reflete a quantidade de falhas de energia no distrito, sendo que quanto mais escura for a intensidade maior é o número de falhas de energia.
- **Falhas de Energia:** Apresenta o número total de falhas de energia no período de tempo selecionado e o desvio desse valor relativamente ao limite definido (Figura 26).



Figura 26: “KPI Indicador”: número de falhas de energia mensal e semanal

Fonte: Hugo et al. (2015) e Few (2006)

Permite, também, visualizar o total de falhas de energia por semana (cada ponto de linha horizontal representa uma semana). Quando o rato é colocado sobre uma semana é apresentada uma *tooltip* com o número da semana do ano, o valor de falhas de energia da semana e o limite definido. Este gráfico “KPI Indicador” pode apresentar três cores:

- Verde, quando o valor atual é igual ou inferior ao limite;
- Amarelo, quando o valor atual não excede o limite em mais de 5%;
- Vermelho, quando o valor atual excede o limite em mais 5%.

- **Cientes Interrompidos:** Apresenta o número total de clientes interrompidos no período de tempo selecionado e o desvio desse valor relativamente ao limite definido (Figura 27).



Figura 27: “KPI Indicator”: número de clientes interrompidos mensal e semanal

Fonte: Hugo et al. (2015) e Few (2006)

Permite, também, visualizar o total de clientes interrompidos por semana (cada ponto de linha horizontal representa uma semana). Quando o rato é colocado sobre uma semana é apresentada uma *tooltip* com o número da semana do ano, o valor de clientes interrompidos da semana e o limite definido. Este gráfico “KPI Indicator” pode apresentar três cores:

- Verde, quando o valor atual é igual ou inferior ao limite;
 - Amarelo, quando o valor atual não excede o limite em mais de 5%;
 - Vermelho, quando o valor atual excede o limite em mais 5%.
- **Interrupções:** Apresenta o número total de interrupções no período de tempo selecionado e o desvio desse valor relativamente ao limite definido (Figura 28).



Figura 28: “KPI Indicator”: número de interrupções recebidas mensal e semanal

Fonte: Hugo et al. (2015) e Few (2006)

Permite, também, visualizar o total de interrupções por semana (cada ponto de linha horizontal representa uma semana). Quando o rato é colocado sobre uma semana é apresentada uma *tooltip* com o número da semana do ano, o valor de interrupções recebidas da semana e o limite definido. Este gráfico “*KPI Indicator*” pode apresentar três cores:

- Verde, quando o valor atual é igual ou inferior ao limite;
 - Amarelo, quando o valor atual não excede o limite em mais de 5%;
 - Vermelho, quando o valor atual excede o limite em mais 5%.
- **Timeouts:** Representa a percentagem de comunicações que deram *timeout* no período de tempo selecionado (Figura 29).

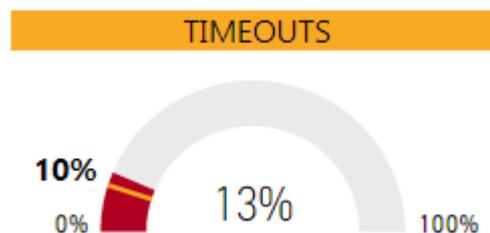


Figura 29: “Gauge”: percentagem de comunicações timeout

Fonte: Hugo et al. (2015) e Few (2006)

Este tipo de gráfico permite ao utilizador perceber rapidamente quando é que a percentagem de *timeouts* é superior ao limite definido.

- **Falhas de energia por semana e dia:** Este gráfico apresenta o número (linha vermelha) de falhas de energia por semana ou por dia e a respetiva média (linha azul) (Figura 30);

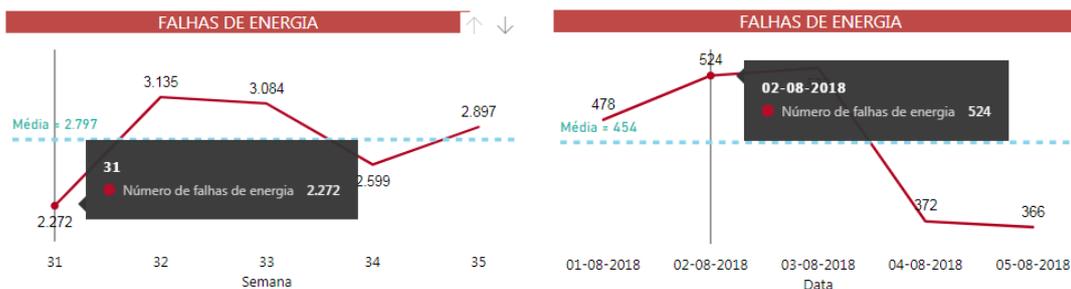


Figura 30: “Line chart”: quantidade e média de falhas de energia por semana e dia

