Uma metodologia para avaliação de desempenho de um processo de conceção de um produto

Francisca Inês Finz de Carvalho Braga César

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. José Luís Cabral Moura Borges



Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

2019-07-01

Aos meus Pais, Avó, família e amigos.

Resumo

A Efacec é uma empresa portuguesa com uma forte presença internacional, que desenvolve produtos para as áreas de Energia, Sistemas e Mobilidade. De forma a aumentar a competitividade, visa melhorar os seus processos. Para isso, a Critical Software desenvolveu uma aplicação que pretende melhorar a qualidade do processo de Proposta e Contrato da Efacec e diminuir os tempos das suas atividades.

Deste modo, esta dissertação tem como principal objetivo avaliar a melhoria no desempenho do processo de Proposta e Contrato da Efacec, após a implementação de uma aplicação desenvolvida pela Critical Software. Para isso, foi criada uma metodologia para avaliar, quantitativa e qualitativamente, um processo caraterizado por um fluxo de atividades. Assim, foram realizadas duas análises distintas: cálculo dos tempos das atividades do processo e a análise dos constrangimentos sentidos pelos colaboradores da Efacec antes da implementação da solução desenvolvida pela Critical Software.

Nesta metodologia, para calcular os tempos das atividades, o processo deve ser caracterizado, permitindo identificar a sequência das suas atividades. À medida que os utilizadores usam os elementos da interface da aplicação, são registadas as suas ações num sistema funcional de notificações. A informação guardada nesse sistema é disponibilizada aos gestores da Efacec, numa interface própria. De forma a poder realizar uma análise da informação registada, deve ser garantido que todas as ações realizadas pelos utilizadores estejam a ser registadas nesse sistema funcional de notificações e que a informação esteja uniformizada. Após uniformizar a informação, o *text mining* é utilizado para transformar a informação não estruturada em dados estruturados. De seguida, os pressupostos para calcular os tempos das atividades devem ser definidos. Após desenvolver o método de cálculo dos tempos, procede-se ao tratamento dos *outliers* para diminuir o erro na interpretação dos resultados. Por último, para avaliar qualitativamente o desempenho do processo, devem ser analisadas as soluções desenvolvidas pela Critical Software para resolver os constrangimentos sentidos pelos colaboradores da Efacec ao longo do processo.

Neste projeto, foi desenvolvida uma ferramenta de suporte, em Microsoft Excel, para monitorizar os tempos médios das atividades do processo da Efacec, a partir do sistema funcional de notificações. Através desta ferramenta, é possível identificar as atividades que não estão a cumprir com o tempo esperado e, consequentemente, identificar pontos de melhoria. A nível qualitativo, concluiu-se que a qualidade do processo melhorou, tendo sido resolvidos os constrangimentos e acrescentadas novas funcionalidades, após a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software.

Este projeto possibilitou a monitorização das atividades de um processo, permitindo realizar um controlo das operações da Efacec. Ao aumentar a visibilidade do processo, a ferramenta desenvolvida em Microsoft Excel permite identificar pontos de melhoria, de forma a diminuir o desperdício e o tempo das atividades. A metodologia criada comprovou-se eficaz e será aplicada em vários processos.

A methodology to evaluate the performance of a product framing process

Abstract

Efacec is a Portuguese company with a strong international presence which manufactures products in areas such as Energy, Systems and Mobility. It seeks to improve its process to be more competitive. Therefore, Critical Software developed an application to improve the quality of the process of Proposal and Contract of Efacec and to reduce the time of its activities.

Thus, the main goal of this dissertation is to assess the improvement in the performance of the process of Proposal and Contract of Efacec after an application developed by Critical Software being introduced. Therefore, a methodology was created to assess qualitative and quantitatively a process defined by a flow of activities. Hence, two distinct analysis were made: the calculus of the time of each process activity and the analysis of the problems felt by Efacec workers before the application developed by Critical Software being introduced.

In this methodology, for the calculus of the time of each activity, the process must be characterized by identifying the flow of activities. As users use the interface elements of the application, their actions are registered in a functional notification system. The information saved in this system is available to Efacec managers in a proper interface. To analyse the information, it must be guaranteed that all the user actions are being registered in the functional notification system and the information is standardized. After the information being standardized, *text mining* is used to turn the non-structured information into structured data. Then, the assumptions to calculate the time of each activity must be defined. After developing the method for calculating the time of the activities, the outliers are analysed to reduce the error when interpreting the results. Lastly, to assess the process performance qualitatively, the solutions developed by Critical Software to solve the Efacec workers' problems in their tasks must be analysed.

In this project, a support tool was developed in Microsoft Excel to control the average time of the activities of the Efacec process, considering a functional system of notifications. Hence, Efacec gets a tool which allows to identify the activities that do not satisfy the expected time and, consequently, identify improvement points. In a qualitative point of view, it was concluded that the quality of the process was improved as the problems faced by Efacec workers were solved with the application developed by Critical Software.

This project allowed to monitor the activities of an Efacec process and to control its operations. The Excel tool increases the visibility of the process and, consequently, it allows to identify possible changes to reduce the waste and the time of each activity. The methodology was proven effective and it will be applied in other processes.

Agradecimentos

Primeiro, gostaria de agradecer ao meu orientador da FEUP, Professor José Moura Borges, por todo o acompanhamento, conselhos e esclarecimentos prestados.

Ao Engenheiro João Macedo da Cunha, gostaria de agradecer a oportunidade proporcionada ao integrar-me neste projeto.

Ao Engenheiro José Cerqueira, agradeço toda a disponibilidade, confiança e amizade demonstrada, que permitiram a realização deste projeto.

Gostaria, também, de expressar a minha gratidão a toda a equipa da Critical Software e da Efacec, que me acompanhou, apoiou e me fez sentir em casa desde o primeiro dia.

Aos amigos, gostaria de agradecer por todo o carinho e todos os momentos partilhados, que transformaram as adversidades em aventuras.

Um agradecimento especial à minha família, por acreditar em mim, por me apoiar constantemente e por me acompanhar em todas as etapas da minha vida.

Índice de Conteúdos

1 Introdução 1
1.1 Introdução à Critical Software 2
1.2 Enquadramento do projeto na Efacec 2
1.3 Aplicação de Software para o Processo de Proposta e Contrato 3
1.4 Objetivos do projeto 4
1.5 Método seguido no projeto 5
1.6 Estrutura da dissertação 5

2 Enquadramento teórico e trabalhos relacionados 7
2.1 Metodologia Agile 7
2.2 Métricas 8
2.3 Goal Question Metric alargado 8
2.4 Value Stream Mapping 9
2.5 Text mining 10
2.6 Análise de outliers 10
2.7 Trabalhos relacionados 11

3 Situação inicial e definição das métricas 13
3.1 Processo de Proposta e Contrato 13
3.2 Definição das métricas 15
3.3 Avaliação da situação inicial 18
3.3.1 Sistema funcional de notificações 18
3.3.2 Balanço dos constrangimentos sentidos pelos colaboradores da Efacec 19

4 Metodologia para avaliar o desempenho de um processo 20
4.1 Análise dos tempos 20
4.1.1 Caracterização do processo 20
4.1.2 Uniformização e tratamento do sistema funcional de notificações 23
4.1.3 Método para cálculo dos tempos 25
4.1.4 Método para análise dos dados e tratamento de outliers 27
4.2 Análise dos constrangimentos e ganhos adicionais 28
4.3 Método para avaliação do desempenho de um processo 29

5 Implementação da metodologia na fase de Proposta para Transformadores 31
5.1 Análise dos tempos da fase de Proposta para Transformadores 31
5.1.1 Caracterização da fase de Proposta para Transformadores 31
5.1.2 Uniformização e tratamento do sistema funcional de notificações 33
5.1.3 Recolha e processamento de dados 35
5.1.4 Método para o cálculo dos tempos 36
5.1.5 Análise dos dados e tratamento de outliers 37
5.1.6 Protótipo da ferramenta de cálculo dos tempos do processo 39
5.2 Análise dos constrangimentos sentidos pelos colaboradores da Efacec e ganhos adicionais 41
5.3 Validação da metodologia para a fase de Proposta para Transformadores 42

6 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro 45

Referências 48

ANEXO A: Sistema Funcional de Notificações 50

ANEXO B: Cronograma do projeto 51

Siglas

GQM – Goal Question Metric

PT – Process Time

VSM – Value Stream Mapping

WT – Wasting Time

Índice de Figuras

Figura 1 - O paradigma do GQM: em (Koziolek, 2008) 9
Figura 2 - Representação de um Value Stream Mapping baseado em Rother e Shook (2003) .. 10
Figura 3 - Fases e tipos de produtos 14
Figura 4 - Esquema da fase de Proposta para Transformadores 14
Figura 5 - Seleção de métricas através do GQM 17
Figura 6 - Diagrama de Gantt para os subobjetivos 17
Figura 7 - Value Stream Mapping para definir a sequência das atividades e ações 21
Figura 8 - Value Stream Mapping para monitorização do processo 30
Figura 9 - Relação entre concursos, produtos e propostas técnicas 31
Figura 10 - VSM da fase de Proposta para Transformadores 32
Figura 11 - Box Plot para o tempo PT da atividade Orçamento 38
Figura 12 - Box Plot para o tempo PT da atividade Orçamento, após remoção dos valores extremos 39
Figura 13 - VSM para os tempos PT e WT dos concursos criados em ambiente de teste 39
Figura 14 - *Mockup* para identificação de *outliers* 40
Figura 15 - *Mockup* para os tempos PT e WT médios, por tipo de produto 41
Figura 16 - *Mockup* para a comparação dos tempos da fase de Proposta para Transformadores 41
Figura 17 - VSM para monitorização da fase de Proposta para Transformadores 42
Figura 18 - Resultados da recolha dos tempos médios da fase de Proposta de Transformadores 43
Figura A1 - Sistema Funcional de Notificações 50
Figura B1 - Gráfico de Gantt para planeamento do projeto 51

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Fase e tipos de produto a considerar na monitorização do processo 4

Tabela 2 - Tempos da fase de Proposta para Transformadores antes da implementação da aplicação 15

Tabela 3 - Subobjetivos definidos através do GQM 15

Tabela 4 - Questões definidas através do GQM 16

Tabela 5 - Estrutura dos registos do sistema funcional de notificações 18

Tabela 6 - Exemplo de ações registadas no sistema funcional de notifiações 22

Tabela 7 - Matriz objetos-ações 23

Tabela 8 – Exemplo de um registo do sistema funcional de notificações para a compra de bilhetes de cinema 25

Tabela 9 – Tempos PT e WT (em horas) calculados para os produtos P0001 e P3056 27

Tabela 10 - Exemplo de uma lista de constrangimentos e respetivas soluções implementadas 29

Tabela 11 - Exemplo de uma lista de ganhos adicionais e respetivas soluções implementadas 29

Tabela 12 - Ações *triggers* e finais da fase de Proposta para Transformadores 32

Tabela 13 - Frequência de cada conjunto de caracteres no log de ações 34

Tabela 14 - Frequência dos registos com produtos e concursos identificados 34

Tabela 15 - Frequência do conjunto de caracteres relativos às ações *triggers* e finais, no log de ações 35

Tabela 16 - Extração dos identificadores dos registos do sistema funcional de notificações 35

Tabela 17 - Concursos obtidos em ambiente de teste para a fase de Proposta para Transformadores do tipo A 37

1 Introdução

A evolução tecnológica tem vindo a revolucionar a indústria, tendo um papel fundamental na melhoria dos processos das empresas. A Efacec pretende melhorar o seu processo de Proposta e Contrato, de forma a aumentar a sua competitividade. O processo de Proposta e Contrato baseia-se na conceção e entrega de Transformadores ou Subestações Móveis de acordo com um determinado pedido de um cliente. Após receber um pedido de um produto por parte de um cliente, a Efacec analisa as especificações pretendidas e projeta um produto que se adeque às necessidades desse cliente. Assim, a Efacec desenvolve o melhor cenário para o seu cliente dependendo das características do produto, do local de entrega, do orçamento, entre outros aspetos.

Para melhorar os tempos das atividades e a qualidade do processo de Proposta e Contrato da Efacec, a Critical Software desenvolveu uma aplicação. Com esta aplicação, a informação foi uniformizada e guardada numa base de dados, o processo foi transformado num fluxo de atividades e a comunicação entre departamentos foi melhorada. Para além da melhoria do processo, a aplicação também permitiu realizar um controlo do mesmo. À medida que os colaboradores da Efacec utilizam a aplicação, as suas ações são registadas num sistema funcional de notificações. Ou seja, cada vez que um utilizador aciona um elemento da interface da aplicação, a sua ação é registada num histórico de ações. A informação registada no sistema funcional de notificações é disponibilizada aos gestores da Efacec, numa interface própria, permitindo o controlo operacional do processo. Esta consta de um conjunto de informação que deriva de relações entre tabelas da base de dados e entidades do *log* de ações.

A dissertação, no âmbito de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, teve a duração de, aproximadamente, 4 meses e realizou-se nas instalações da Efacec. O principal objetivo desta dissertação é avaliar a melhoria no desempenho do processo de Proposta e Contrato da Efacec, após a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software, assim como desenvolver uma ferramenta de suporte para o cálculo das atividades desse processo. Para isso, recorreu-se ao sistema funcional de notificações para analisar a informação registada.

Neste projeto, foi desenvolvida uma metodologia que permite avaliar a melhoria no desempenho de um processo caracterizado por uma sequência de atividades, a partir da análise de um sistema funcional de notificações. Esta metodologia divide-se em duas análises: cálculo dos tempos das atividades de um processo e análise dos constrangimentos sentidos pelos colaboradores de uma empresa nesse processo. Para o cálculo dos tempos das atividades, é necessário caracterizar o processo, definindo a sequência das atividades, assim como as ações que marcam o início e o fim de cada atividade. É, também, necessário garantir que estas ações estão a ser registadas no sistema funcional de notificações. Para isso, é fundamental analisar a informação que está a ser registada nesse sistema. Uma vez que a

informação registada no sistema funcional de notificações não é estruturada, é necessário proceder à sua uniformização e estruturação através de técnicas de *text mining*. Após garantir que é possível realizar uma análise à sequência de ações de cada utilizador através do sistema funcional de notificações, define-se a posição das ações que caracterizam a sequência de atividades. Desta forma, é possível recolher os tempos das atividades do processo e analisar a amostra recolhida. Seguidamente, realiza-se uma análise e tratamento dos *outliers*, de forma a diminuir o erro na interpretação dos resultados. A metodologia termina com a análise dos constrangimentos sentidos pelos colaboradores da empresa e a forma como estes são resolvidos com a aplicação desenvolvida pela Critical Software.

Para a metodologia desenvolvida foi criada uma ferramenta de suporte que permite à Efacec controlar os tempos das atividades do seu processo, assim como identificar possíveis melhorias.

1.1 Introdução à Critical Software

A Critical Software é uma empresa portuguesa, fundada em 1998, por três estudantes: Gonçalo Quadros, João Carreira e Diamantino Costa, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Sediada em Coimbra, possui vários escritórios em Portugal. A Critical Software assegura soluções de software com qualidade e segurança que visam a melhoria de desempenho do negócio dos seus clientes. Através de ferramentas de apoio à gestão, permite que os processos críticos sejam realizados de uma forma mais eficiente e de acordo com os padrões de qualidade exigidos. Atua em diversas áreas como Aeroespaço, Automóvel, Defesa, Energia, Serviços Financeiros, Governo, Saúde, Ferroviário, Espaço e Telecomunicações («Critical Software», 2019).

De forma a garantir soluções rápidas e de qualidade, a Critical Software foca-se na experiência do utilizador, seguindo uma metodologia ágil de gestão de projetos, *Agile Manifesto*. Existem várias metodologias *Agile*. Neste projeto, a Critical Software segue uma metodologia *Scrum*, na qual a conceção de um produto está dividida em vários períodos de tempo (*Sprints*), com duração de um mês ou menos, nas quais são lançados incrementos da aplicação.

Nesta dissertação é analisado um processo da Efacec, no qual a Critical Software desenvolveu uma aplicação para melhorar a qualidade do mesmo.

1.2 Enquadramento do projeto na Efacec

A Efacec é uma empresa portuguesa com uma forte presença nos setores de Energia, Mobilidade, Transportes, Ambiente e Indústria em todo o mundo, dedicando-se à produção de transformadores, motores, geradores e acessórios elétricos («Efacec», 2017). Este projeto está integrado na área de Energia, tendo como principal foco o processo de Proposta e Contrato de Transformadores e de Subestações Móveis.