Fonte: (Firican, 2017; Hugo et al., 2015; Few, 2006)

Em cada ponto da linha vermelha é apresentado o número total de falhas de energia e quando o utilizador coloca o rato sobre esse ponto é apresentada uma *tooltip* com o respetivo número da semana do ano e de falhas de energia. O utilizador poderá ainda clicar duas vezes num ponto para consultar o número de falhas de energia em cada dia (*drill down*) e a média dessa semana.

- **Timeouts por semana e dia:** Esta tabela permite analisar a distribuição da percentagem de *timeouts* por semana e por dia com semáforos (Figura 31).

TIMEOUTS			
Semana	# Comunicações	% Timeouts	Timeout status
31	24.365	6%	●
32	56.575	16%	▲
33	42.722	8%	●
34	34.769	9%	■
35	50.894	15%	▲
Total	209.325	12%	■

TIMEOUTS			
Data	# Comunicações	% Timeouts	Timeout status
01-08-2018	505	1%	●
02-08-2018	5.641	2%	●
03-08-2018	6.942	10%	■
04-08-2018	4.865	5%	●
05-08-2018	6.412	7%	●
Total	24.365	6%	●

Figura 31: “Matrix”: percentagem de comunicações timeout vs total de comunicações

Fonte: Hugo et al. (2015) e Few (2006)

Os semáforos contribuem fortemente para a identificação de valores acima do limite definido, sem que o utilizador precise de analisar cuidadosamente todos os valores apresentados. Nesta tabela é igualmente permitido fazer *drill down* da informação, fazendo duplo clique numa semana.

- **Média de interrupções por cliente:** Apresenta o número médio de interrupções por cliente para um universo de clientes diferentes (Figura 32).

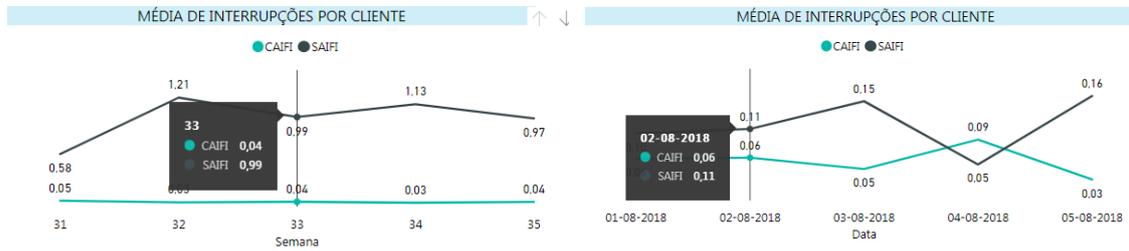


Figura 32: “Line chart”: média de interrupções por cliente

Fonte: Firican (2017); Hugo et al. (2015) e Few (2006)

Permite ao utilizador identificar quantas interrupções cada cliente regista por semana ou por dia, uma vez que este gráfico permite igualmente fazer *drill down* da informação, ao fazer duplo clique num ponto numa linha.

- **Duração média por interrupção:** Apresenta a duração média de uma interrupção, em minutos (Figura 33).

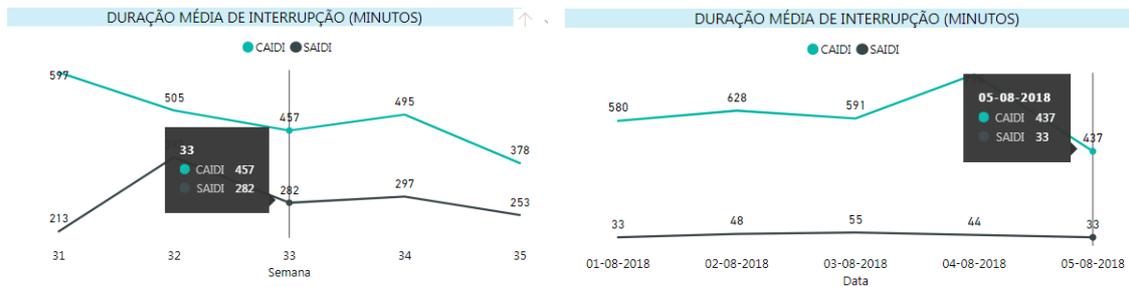


Figura 33: “Line chart”: duração média de interrupções em minutos

Fonte: Firican (2017); Hugo et al. (2015) e Few (2006)

Indica por quanto tempo uma falha de energia durou para os clientes interrompidos por semana ou por dia, uma vez que este gráfico permite igualmente fazer *drill down* da informação, ao fazer duplo clique num ponto numa linha.