O processo de Proposta e Contrato da Efacec visa entregar um Transformador ou Subestação Móvel a um cliente de acordo com as especificações pedidas. Este processo inclui a análise do pedido e a caracterização do Transformador ou Subestação Móvel, dependendo do objetivo da utilização do produto por parte do cliente. Assim, após ser realizado um pedido de um cliente da Efacec, o produto é caracterizado tendo em consideração o orçamento desejado e é

realizada uma proposta. Após existir um acordo entre a Efacec e o seu cliente, o produto é construído e entregue ao cliente.

O processo está dividido em duas fases principais: a fase de Proposta e a fase de Contrato. A primeira inicia com um pedido de um ou vários produtos por parte de um cliente da Efacec. O contacto com o cliente é feito pelo Departamento Comercial, que regista o pedido e o envia para o Departamento de Tendering. Seguidamente, o Departamento de Tendering procede à concretização desse pedido, analisando as características do produto pedido pelo cliente e gerando a proposta para esse pedido. Essa proposta técnica é enviada para o Departamento Comercial que é responsável pela negociação com o cliente. Caso a proposta seja aceite, segue-se a fase de Contrato, na qual o produto acordado por ambas as partes é concebido e entregue ao cliente.

Existem vários tipos de produtos: transformadores A, B e C; e Subestações Móveis, que são unidades de reserva flexíveis constituídas por transformadores e outros equipamentos («Efacec», 2017). Cada tipo de produto deve ser considerado separadamente, uma vez que o seu processo de conceção varia consoante o tipo de produto. Como o processo é caracterizado por duas fases e, em cada fase, são concebidos tipos de produtos diferentes que seguem uma sequência de atividades distintas, devem ser consideradas quatro situações diferentes: Proposta para Transformadores (A, B e C); Proposta para Subestações Móveis; Contrato para Transformadores (A, B e C); Contrato para Subestações Móveis.

1.3 Aplicação de Software para o Processo de Proposta e Contrato

De forma a melhorar o desempenho do processo de Proposta e Contrato da Efacec, a Critical Software desenvolveu uma aplicação. Antes da implementação desta aplicação, os documentos eram enviados por email entre departamentos, originando a duplicação de informação. Por vezes, a mesma informação tinha que ser registada mais do que uma vez e não podia ser reutilizada em pedidos diferentes dos clientes. Assim, para o processo de Proposta e Contrato, a Critical Software desenvolveu uma aplicação que permite registar os pedidos dos clientes da Efacec e proceder à sua caracterização. Com a implementação da aplicação, a Critical Software pretende melhorar a qualidade do processo de Proposta e Contrato da Efacec, através de uma interface que permite diminuir as perdas de tempo utilizado em passagem de informação entre departamentos e que permite guardar a informação numa base de dados. Para além disso, através da aplicação, a Efacec pretende monitorizar os tempos das atividades do processo, de forma a identificar possíveis melhorias. Assim, para além de facilitar a realização das tarefas dos colaboradores da Efacec, a aplicação tem uma interface própria para o controlo do processo. Esta interface permite consultar a informação do sistema funcional de notificações, que regista as ações realizadas pelos utilizadores durante a utilização da aplicação (ver Figura 1 do Anexo A). Através desta interface, os gestores da Efacec podem controlar as atividades realizadas ao longo do processo de conceção dos produtos da empresa.

Durante o período de realização deste projeto, a Critical Software foi entregando incrementos da aplicação, visto que segue uma metodologia *Scrum*. Ou seja, em cada *Sprint* a aplicação foi atualizada com novas funcionalidades. Desta forma, os utilizadores podem utilizar a aplicação enquanto ainda está em desenvolvimento e, se necessário, sugerir alterações que considerem necessárias para o negócio.

Para além disso, existem dois ambientes fundamentais a considerar: o ambiente de teste, no qual são realizados testes para validar as funcionalidades desenvolvidas na aplicação, e o ambiente de produção, que representa a solução de software entregue à Efacec. Ao longo deste projeto, foram criados vários dados em ambiente de teste para desenvolver a metodologia e analisados os dados em ambiente de produção para a validar.

1.4 Objetivos do projeto

Alguns meses antes da realização deste projeto, foi realizado um levantamento dos tempos das várias atividades da fase de Proposta e da fase de Contrato da Efacec, por tipo de produto. Através da aplicação implementada pela Critical Software, a Efacec pretende monitorizar os tempos das atividades e melhorar os tempos de acordo com os valores de referência apresentados na Tabela 1. Por exemplo, para a fase de Proposta para Transformadores do tipo A, a Efacec pretende melhorar o tempo total do seu processo, em 42%. Estes valores foram obtidos de forma subjetiva, por entrevistas, não havendo qualquer ferramenta que permitisse monitorizar o processo e recolher os tempos das atividades.

Tabela 1 – Fase e tipos de produto a considerar na monitorização do processo

Fase/Produto		**Valores de referência**
Proposta	Transformador A	42%
	Transformador B	42%
	Transformador C	26%
	Subestação Móvel	40%
Contrato	Transformador A	43%
	Transformador B	41%
	Transformador C	43%
	Subestação Móvel	41%

Assim, o objetivo desta dissertação é avaliar a melhoria no desempenho do processo, após a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software. Para isso, é necessário definir métricas que permitam analisar o processo e medir os resultados do negócio da Efacec. Estas métricas são valores que devem permitir que a Efacec controle o seu processo e que avalie o grau de proximidade das metas estabelecidas. Uma vez que a Efacec pretende monitorizar as atividades do seu processo, este projeto tem como objetivo calcular os tempos das atividades, para as duas fases, por tipo de produto. Consequentemente, fornecer uma ferramenta que lhe permita calcular esses tempos de forma a poder controlar o processo. Numa fase final, será necessário comparar os tempos obtidos com os tempos do processo antes da implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software, de forma a avaliar a evolução dos mesmos.

Desta forma, esta dissertação tem como principais objetivos:

1. Avaliar a melhoria no desempenho do processo de Proposta e Contrato da Efacec, após a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software;
2. Criar uma ferramenta que permita a monitorização dos tempos das atividades e controlo do processo de Proposta e Contrato da Efacec.

1.5 Método seguido no projeto

Este projeto teve a duração de, aproximadamente, dezassete semanas. Com o intuito de assegurar o cumprimento do objetivo proposto, foi realizado um gráfico de Gantt (ver Figura 1 do Anexo B). As primeiras três semanas foram dedicadas à integração na empresa e contextualização do problema. Para isso, foi necessário perceber o processo de Proposta e Contrato da Efacec, assim como analisar a aplicação desenvolvida pela Critical Software para melhorar esse processo.

De forma a atingir o objetivo proposto, foi desenvolvida uma metodologia para avaliar o desempenho do processo. Sendo necessário realizar uma revisão da literatura, analisar várias alternativas possíveis e decidir a estratégia a seguir, foram programadas quatro semanas para o desenvolvimento da metodologia.

Para demonstrar a aplicabilidade da metodologia, esta foi implementada para a fase de Proposta para Transformadores, utilizada como caso de estudo, e, para isso, foram dedicadas dez semanas. Esta tarefa teve uma duração maior relativamente às restantes, uma vez que foi implementado um algoritmo, em Microsoft Excel, que permitisse calcular os tempos das atividades desta fase do processo. Para além disso, este projeto implicou que fossem realizadas alterações pela equipa de desenvolvimento na aplicação desenvolvida pela Critical Software, o que aumentou o esforço na implementação do algoritmo.

Durante a sua implementação, a metodologia foi validada a partir dos dados recolhidos em ambiente de produção. Com os dados obtidos, foram realizadas as alterações necessárias ao algoritmo, de forma a corrigir eventuais erros que pudessem surgir. Assim, foram programadas sete semanas para esta última tarefa. Sendo a metodologia adaptável às restantes fases e tipos de produto, a implementação da metodologia, na fase de Proposta para Transformadores e na fase de Contrato, foi planeada para o período após a realização deste projeto.

1.6 Estrutura da dissertação

Esta dissertação é composta por seis capítulos e dois anexos. No presente capítulo, apresentou-se a Critical Software e o seu método de trabalho. Seguidamente, foi realizado um enquadramento deste projeto, que se realizou nas instalações da Efacec, cliente da Critical Software. De forma a contextualizar o problema, apresentou-se a aplicação desenvolvida pela Critical Software para melhorar o processo de Proposta e Contrato da Efacec e foram definidos os objetivos desta dissertação. De forma a cumprir os objetivos propostos, foi descrito um método a seguir neste projeto e foi definido o plano das tarefas.

No segundo capítulo, é apresentado o enquadramento teórico de vários conceitos utilizados na realização deste projeto. Neste capítulo, é descrito o *Scrum* como metodologia *Agile* seguida pela Critical Software. São também descritas algumas técnicas de seleção de métricas, sendo

realçado o método *Goal Question Metric*. Em seguida, o *Value Stream Mapping* é apresentado como ferramenta visual para caracterizar o processo e é analisado o conceito de *text mining*, sendo dois temas fundamentais na realização deste projeto. Neste capítulo, é, também, realizada uma introdução à análise de *outliers* e à forma como devem ser tratados. Por último, são apresentados trabalhos relacionados com a utilização de *log* de ações, que está relacionado com o sistema funcional de notificações.

No terceiro capítulo, o processo de Proposta e Contrato da Efacec é descrito, sendo explicadas as diferentes fases e tipo de produtos, assim como as atividades da fase de Proposta para Transformadores que será utilizada como caso de estudo para demonstrar a aplicabilidade da metodologia. São ainda selecionadas as métricas para avaliar o desempenho do processo e definida a estratégia a seguir neste projeto. Para além disso, é realizada uma análise inicial à informação guardada no sistema funcional de notificações, que será utilizada ao longo da dissertação. Finalmente, é realizada uma avaliação dos constrangimentos sentidos pelos colaboradores da Efacec antes da implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software.

No capítulo quatro, é apresentada a metodologia desenvolvida para avaliar a melhoria no desempenho de qualquer tipo de processo que seja caracterizado por um fluxo de atividades, a partir de um sistema funcional de notificações. Para isso, é analisado um procedimento para caracterizar as atividades e ações *trigger* e finais que definem um processo. É, também, explicado o método desenvolvido para o cálculo dos tempos médios do processo e para a análise de *outliers.* De modo a ser possível recolher os dados para inferir os tempos médios do processo, é apresentada a forma como o sistema funcional de notificações deve ser uniformizado. Para além disso, é explicada uma abordagem possível para avaliar qualitativamente o processo após a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software.

Para demonstrar a aplicabilidade da metodologia, no capítulo cinco, é apresentada a implementação da metodologia num caso de estudo. Assim, neste capítulo, a metodologia é demonstrada para a fase de Proposta para Transformadores. É, ainda, apresentado um protótipo da ferramenta criada para o cálculo dos tempos médios das atividades. Por último, a metodologia é validada com uma amostra dos dados, em ambiente de produção.

Finalmente, no sexto capítulo, são apresentadas as conclusões, as limitações desta metodologia e perspetivas de trabalhos futuros.

2 Enquadramento teórico e trabalhos relacionados

De forma a desenvolver a dissertação, foi realizada uma revisão bibliográfica. Neste capítulo, são explicados alguns conceitos que foram utilizados no desenvolvimento da metodologia para a avaliação do processo, assim como trabalhos realizados por outros autores relacionados com este tema. Em primeiro lugar, é analisado o *Scrum* como sendo a metodologia *Agile* seguida pela Critical Software neste projeto. Em seguida, é analisada a importância das métricas como medidas de referência para o sucesso de uma empresa e são apresentadas algumas estratégias de definição e seleção de métricas. Uma vez que foi utilizada a abordagem de *Goal Question Metric* proposto por Berander e Jönsson (2006), este conceito também é analisado neste capítulo. Para além disso, é explicado o funcionamento de um *Value Stream Mapping*, visto ser a ferramenta utilizada para descrever a sequência das atividades dos processos ao longo desta dissertação. Para estruturar a informação registada no sistema funcional de notificações são utilizadas técnicas de *text mining*, sendo também tópico de análise neste capítulo. Adicionalmente, é analisada a forma como os *outliers* devem ser identificados e tratados. Finalmente, é realizada uma revisão da literatura relativa ao *log* de ações que está diretamente relacionado com o sistema funcional de notificações.

2.1 Metodologia Agile

A Critical Software segue uma metodologia ágil de gestão de projetos, denominada por *Agile Manifesto*. Contrariamente a projetos que seguem uma metodologia tradicional, os métodos *Agile* permitem que os projetos sejam realizados de forma mais flexível e responsiva a alterações de planos (Serrador e Pinto, 2015). Nesta metodologia, a equipa responsável pelo projeto planeia o trabalho por períodos de tempo entre uma a quatro semanas, denominados por *Sprints* ou iterações. Assim, a solução de software desenvolvida pela Critical Software é fornecida ao cliente por iterações, sendo entregue um incremento da solução com valor para o negócio em cada iteração (Forte e Kloppenborg, 2018). Esta metodologia permite entregar ao cliente soluções rápidas e de qualidade a curto prazo. Em cada iteração é identificado o problema, a estratégia é formulada e implementada, os resultados são medidos e avaliados, procedendo-se a melhorias caso o resultado não esteja de acordo com o esperado. Este ciclo é repetido até ao produto final estar completo, isto é, até que a solução de software esteja finalizada.

Existem várias metodologias *Agile*, nomeadamente LD (*Lean Development*), *Scrum*, *eXtreme*, ASD (*Adaptive Software Development*), DSDM (*Dynamic Systems Development Method*), entre outras. A Critical Software segue o método *Scrum* («Critical Software», 2019). Tal como todas as metodologias *Agile*, a conceção de um produto está dividida em vários períodos de tempo (*Sprints*), com duração de um mês ou menos, nos quais são lançados potenciais incrementos do produto (Schwaber e Sutherland, 2015). Segundo os autores, a

equipa de trabalho é constituída por um *Product Owner*, pela equipa de desenvolvimento e pelo *Scrum Master*. O *Product Owner* é responsável por maximizar o valor do produto e idealizar a solução de software, enquanto a equipa de desenvolvimento cria os incrementos do produto. O *Scrum Master* é o indivíduo responsável pela liderança da equipa, garantindo que esta está a trabalhar de acordo com os ideais do *Scrum*.

2.2 Métricas

Segundo Melnyk *et al* (2004), as métricas são importantes para manter as pessoas focadas e na mesma direção, contribuindo para atingir os objetivos da empresa. Para os autores, as métricas são elementos fundamentais para avaliar um processo, educar de forma a identificar possíveis melhorias e direcionar para os problemas caso haja discrepâncias entre as métricas e os valores normais. Para além disso, referem que as métricas são uma linha de partida para qualquer organização, independentemente de ser um negócio, escola ou um hospital. Assim, as métricas são valores que permitem controlar o desempenho de um processo, permitem a comunicação entre os gestores e a sua equipa e, ainda, fornecem informação que pode ser utilizada para identificar possíveis ajustes no processo.

No entanto, definir métricas pode ser problemático. Sem uma boa estratégia de seleção de métricas, pode ser difícil extrair informação útil de uma elevada quantidade de dados e retirar conclusões relevantes (Koziolek, 2008). Uma vez que a abordagem *bottom-up* não inclui o objetivo e o contexto do problema para a definição das métricas, vários autores defendem as abordagens *top-down* como estratégias de seleção das mesmas. Segundo Koziolek (2008), ao definir os objetivos previamente, isto é, seguir uma estratégia orientada para os objetivos, reduz o esforço na recolha de dados, sendo uma estratégia mais eficaz. De facto, ao selecionar as métricas adequadas para atingir os objetivos, evita que sejam recolhidos muitos dados que não sejam analisáveis ou úteis (Berander e Jönsson, 2006).

A abordagem *top-down* mais conhecida e utilizada é a *Goal Question Metric* (GQM), um método que se baseia nos objetivos para definir as métricas (Koziolek, 2008; Berander e Jönsson, 2006).

2.3 Goal Question Metric alargado

O GQM baseia-se em três passos: definir objetivos relativamente a um processo, produto ou recursos, questionar para perceber de que forma podem ser atingidos esses objetivos e, finalmente, selecionar as métricas para responder a essas questões (Berander e Jönsson, 2006). Após este processo, os dados são recolhidos, processados e interpretados de acordo com os resultados obtidos (Koziolek, 2008).