4.2.2 Comparação com a 1ª iteração

Ao contrário da proposta da 1ª iteração, esta nova versão permite ao utilizador, no papel de supervisor, fazer *drill down* da informação, isto é, monitorizar as falhas de energia na rede elétrica não só por semana, mas também por dia (Few, 2006) e identificar os dias mais críticos.

Além disso, incorpora a utilização de semáforos tanto no gráfico “*Timeouts*” como nos gráficos “Falhas de Energia”, “Clientes Interrompidos” e “Interrupções”, onde a cor apresentada varia consoante o desvio do valor relativamente aos limites definidos. Apesar desses três últimos gráficos apresentarem sempre o valor total da semana selecionada, o objetivo é que o utilizador possa consultar mais informação de detalhe utilizando os restantes elementos gráficos.

É de realçar que foi utilizado o vermelho para traduzir a presença de problemas e diferentes intensidades para traduzir o respetivo grau de severidade. O verde foi utilizado para representar a ausência de problemas e o azul para transmitir informações.

Por fim, a data da última atualização do *dashboard* está presente nesta proposta, assim como a identificação do mês a que dizem respeito as informações apresentadas.

Desta forma, o objetivo “Construir um protótipo de *dashboard* para a monitorização de falhas na rede elétrica” foi cumprido.

4.3.Avaliação

Com o objetivo de obter uma avaliação do *dashboard* proposto, construiu-se um questionário a ser respondido pelo especialista da CGI. Este questionário visa avaliar a utilidade e a usabilidade do *dashboard* e por esse motivo teve-se em conta, não só os critérios de avaliação apresentados no subcapítulo 2.3.6, como também a literatura (Wangenheim *et al.*, 2014).

O questionário apresentado é composto por nove perguntas, seis delas com resposta em escala tipo *Likert*, com 5 pontos, e as restantes com resposta de Sim/Não.

Apresentam-se a seguir as perguntas e as respostas do especialista.

P1	Como avalia a utilidade deste <i>dashboard</i> para a monitorização de falhas na rede elétrica para as empresas do setor da energia elétrica?
R1	Muito útil (numa escala de 1-Nada útil a 5-Extremamente útil)

P2	Considera este <i>dashboard</i> útil para a monitorização de falhas na rede elétrica na CGI?
R2	Não. “A CGI não presta serviços de operação nesta área. Para a CGI interessa ter aplicações que disponibilizem este tipo de informação aos nossos clientes e Dashboards que correlacionem as falhas com a performance das nossas aplicações.”

P3	Como avalia a facilidade de utilização deste <i>dashboard</i> ?
R3	Muito fácil (numa escala de 1-Nada fácil a 5-Extremamente fácil)

P4	Qual o grau de <i>Importância</i> que atribui às seguintes características desta proposta de <i>dashboard</i> ?	
R4	Sistema de alertas para identificar valores fora dos limites	Extremamente importante (numa escala de 1-Nada importante a 5-Extremamente importante)
	Utilização de semáforos para monitorizar a percentagem de comunicações <i>timeout</i>	
	Possibilidade de utilização de filtros	
	Possibilidade de fazer <i>drill down</i>	
	Distribuição geográfica das falhas de energia	Muito importante (numa escala de 1-Nada importante a 5-Extremamente importante)

P5	Sugere acrescentar nova(s) característica(s) a este <i>dashboard</i> ?
R5	Não

P6	Considera que os indicadores apresentados neste <i>dashboard</i> são os adequados para a monitorização de falhas na rede elétrica?
R6	Sim

P7	Como avalia os gráficos utilizados para apresentar os diferentes tipos de indicadores?
R7	Muito adequados (numa escala 1-Nada adequado a 5-Extremamente adequado)

P8	Considera que a paleta de cores utilizada neste <i>dashboard</i> é intuitiva?
R8	Muito intuitiva (numa escala 1-Nada intuitiva a 5-Muito intuitiva)

P9	Em que medida concorda com a seguinte afirmação? "O <i>dashboard</i> é confuso, apresenta demasiados conteúdos e exige tempo para processar a informação."
R9	Discordo totalmente (numa escala de 1-Discordo totalmente a 5-Concordo totalmente)

Desta forma, as respostas do especialista no negócio da distribuição da energia da CGI leva a concluir, de forma inequívoca, que o *dashboard* (com dois ecrãs) é útil e fácil de utilizar. No entanto, a sua utilidade não é para empresas como a CGI, mas sim para os seus clientes, sendo que poderia ser incorporado na aplicação que a CGI comercializa.