Apesar de o GQM se focar nas métricas mais relevantes para a análise, estas podem atingir um número demasiado elevado para poderem ser analisadas no tempo definido para alcançar os objetivos. Para além disso, as métricas escolhidas dependem de quem as define, podendo não ser as mais relevantes para o processo. Berander e Jönsson (2006) propõe uma versão alargada do GQM de forma a priorizar os objetivos antes de as métricas serem selecionadas. Os autores defendem que é essencial considerar a opinião dos *stakeholders* para definir as métricas e para isso, devem ser realizadas reuniões nas quais os intervenientes definem os objetivos e atribuem prioridades aos mesmos. Com este procedimento, os objetivos podem ser reduzidos a um número aceitável para o tempo previsto para os alcançar. Entre os

intervenientes devem estar incluídas pessoas que estejam diretamente envolvidas no processo, uma vez que têm um conhecimento mais aprofundado sobre o mesmo. Após a definição dos objetivos, devem ser realizadas reuniões para definir as métricas de forma a atingir essas metas. Numa fase final, os resultados devem ser comunicados aos *stakeholders*, informando acerca de quem irá recolher e analisar as métricas, assim como quando e como estes dados devem ser recolhidos.

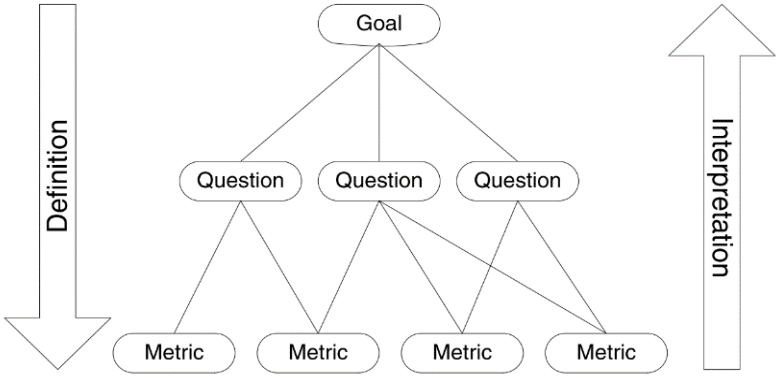


Figura 1 - O paradigma do GQM: em (Koziolek, 2008)

No seu estudo, os autores concluíram que o GQM alargado seria "*promising and successful with respect to its purposes*". Para além disso, provaram que este procedimento é importante para a identificação de melhorias num processo de uma empresa.

2.4 Value Stream Mapping

Uma das ferramentas utilizadas neste projeto foi o *Value Stream Mapping* (VSM). O VSM é uma ferramenta visual, utilizada em processos *lean*, que permite definir o seu fluxo e identificar os desperdícios. Através do VSM são identificadas as atividades que caracterizam um processo e é desenhado o caminho, desde a ação que caracteriza o início do processo, até à ação que o finaliza. O facto de ser uma ferramenta visual, facilita a interpretação do processo e a perceção do fluxo que o caracteriza. Para além disso, permite perceber quais são as atividades nas quais ocorre o desperdício, isto é, onde estão a ser realizados esforços e práticas que não estão a acrescentar valor à atividade, sendo uma ferramenta para a melhoria do processo. O VSM é, também, utilizado para priorizar atividades (Pan *et al*, 2010; Chouiraf e Chafi, 2018) e, sendo uma ferramenta visual, pode ser utilizada como meio de comunicação (Rother e Shook, 2003).

Na Figura 2, está representado um esquema simplificado de um *Value Stream Mapping*. As atividades do processo são representadas nas caixas, assim como os responsáveis por realizar essa atividade. As setas representam o sentido do fluxo do material ou produto a ser produzido. Por baixo das caixas da Figura 2, são registados os tempos de processo e tempos totais que cada atividade demora a ser realizada.

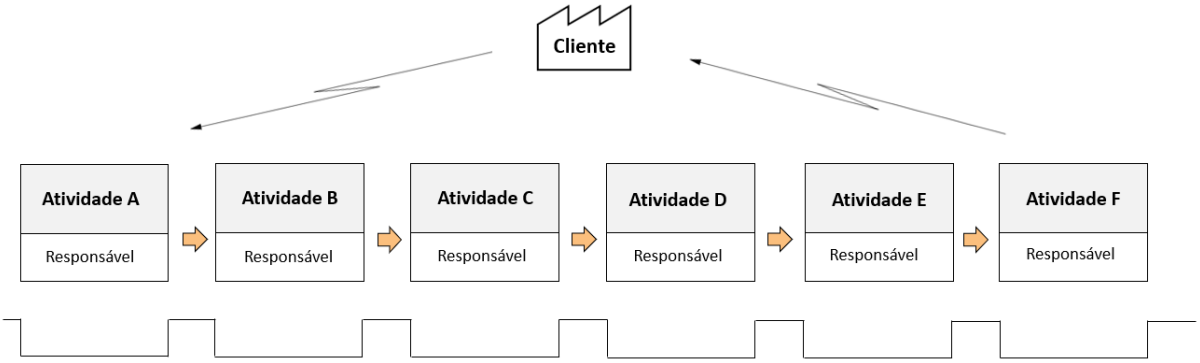


Figura 2 - Representação de um Value Stream Mapping baseado em Rother e Shook (2003)

2.5 Text mining

Um dos conceitos mais utilizados neste projeto é o conceito de *text mining*. Witten *et al*. (2008) definem *text mining* como uma técnica que permite procurar padrões e extrair informações relevantes para um determinado processo, a partir de um texto. Bhonde *et al* (2010) realçam a importância do *text mining* no processamento de elevadas quantidades de informação que contenha texto não estruturado. Segundo os autores o conceito de *text mining* está dividido em três fases: o pré-tratamento do texto, a extração do modelo de conhecimento (associação, classificação, *clustering*, entre outros) e a avaliação desse modelo.

De facto, através desta técnica, é possível retirar informação útil para um determinado contexto sem compreender o texto. Witten *et al*. (2008) fazem referência a alguns exemplos nos quais o *text mining* é utilizado. Entre estes, está a associação de ações a diferentes tipos de dados. Por exemplo, receber um email que contenha no seu texto um determinado dia e hora poderia ser associado a uma ação diária desse indivíduo. Através de *text mining*, poderia ser criado um menu *popup* com um calendário baseado nas ações desse indivíduo, por cada vez que fosse mencionado esse dia e hora no texto. Witten *et al*. (2008) também refere que o *text mining* permite que a informação de um texto seja transformada em dados em forma de tabela. Desta forma, podem ser criadas bases de dados de acordo com essas tabelas formatadas.

Tem sido uma técnica utilizada em várias áreas como a Educação, a Biomedicina, usada também na experiência do utilizador, entre outras, uma vez que permite extrair informação de texto não estruturado independentemente do contexto em questão (Hashimi *et al*, 2015).

Nesta dissertação, o *text mining* será utilizado para pré-tratamento do texto, de forma a transformar a informação não estruturada em informação estruturada. Ou seja, esta técnica será utilizada para extrair informação a partir de texto não estruturado registado numa tabela, transformando essa informação em dados que possam ser analisados através de outras técnicas.

2.6 Análise de outliers

Numa fase final deste projeto, foi realizada uma análise aos *outliers*. Existem várias definições para *outliers*. Aguinis *et al* (2013) consideram-nos como sendo "pontos que se desviam consideravelmente dos restantes". Obsborne e Overbay (2013) consideram que

outliers são "pontos que saem fora do normal para uma variável ou população". A forma como são tratados estes casos influencia a análise e a sua presença pode levar a erros ou desvirtuamento na interpretação dos dados e na análise estatística (Obsborne e Overbay, 2013). Segundo Aguinis *et al* (2013), existem três grandes passos para analisar *outliers*: a sua definição, a sua identificação e o seu tratamento.

Na sua definição, o autor divide e classifica em três tipos diferentes: *outliers* de erro (*error outliers*), *outliers* de interesse (*interesting outliers*) e, por último, *outliers* influentes (*influential outliers*). Os primeiros são pontos fora do normal por incoerências geralmente causados por erro humano. Por exemplo, erros na recolha de dados, erros de código e erros no procedimento da amostragem. Por outro lado, os *outliers* de interesse são *outliers* causados por erros que, por alguma razão, não foram reconhecidos como tal. No entanto, são pontos que podem conter informação inesperada, mas relevante para o contexto. Finalmente, os *outliers* influentes são pontos que se desviam consideravelmente relativamente aos restantes, que contêm informação relevante, mas que não são *outliers* de erro nem *outliers* de interesse (Aguinis *et al*, 2013).