Capítulo 5 – Conclusões

5.1. Resumo

Existe uma grande variedade de literatura em torno da temática dos *dashboards*, mas no setor da energia elétrica é algo que ainda não é muito explorado cientificamente. Por esse motivo, esta investigação contribuiu para a melhoria de outras ferramentas de monitorização deste setor ou de semelhante atividade e para o enriquecimento da literatura. De facto, esta investigação responde à questão formulada: em que medida a construção de um *dashboard* ajuda a monitorizar as falhas de energia numa rede elétrica inteligente? Através da concretização de três objetivos, recorrendo ao contexto de uma empresa portuguesa no setor da energia elétrica.

Esta empresa, a CGI, detém um projeto no setor da energia elétrica e disponibiliza aos seus clientes uma aplicação integrada responsável pela recolha e gestão de dados de energia elétrica e pelo fornecimento de recursos de supervisão das redes elétricas inteligentes. Por esse motivo e por existir a necessidade da equipa de projeto ter de monitorizar o comportamento da aplicação face ao fornecimento da energia elétrica, surge a possibilidade de responder à questão de investigação com base neste estudo de caso.

Esta investigação visa propor uma solução que auxilie na monitorização de falhas numa rede elétrica inteligente. Para o efeito, recorreu-se à metodologia CRISP-DM, metodologia focada no negócio, onde foram registadas duas iterações.

Na primeira iteração começou-se pela compreensão do negócio, onde se definiu como objetivo a criação de um *dashboard* operacional para monitorização de falhas, útil e fácil de usar, e pela compreensão dos dados, onde se verificou a inexistência de erros no conjunto de dados fornecido pela CGI. De seguida, os dados foram importados e preparados no *software* Microsoft Power BI Desktop, sendo que, foram atribuídos o tipo de dados e o formato certo a cada campo e foram criadas tabelas auxiliares à navegação do *dashboard*.

Importa, aqui, destacar que, das soluções líderes e existentes no mercado, foi a ferramenta Microsoft Power BI Desktop que satisfaz a necessidade desta investigação, não só por motivos de *design*, como também de desempenho.

Uma vez preparados os dados, foram seleccionadas as métricas, com base na literatura e numa entrevista, para o *dashboard* e, de acordo com o tipo de métricas, foram

selecionados os tipos de gráficos apropriados, conforme as indicações do especialista entrevistado e da literatura.

Nas fases seguintes da metodologia, criou-se o primeiro *dashboard* operacional, com vista semanal, e na sua avaliação concluiu-se que este não apresentava algumas das características importantes deste tipo de ferramenta de monitorização, nomeadamente a inexistência de metas e limites, a inutilização de semáforos e a possibilidade de analisar um indicador por localização geográfica com *drill down*. Por esse motivo, foram solicitados novos dados para se conseguir apresentar uma nova proposta de *dashboard* que responda a estas necessidades. Dá-se, assim, início à segunda iteração.

O novo conjunto de dados diz respeito a um mês completo e também foi identificada a inexistência de erros e o mesmo modelo de dados. Considerando os problemas identificados na primeira proposta, surgiu a necessidade de se criarem novas tabelas auxiliares que permitissem não só consultar a informação por concelho como também apresentar indicadores de desempenho agregados por semana no *dashboard*.

Adicionalmente, das métricas já selecionadas, algumas foram excluídas e às restantes foram atribuídas metas, passando estas a serem consideradas indicadores de desempenho. Através da literatura foram identificados os principais indicadores de desempenho do setor da energia, como, por exemplo, o SAIDI, o SAIFI, o CAIDI e o CAIFI, mas estes indicadores pouco ou nada são operacionais, uma vez que são medidos mensalmente ou anualmente, e não servem para a monitorização das falhas por serem indicadores utilizados pelos distribuidores de energia elétrica. Existem, efetivamente, alguns autores que referem indicadores operacionais, mas foi sobretudo com a cooperação do especialista do setor entrevistado que se conseguiu definir o conjunto de indicadores de desempenho para o *dashboard* a criar, não descartando a literatura que acabou por ter um impacto positivo na apreciação do especialista. Deste modo, o primeiro objetivo desta investigação “Definir um conjunto de indicadores de desempenho que ajudem a monitorizar as falhas de energia na rede elétrica, através de um *dashboard*” foi cumprido.