Na identificação de *outliers*, existem várias técnicas visuais ou quantitativas que podem ser utilizadas de forma complementar para realizar uma análise mais completa. De acordo com os autores, estas podem ser divididas em duas categorias: *single construct* e *multiple construct*. As primeiras identificam pontos extremos, através de comparação individual. Exemplos deste tipo de técnicas são o *Box Plot* e a análise do desvio padrão. Por outro lado, as técnicas de *multiple construct* baseiam-se na comparação de distâncias dos pontos aos centroides de um conjunto de dados. Exemplos deste tipo de técnicas são os gráficos de dispersão, os gráficos q-q e p-p, distância euclidiana e técnicas de *clustering*.

Após a definição e identificação dos *outliers*, é necessário decidir a forma como os tratar. No tratamento de *outliers*, não existe consenso relativamente à forma como devem ser abordados. Ao excluir simplesmente um *outlier* quando identificado, poderia estar a ser eliminada informação importante e representativa de fenómenos com interesse para a análise (Aguinis *et al*, 2013). Uma das formas de tratar estes pontos fora do normal passa por transformá-los, contudo, pode influenciar a interpretação dos resultados. Assim, Obsborne e Overbay (2013) sugerem o truncamento como um possível procedimento para o tratamento de *outliers*. Nesta alternativa, os valores extremos são substituídos pelos valores maiores ou menores considerados aceitáveis para o contexto. Para além de transformações e truncamentos, existem métodos mais robustos que os autores fazem referência, como as médias "*Trimmed*" e "*Winsorized*". Na primeira, a média é temporariamente calculada retirando os extremos da amostra, enquanto, na segunda, os valores extremos são substituídos pelos valores adjacentes desses dados.

2.7 Trabalhos relacionados

Para a concretização desta dissertação, foi realizada uma análise ao sistema funcional de notificações derivado do *log* de ações e, por isso, foi necessário pesquisar alguns trabalhos relacionados. Apesar de existirem vários estudos relativamente a *logs*, nenhum deles se baseia no histórico de ações para extrair informação acerca dos tempos das atividades de um determinado processo de uma empresa.

Log de ações ou *log* de dados é um conceito no qual são registadas as interações dos utilizadores com um determinado sistema (Cocea e Weibelzahl, 2003). Através da sua análise,

é possível retirar informações relevantes para o negócio envolvente, e, ainda, identificar anomalias inerentes ao processo e melhorias que podem ser introduzidas. A análise de *logs* pode ser realizada para qualquer tipo de área, desde a Educação (Cocea e Weibelzahl, 2003; Kay *et al*, 2006) até à gestão de um negócio (A. Reijers *et al*, 2015). Cocea e Weibelzahl (2003) estudaram os *logs* como ferramenta para melhoria das formas de aprendizagem e avaliação da motivação dos utilizadores para aprender. Kay *et al* (2006) analisaram o *log* de dados na educação, de forma a extrair características de vários grupos de estudantes e perceber formas de melhorar o trabalho de grupo. Já A. Reijers *et al* (2015) focaram-se num exemplo simples de compra de bilhetes para um concerto e a análise da informação que podia ser retirada a partir dos *logs*.

O *log* representa uma vista dos objetos da base de dados que inclui a evolução do histórico e das relações entre os objetos. É um conceito muito utilizado nos sistemas computacionais para registar eventos relevantes e, assim, controlar um processo. Por exemplo, a entrada e saída de uma aplicação por parte de um utilizador pode ser registada através do *login* e *logout*. Desta forma, as ações dos utilizadores são guardadas, permitindo a identificação de situações anómalas e os seus responsáveis. O principal desafio deste tipo de análise é identificar e relacionar os eventos de forma a extrair informação relevante a partir do histórico das ações e das relações entre elas, sendo os IDs os principais elementos para alcançar essa meta. Após a extração da informação necessária no *log* de ações, como, por exemplo, a data e hora a que ocorreu a ação, quem a realizou e que tipo de ação realizou, é importante definir o modelo da base de dados relativa ao processo. Este modelo é a chave fundamental para correlacionar as interações dos utilizadores com o processo (A. Reijers *et al*, 2015).

Nesta dissertação, é analisado o sistema funcional de notificações (ver Figura 1 do Anexo A), que representa a interface para o utilizador. Este sistema é derivado do *log* de ações. Ou seja, o sistema funcional de notificações representa uma vista, em forma de tabela, de um conjunto de informação que foi recolhida e relacionada a partir do *log* de ações. Cada vez que um utilizador aciona um elemento da interface da aplicação, a sua ação é registada no sistema funcional de notificações.

3 Situação inicial e definição das métricas

Para melhorar o processo de Proposta e Contrato da Efacec, a Critical Software desenvolveu uma aplicação. O objetivo desta dissertação é avaliar a melhoria no desempenho desse processo após a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software e, adicionalmente, criar uma ferramenta de suporte para o cálculo dos tempos das atividades do processo da Efacec. Para atingir esse objetivo, foi necessário realizar uma análise *a priori* ao estado inicial do processo e elaborar uma estratégia para definir e selecionar as métricas para avaliar o processo. Esta estratégia segue quatro etapas principais explicadas neste capítulo. Em primeiro lugar, o processo foi descrito e as suas atividades analisadas de forma a perceber os tempos recolhidos antes do início deste projeto. Em segundo lugar, as métricas foram definidas e selecionadas de acordo com o método GQM apresentado em 2.3. Após a definição das métricas, estabeleceu-se que a aplicação seria avaliada tanto a nível quantitativo, como a nível qualitativo. Para isso, para além de calcular os tempos do processo, surgiu a necessidade de realizar um balanço dos constrangimentos sentidos pelos colaboradores da Efacec antes da implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software. Por último, foi realizada uma avaliação do estado inicial do sistema funcional de notificações, visto ser o alvo de análise para calcular os tempos das atividades do processo.

3.1 Processo de Proposta e Contrato

O processo de Proposta e Contrato da Efacec é um processo que visa projetar e conceber um Transformador ou Subestação Móvel de acordo com as características pedidas por um determinado cliente. Tal como o nome indica, na Proposta, a Efacec projeta e propõe um produto ao seu cliente conforme as especificações pedidas. Havendo um acordo entre ambas as partes, o produto pode ser produzido. Para isso, no Contrato, é realizado um planeamento das atividades de forma a que o produto seja fabricado dentro da data de entrega definida.

O processo está dividido em duas fases principais: a fase de Proposta e a fase de Contrato. Em cada fase devem ser considerados tipos de produtos diferentes, uma vez que estes seguem processos distintos. Os produtos podem ser Transformadores do tipo A, B, C ou podem ser Subestações Móveis. Cada tipo de Transformadores segue uma sequência de atividades semelhante, no entanto, têm duração diferentes na sua conceção. Por outro lado, o fluxo de atividades das Subestações Móveis é diferente comparando com os Transformadores. Assim, existem quatro casos que devem ser analisados de forma diferente: fase de Proposta para Transformadores A, B e C; fase de Proposta para Subestações Móveis; fase de Contrato para Transformadores A, B e C; fase de Contrato para Subestações Móveis (ver Figura 3).

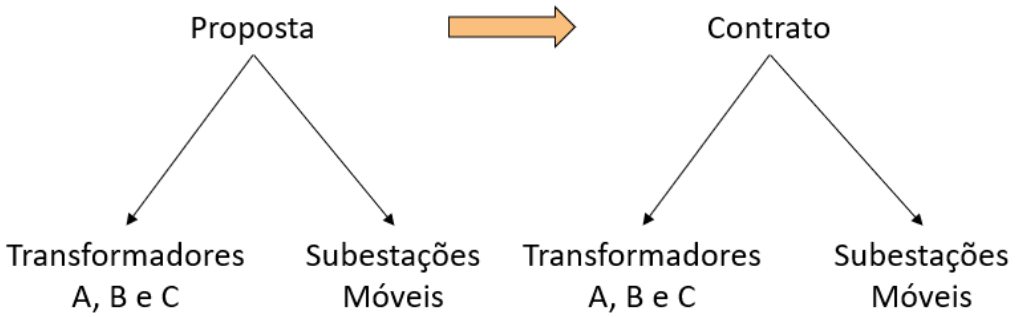


Figura 3 - Fases e tipos de produtos

Nesta dissertação, foi desenvolvida uma metodologia que permite avaliar a melhoria no desempenho do processo de Proposta e Contrato da Efacec. Esta metodologia é adaptável a qualquer tipo de processo realizado através de uma aplicação e que seja representado por um fluxo de atividades. Visto que a Critical Software entrega incrementos da aplicação em cada *Sprint* (período de, aproximadamente, um mês), a fase de Proposta para Transformadores era a fase mais estável, não sendo necessárias alterações significativas na aplicação. Assim, a fase de Proposta para Transformadores foi a escolhida como exemplo representativo da aplicabilidade da metodologia desenvolvida neste projeto.