Ao novo conjunto de indicadores de desempenho selecionado foram escolhidos os novos tipos de gráficos a serem apresentados no *dashboard*, com base na literatura que indica os tipos de gráficos mais adequados para cada tipo de indicador. A diversidade de literatura nesta temática é tão grande, e, de certa forma, consensual, que não surgiram dúvidas quanto à aplicação de cada um dos elementos gráficos.

A nova proposta de *dashboard* tático, com vista mensal e semanal, apresenta a informação mais agregada permitindo ao utilizador, no papel de supervisor, fazer *drill down* da informação e identificar rapidamente os indicadores de desempenho que estejam fora dos limites definidos, através da utilização de cores (vermelho, amarelo e verde) e de semáforos.

Pode-se, também, concluir que, não existe um só modelo de *dashboard* correto. Cada *dashboard* deve ser construído tendo em conta não só as necessidades e o objetivo do utilizador, como também o tipo de setor organizacional. Na literatura não foi encontrada uma grande variedade de *dashboards* para a monitorização de falhas na rede elétrica, mas existem autores que referem que o *dashboard* é o tipo de ferramenta apropriado à monitorização.

Desta forma, ao construir-se o novo *dashboard*, passando este a ser tático em vez de operacional, como inicialmente se tinha definido, cumpre-se o segundo objetivo desta investigação “Construir um protótipo de *dashboard* para a monitorização de falhas de energia na rede elétrica” foi cumprido.

Na fase de avaliação, quinta fase da metodologia CRISP-DM, fez-se um questionário a um especialista do setor para se avaliar a utilidade e a usabilidade do *dashboard* tático proposto. Com as respostas obtidas concluiu-se que o *dashboard*: i) é muito útil, a ser utilizada pelos distribuidores de energia; ii) é muito fácil de utilizar e não é de todo confuso, nem apresenta conteúdos gráficos em demasia; e iii) tem funcionalidades extremamente importantes, nomeadamente, a utilização de semáforos, filtros e a possibilidade de fazer *drill down*. No entanto, o *dashboard* proposto não é diretamente útil para a CGI porque “A CGI não presta serviços de operação nesta área”. Deste modo, o terceiro objetivo desta investigação “Avaliar a utilidade e a usabilidade do *dashboard* proposto na perspetiva do negócio.” foi cumprido.

A ferramenta de monitorização *dashboard* ajuda a monitorizar as falhas de energia numa rede elétrica inteligente, considerando que permite apresentar a informação de forma rica, simples e direta. Esta solução permite não só monitorizar a informação agregada como também a elementar. Mostrou ser um recurso versátil, na medida em que permite monitorizar a rede elétrica de diferentes formas para diferentes utilizadores, num único ecrã de leitura rápida. De outra forma, o *dashboard* criado é útil e com elevada usabilidade. Deste modo, responde-se assim à questão de investigação “em que medida a

construção de um *dashboard* ajuda a monitorizar as falhas de energia numa rede elétrica inteligente??”.

Apesar da versão final do *dashboard* proposto responder parcialmente ao problema identificado, a CGI acaba por ganhar uma proposta de *dashboard* a ser incorporada na sua aplicação para ser utilizada pelos seus clientes.

5.2. Contributos para a comunidade científica e empresarial

Esta investigação contribui para os profissionais. Em particular:

- A CGI que ganha um novo *dashboard* a incorporar na sua aplicação e a apresentar aos seus clientes;
- As empresas distribuidoras de energia elétrica, também, ganham com esta investigação, por esta proporcionar uma ferramenta de monitorização do desempenho com um conjunto de indicadores muito importantes do setor;
- Ajuda a melhorar outras ferramentas de monitorização do setor da energia elétrica ou de semelhante atividade, nomeadamente, da energia eólica e da hidráulica;
- Ajuda outras organizações deste e de outros setores a monitorizarem o desempenho das suas atividades fulcrais para o sucesso da solução desenvolvida pela organização.

Na perspetiva do conhecimento científico esta investigação contribui, essencialmente, ao:

- Enriquecer a literatura no setor da energia elétrica, nomeadamente, ao apresentar um estudo de caso em que um dashbord para monitorização de falhas numa rede elétrica iteligente revela ser útil e com boa usabilidade;
- Enriquecer, igualmente, a literatura a identificar e a validar indicadores de desempenho essenciais para a monitorização das falhas;
- Evidenciar que a metodologia CRISP-DM, utilizada usualmente em problemas de *data mining*, pode ser generalizada a outras áreas, em que o papel da interação do analista de dados com o especialista de negócio é fundamental;
- Evidenciar que a ferramenta Microsoft Power BI Desktop tem bastante potencialidades para a criação de *dashboards* profissionais com muita utilidade e

usabilidade, permitindo a incorporação de funcionalidades avançadas ao nível de *dashboards* e de modelo de dados e, também, na definição de métricas e indicadores de desempenho, com recurso à linguagem DAX;

- Dar a conhecer um estudo de caso, através desta dissertação e de partilha futura de resultados em conferências científicas ou com a publicação de um artigo científico ou de um livro vocacionado para profissionais.

Desta forma, esta investigação traz contributos claros para a ciência e para os profissionais dentro da área temática do estudo da monitorização no setor energia elétrica.

5.3. Limitações do estudo

Apesar dos relevantes contributos, a investigação apresenta algumas limitações.

Destaca-se ser um estudo de caso, uma aplicação concreta para uma empresa, pelo que os resultados obtidos podem não se ajustar totalmente a outras entidades do mesmo sector. Adicionalmente, a validação dos indicadores de desempenho e a avaliação final do *dashboard* foi efetuada por, apenas, um especialista do sector, o que pode não corresponder integralmente à realidade do sector. No entanto, esta limitação é um pouco atenuada pois as opções tomadas ao nível dos indicadores e dos elementos gráficos a incluir no *dashboard* está fortemente suportada na literatura sobre o tema.

Noutra perspetiva, ao nível da ferramenta em si, identificou-se uma primeira limitação que foi a colocação do *drill down* no gráfico “*Drilldown Choropleth*”. A ideia sempre foi apresentar Portugal com os distritos pintados e que depois os operadores/supervisores pudessem clicar num distrito e consultar as falhas de energia ou os clientes interrompidos por concelho do distrito selecionado. Para conseguir colocar os concelhos no mapa é preciso ter um ficheiro .json alojado num servidor público da *cloud*. Tentou-se fazer *upload* de um fiheiro .json com os distritos e concelhos de Portugal, mas o ficheiro ultrapassa o limite máximo de *upload*. Por esse motivo, decidiu-se apresentar o gráfico apenas com os distritos, o que pode ter prejudicado um pouco a avaliação do *dashboard*. Uma segunda limitação prende-se com o facto do Power BI Desktop não permitir adicionar uma escala ao gráfico “*Drilldown Choropleth*” ou a outros da mesma natureza para que o utilizador soubesse facilmente o significado das cores e das respetivas intensidades.

5.4. Propostas de investigação futura

Usualmente, as limitações identificadas são pontos de partida para investigações futuras. Assim, para futuros trabalhos apresentam-se as seguintes duas propostas:

- Identificar indicadores de desempenho para monitorizar redes elétricas inteligentes com base num maior conjunto alargado de especialistas entrevistados, com diferentes papéis no setor da energia elétrica;
- Avaliar o *dashboard* proposto tendo por base os seus efetivos utilizadores (clientes da empresa CGI) e recorrendo a escalas validadas da usabilidade, quer percebida, quer real (com medições resultantes da interação com a ferramenta).

Adicionalmente, sugere-se a construção de um *dashboard* operacional, com vista diária, que seja atualizado em tempo real para ser usado por operadores dos Centros de Operações ou de um *dashboard* estratégico, com vista anual, que permita ao gestor de topo comparar os mesmos períodos de tempo em diferentes anos.