Proposta para Transformadores

Uma Proposta para Transformadores é caracterizada por três atividades principais: a análise da oportunidade; a proposta técnica; e a proposta comercial (ver Figura 4). O processo inicia-se com um pedido de um produto por parte de um cliente, sendo este analisado pelo Departamento Comercial. Os documentos analisados e criados pelo Departamento Comercial são enviados para o Departamento de Tendering, que é responsável pela caracterização das propostas de acordo com as especificações do cliente. Após realizar o orçamento, o Departamento de Tendering envia as propostas para o Departamento Comercial que é responsável por realizar a proposta comercial e negociá-la com o cliente.

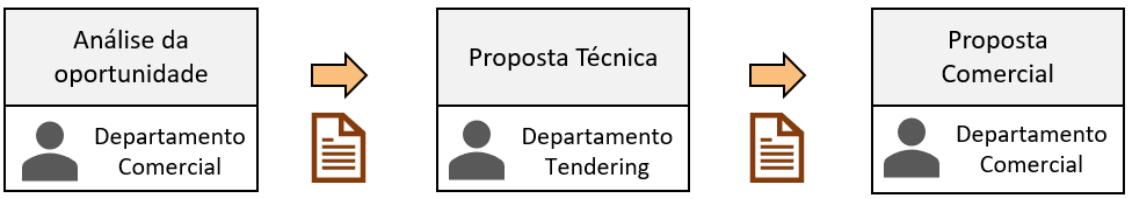


Figura 4 - Esquema da fase de Proposta para Transformadores

Cada atividade da fase de Proposta para Transformadores é caracterizada por um conjunto de subatividades, tal como ilustrado na Tabela 2. Para cada tipo de transformador (A, B e C), a Critical Software recolheu os tempos de referência de duração de cada atividade e subatividade da fase de Proposta para Transformadores, desde que um pedido é realizado por um cliente da Efacec até que a proposta lhe é entregue. Estes valores foram obtidos antes do

início deste projeto, por entrevistas e outros métodos subjetivos, não estando disponível, na altura, qualquer ferramenta que permitisse avaliar a duração de cada atividade do processo. Desta forma, estes valores são meramente indicativos.

Para além dos tempos de cada atividade, as melhorias pretendidas pela Efacec em termos duração média das atividades após a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software estão representadas na Tabela 2. Estes tempos são os valores de referência para comparar a evolução da duração das atividades, após a implementação dessa aplicação. Por questões de confidencialidade, tanto os valores dos tempos das atividades, como os nomes das subatividades não estão apresentados.

Tabela 2 - Tempos da fase de Proposta para Transformadores antes da implementação da aplicação

Atividade	Transformador A			Transformador B			Transformador C			Melhoria pretendida		
	Min	Med	Max	Min	Med	Max	Min	Med	Max	A	B	C
1. Análise de oportunidade	*	*	*	*	*	*	*	*	*	50%	50%	0%
2. Proposta Técnica	*	*	*	*	*	*	*	*	*	39%	48%	52%
Subatividade 2.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	100%	100%	100%
Subatividade 2.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	39%	59%	64%
Subatividade 2.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0%	37%	25%
Subatividade 2.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	77%	77%	75%
3. Proposta Comercial	*	*	*	*	*	*	*	*	*	50%	50%	50%

3.2 Definição das métricas

Como foi referido em 1.4, o objetivo deste projeto é avaliar a melhoria no desempenho do processo de Proposta e Contrato da Efacec, após a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software. Assim, é necessário selecionar as métricas para atingir o objetivo e definir o plano de trabalhos.

Sendo conhecidos diversos casos de sucesso no seu uso e sendo um método que se adapta a qualquer situação, foi escolhido o GQM para a seleção das métricas (Koziolek, 2008; Berander e Jönsson, 2006). De acordo com a análise realizada em 2.3, o método segue três passos fundamentais: definir objetivos, realizar as questões para cada objetivo e selecionar as métricas para responder a essas questões. Uma vez que o objetivo já estava definido, o método foi adaptado, tendo sido definidos quatro subobjetivos (Tabela 3).

Tabela 3 - Subobjetivos definidos através do GQM

G1	Avaliar a melhoria no desempenho da fase de Proposta para os Transformadores
G2	Avaliar a melhoria no desempenho da fase de Proposta para as Subestações Móveis
G3	Avaliar a melhoria no desempenho da fase de Contrato para os Transformadores
G4	Avaliar a melhoria no desempenho da fase de Contrato para as Subestações Móveis

Com os subobjetivos definidos e segundo a versão alargada do GQM proposta por Berander e Jönsson (2006), foram atribuídas prioridades. Assim, foi realizada uma reunião para priorizar os subobjetivos, definir as questões para alcançá-los e selecionar as métricas para responder a essas questões. Após a reunião, foi decidido que o primeiro subobjetivo a considerar seria o G1, uma vez que o desenvolvimento da fase de Proposta para Transformadores não necessitava de alterações significativas na aplicação. Os restantes subobjetivos seriam alvo de análise no período posterior à realização deste projeto.

Para avaliar a melhoria no desempenho do processo após a implementação da aplicação, foi definido que deveriam ser identificadas melhorias, tanto a nível quantitativo como a nível qualitativo.

Em termos quantitativos o desempenho do processo será avaliado comparando os tempos das atividades do processo, com e sem a aplicação. E, para isso, foram realizadas as questões Q1, Q2 e Q3, apresentadas na Tabela 4. A primeira questão está relacionada com o cálculo dos tempos totais do processo desde que é realizado um pedido de um cliente até que a proposta lhe é entregue. Com a segunda questão pretende-se que esse tempo total seja separado nas diversas atividades que constituem o processo. De forma a eliminar os desperdícios de tempo relacionados com a passagem de informação, isto é, tempos que não estão diretamente relacionados com a execução das atividades, surgiu a questão Q3. Esta última considera o tempo do processo sem as perdas de tempo entre as suas atividades.

Em termos qualitativos o desempenho do processo será avaliado de acordo com os constrangimentos sentidos pelos colaboradores e a sua resolução após a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software. Para isso, foram realizadas as questões Q4 e Q5 que se baseiam, respetivamente, nas soluções desenvolvidas para resolver esses constrangimentos e nas vantagens adicionais ganhas após a implementação da aplicação.

Tabela 4 - Questões definidas através do GQM

Q1	Qual o tempo total do processo para cada tipo de produto?
Q2	Qual o tempo de cada atividade do processo?
Q3	Qual o tempo do processo sem as perdas de tempo entre cada atividade?
Q4	Os constrangimentos sentidos pelo cliente estão resolvidos?
Q5	Há algum ganho adicional?

A última etapa do *GQM* é definir as métricas para atingir os subobjetivos. Assim, foram definidas e selecionadas as métricas para responder às questões da Tabela 4. Para as questões relacionadas com a avaliação do desempenho do processo em termos quantitativos (Q1, Q2 e Q3), foram selecionadas cinco métricas (ver Figura 5). A média, o valor mínimo, o valor máximo e a percentagem de melhoria foram escolhidos para efeitos de comparação com os tempos do processo anteriores à implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software. De forma a medir a dispersão dos tempos relativamente ao seu valor esperado, surgiu o desvio padrão. Para as questões Q4 e Q5, foi acordado que seriam considerados o número de constrangimentos resolvidos com a solução desenvolvida pela Critical Software e, também, o número de ganhos adicionais obtidos. Para além destas últimas métricas deve ser

realizada uma lista com os constrangimentos e com a identificação da solução implementada para os resolver.