Bibliografia

- Aguiar, C. (2016). Contadores inteligentes chegam a um milhão de casas já em 2017. Consultado em 1 dezembro 2017. Disponível em <http://www.energiainteligente.pt/2016/06/28/3099/>
- Antunes, H. (2017). *Visualização e deteção offline de eventos de tráfego usando o processamento de eventos complexos* (dissertação de mestrado). Faculdade de Ciências e Tecnologia. Disponível em https://run.unl.pt/bitstream/10362/31879/1/Antunes_2017.pdf
- Bach, S. (2013). Performance Management. Em S. Bach, M. Edwards, & J. W. & S. Ltd. (Eds.), *Managing Human Resources* (pp. 219–242). Reino Unido: Wiley. doi: 10.1002/9781119208235.ch11
- Baranovic, N., Andersson, P., Ivanković, I., Žubrinić-Kostović, K., Peharda, D., & Larsson, J. (2016). Experiences from Intelligent Alarm Processing and Decision Support Tools in Smart Grid Transmission Control Centers. *Cigre*. Disponível em <http://www.goalart.se/publications/2016-CIGRE.pdf>
- Behn, R. D. (2003). Why Measure Performance ? Different Purposes Require Measures. *Public Administration Review*, 63(5), 586–606. doi:10.2307/3110101
- Bera, P. (2016). How colors in business dashboards affect users' decision making. *Communications of the ACM*, 59(4), 50–57. doi:10.1145/2818993
- Bremser, W. G., & Wagner, W. P. (2013). Developing Dashboards for Performance Management. *CPA Journal*, 83(7), 62–67. doi:10.3362/9781780447926
- CGI. (n.d.). Sm@rtering: Inteligente o suficiente para aumentar o poder de sua rede? Consultado em 25 outubro 2018. Disponível em <https://www.cgi.com.pt/solucoes/smartering>
- 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*. USA: SPSS Inc. Corporation, Y. E. (2016). *Annual Report: Key Performance Indicators*. Canadá.
- DOE. (2014). *Fault Location, Isolation, and Service Restoration Technologies Reduce outage Impact and Duration*. U.S.: U.S. Department of Energy.
- Eckerson, W. W. (2006a). Criteria for evaluating performance dashboards. Em

- Performance dashboards: measuring, monitoring, and managing your business* (pp. 287–292). New Jersey: Wiley.
- Eckerson, W. W. (2006b). What are performance dashboards? Em *Performance dashboards: measuring, monitoring, and managing your business* (pp. 3–25). New Jersey: Wiley.
- Eckerson, W. W. (2009a). *Performance Management Strategies: How to Create and Deploy Effective Metrics*. Washington: The Data Warehousing Institute. Disponível em https://www.microstrategy.com/Strategy/media/downloads/white-papers/TDWI_Performance-Management-Strategies.pdf
- Eckerson, W. W. (2009b). Performance Management Strategies. *Business Intelligence Journal*, 14(1), 24–27. Disponível em <https://search.proquest.com/docview/222594294/fulltextPDF/2F37C731CAA14A28PQ/2?accountid=38384>
- Eckerson, W. W. (2015). How to create effective metrics. Em *Performance dashboards: measuring, monitoring, and managing your business* (pp. 197–222). New Jersey: Wiley. doi:10.1002/9781119199984.ch11
- Few, S. (2006). *Information Dashboard Design: The Effective Visual Communication of Data* (1ª ed.). Sebastopol: Wheeler: O'Reilly Media, Inc.
- Firican, G. (2017). Best Practices for Powerful Dashboards. *Business Intelligence Journal*, 22(2), 33–39. Disponível em <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=8b68a6a5-e6c0-4cea-8a44-b5fa903e478a%40sessionmgr4006>
- Gartner. (2018). Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms. Consultado em 20 outubro 2018. Disponível em <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-4PUK79W&ct=180130&st=sb>
- Gresse, C., Wangenheim, V., Borgatto, A. F., Nunes, J. V., Lacerda, T. C., De Oliveira, R. J., ... Xafranski, J. (2014). Sure: uma proposta de questionário e escala para avaliar a usabilidade de aplicações para smartphones pós-teste de usabilidade. Em *Interaction South America (ISA 14) : 6ta. Conferencia Lationamericana de Diseño de Interacción* (pp. 19–22). Buenos Aires: Universidad Católica Argentina. Disponível em <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/ponencias/sure-proposta->

questionario-escala.pdf

Hugo, J., Germain, S. St., Farris, R., Thompson, C., & Whitesides, M. (2015). *Design Concepts for an Outage Control Center Information Dashboard*. Idaho. Disponível em <https://inldigitallibrary.inl.gov/sites/sti/sti/6799608.pdf>

IEEE Power & Energy Society. (2012). *IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices*. doi:10.1109/IEEESTD.2012.6209381

Ioana, B., Claudia, S.-P., & Ioan, B. (2014). *Using Dashboards in Business Analysis. The Academy of Economic Studies, Bucharest and University of Oradea*.

Jelen, B. (2016). Interactive Reports with Power BI. *Strategic Finance*, 98(4), 58–59. Disponível em <https://search.proquest.com/docview/1829014983/abstract/F19D720220EB42CEPQ/1?accountid=38384>

Kajati, E., Miskuf, M., & Papcun, P. (2017). Advanced Analysis of Manufacturing Data in Excel and its Add-Ins. Em *2017 IEEE 15th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI)* (pp. 491–496). Slovakia: IEEE. doi:10.1109/SAMI.2017.7880359

Kerzner, H. (2017). *Project Management Metrics, KPI's and Dashboards: A Guide to Measuring and Monitoring Project Performance*. doi:10.1002/9781119427599.

Kornatka, M. (2017). Distribution of SAIDI and SAIFI indices and the saturation of the MV network with remotely controlled switches. Em *18th International Scientific Conference on Electric Power Engineering* (pp. 1–4). Czech Republic: IEEE. doi:10.1109/EPE.2017.7967243

Ledo, W. (2017). EDP Distribuição quer 60% de contadores inteligentes até 2020. Consultado em 2 dezembro 2017. Disponível em <http://www.jornaldenegocios.pt/empresas/energia/detalhe/edp-distribuicao-quer-60-de-contadores-inteligentes-ate-2020>

Mazza, R. (2009). *Introduction to Information Visualization*. doi:10.1007/978-1-84800-219-7

Niven, P. R. (2005). *Balanced scorecard diagnostics: maintaining maximum performance* (1ª ed.). New Jersey: Wiley.

- Parmenter, D. (2007). *Key Performance Indicators: Developing, Implementing and Using Winning KPIs*. Disponível em http://pro-u4ot.info/files/books/finance/Key_Performance_Indicators.pdf
- Pasha, O., & Poister, T. H. (2017). Exploring the Change in Strategy Formulation and Performance Measurement Practices Under Turbulence. *Public Performance and Management Review*, 40(3), 504–528. doi:10.1080/15309576.2016.1276843
- Petkovic, I., Petkovic, D., & Petkovics, A. (2009). Performance scorecards for electric power distribution. Em *2009 7th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics* (pp. 311–315). doi:10.1109/SISY.2009.5291143
- Santos, M. R. C., Laureano, R. M. S., & Albino, C. E. R. (2018). How tax audit and tax advisory can benefit from big data analytics tools data analysis and processing in relational databases using SQL Server and Power Pivot & Power View in Excel. Em *2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1–6). doi:10.23919/CISTI.2018.8399472
- Schuerger, R., Arno, R., & Dowling, N. (2016). Why Existing Utility Metrics Do Not Work for Industrial Reliability Analysis. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 52(4). doi:10.1109/TIA.2016.2551696
- Strategies, S. (2017). *Example KPIs for the Utilities Industry*. Consultado em 6 janeiro 2018. Disponível em <https://kpidashboards.com/kpi/industry/utilities/>
- Tableau. (2018). *Tableau Desktop: Start your free 14-day trial*. Consultado em 22 outubro 2018. Disponível em <https://www.tableau.com/products/desktop/download>
- Tokola, H., Gröger, C., Järvenpää, E., & Niemi, E. (2016). Designing Manufacturing Dashboards on the Basis of a Key Performance Indicator Survey. Em *Procedia CIRP*, 57, 619–624. doi:10.1016/j.procir.2016.11.107
- Watson, H. J. (2006). Dashboards and Scorecards. *Business Intelligence Journal*, 11(1), 4–7. Disponível em <https://search.proquest.com/docview/222642339/fulltextPDF/D4078F2251894120PQ/1?accountid=38384>
- Watson, H. J. (2017). Data Visualization, Data Interpreters, and Storytelling. *Business Intelligence Journal*, 22(1), 5–11. Disponível em https://www.researchgate.net/profile/Hugh_Watson3/publication/316605154_Data

[_Visualization_Data_Interpreters_and_Storytelling/links/59073f190f7e9bc0d5937202/Data-Visualization-Data-Interpreters-and-Storytelling.pdf](#)

Yang, H., Yeung, J. F. Y., Chan, A. P. C., Chiang, Y. H., & Chan, D. W. M. (2010). A critical review of performance measurement in construction. *Journal of Facilities Management*, 8(4), 269–284. doi:10.1108/14725961011078981

Yigitbasioglu, O. M., & Velcu, O. (2012). A review of dashboards in performance management: Implications for design and research. *International Journal of Accounting Information Systems*, 13(1), 41–59. doi:10.1016/j.accinf.2011.08.002