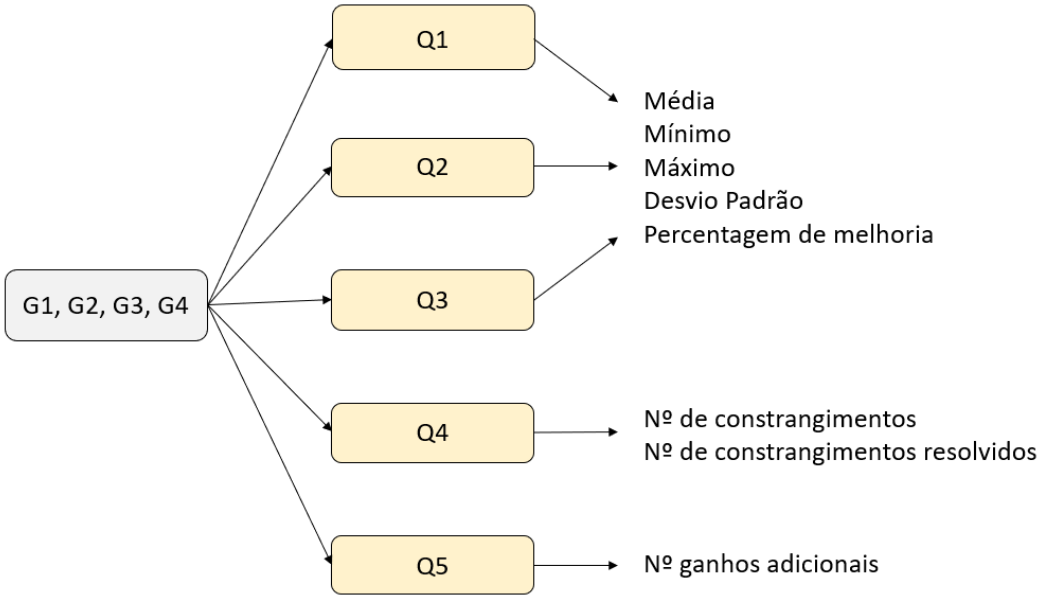


Figura 5 - Seleção de métricas através do GQM

De forma a cumprir o subobjetivo G1, foi realizado o plano de trabalhos apresentado na Figura 6. Assim, as primeiras seis semanas foram dedicadas à descrição do processo e desenvolvimento da metodologia para avaliar o desempenho do mesmo. A implementação da metodologia para a fase de Proposta para Transformadores (G1) foi realizada nas dez semanas seguintes, sendo dividida de acordo com as questões Q1, Q2, Q3, Q4 e Q5. Durante a implementação da metodologia, esta foi sendo validada e, para isso, foram planeadas sete semanas. Após a realização da dissertação, está prevista a implementação da metodologia, para as restantes fases e tipos de produto.

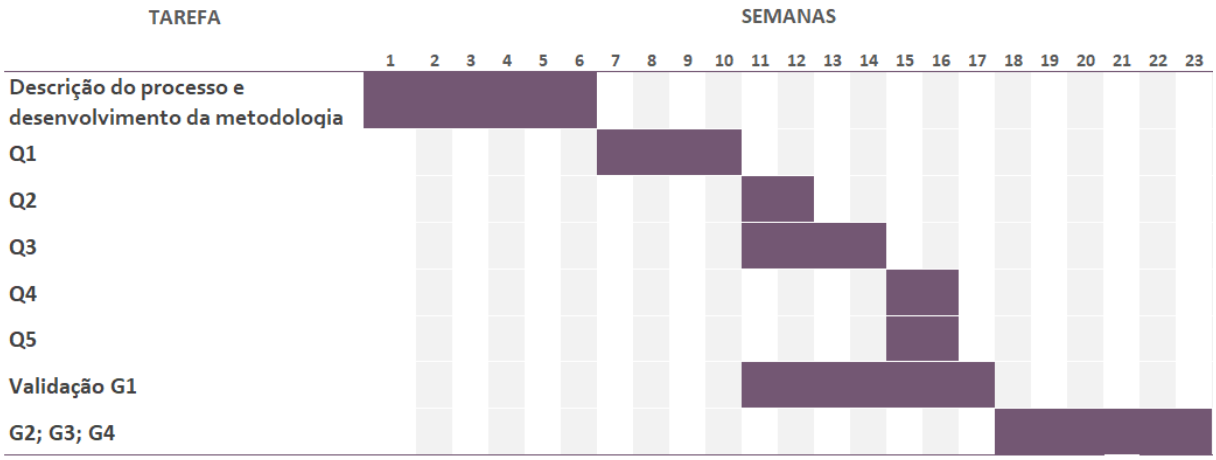


Figura 6 - Diagrama de Gantt para os subobjetivos

3.3 Avaliação da situação inicial

Como foi visto em 0, a avaliação do desempenho do processo com a aplicação terá duas vertentes: a análise dos tempos do processo; e a análise dos constrangimentos resolvidos e ganhos adicionais resultantes da implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software. Para a primeira, será utilizado um sistema funcional de notificações que, através de *text mining*, permitirá inferir os tempos das atividades do processo. Para a segunda, será realizada uma análise subjetiva das melhorias qualitativas. Por isso, antes de prosseguir com a análise, serão realizados uma avaliação do estado inicial do sistema funcional de notificações e um balanço dos constrangimentos sentidos pela Efacec antes da implementação da aplicação.

3.3.1 Sistema funcional de notificações

No *log* de ações é registado o histórico de navegação dos utilizadores numa determinada aplicação. À medida que um colaborador da Efacec utiliza a aplicação desenvolvida pela Critical Software, são registados os seus passos, que serão denominados por ações ao longo deste projeto. Esta informação é disponibilizada num sistema funcional de notificações, em forma de tabela, e deriva da relação entre tabelas do *log* de ações. O sistema funcional de notificações é uma interface para os gestores do processo, que permite o controlo operacional do mesmo. Assim, nesta interface os gestores podem seguir a sequência de ações realizadas, por cada utilizador durante o uso da aplicação.

Na Tabela 5 está representado um exemplo da informação disponibilizada no sistema funcional de notificações. Como pode ser observado, esse sistema regista o momento no qual foi realizada uma ação através da data e hora a que ocorreu, assim como quem realizou essa ação. Estes registos são guardados por ordem de ocorrência das ações dos utilizadores na aplicação. No sistema funcional de notificações é, também, registado o módulo da base de dados associado a uma área da aplicação, estando cada fase do processo associada a módulos diferentes. Para além do ecrã no qual se verificou a ação, também pode ser consultada a ação em forma de mensagem de texto. O formato destas mensagens pode ser alterado pela equipa de desenvolvimento de acordo com a informação que o gestor pretende que seja registada.

Tabela 5 - Estrutura dos registos do sistema funcional de notificações

Quando?	Quem?	Em que Módulo?	Onde?	O quê?
11/05/2019 - 12:00:00	Utilizador 1	Módulo 12	Ecrã de Definição do Transformador	Guardar as alterações da definição do transformador do produto ‘nickname do produto’ do concurso ‘nickname do concurso’
11/05/2019 - 11:50:01	Utilizador 4	Módulo 9	Login	Entrada na aplicação
11/05/2019 - 11:45:10	Utilizador 1	Módulo 12	Ecrã de Definição do Transformador	Editar a definição do transformador do produto ‘nickname do produto’ do concurso ‘nickname do concurso’
11/05/2019 - 11:42:07	Utilizador 3	Módulo 9	Ecrã de Listagem de Concursos	Criar o concurso ‘nickname do concurso’

Através de uma análise do sistema funcional de notificações realizada no início deste projeto, verificou-se que não estavam a ser registadas todas as funcionalidades necessárias relativas às ações dos utilizadores, nem havia um formato uniformizado das mensagens registadas.

3.3.2 Balanço dos constrangimentos sentidos pelos colaboradores da Efacec

Para avaliar qualitativamente a melhoria no desempenho do processo da Efacec após a implementação da aplicação, foi definido que seriam analisadas as soluções desenvolvidas para resolver os constrangimentos, assim como as vantagens adicionais resultantes da sua implementação. Para isso, é necessário analisar os constrangimentos sentidos pelos colaboradores da Efacec, antes da implementação dessa aplicação.

Antes da realização deste projeto, a Critical Software efetuou um levantamento dos problemas sentidos pela Efacec, para cada fase e tipos de produto do processo. Um dos principais problemas identificados incidia na passagem de informação e comunicação entre departamentos. Departamentos diferentes tinham acesso concorrente às ferramentas de cálculo, não havia alinhamento acerca do estado das propostas, havia duplicação da informação e falta de gestão de versões, a informação era registada várias vezes e o email era o principal meio de comunicação. Assim, foi realizada uma lista dos constrangimentos sentidos pelos colaboradores da Efacec e, ao todo, foram identificados 40 constrangimentos para a fase de Proposta para Transformadores, 46 para a fase de Proposta para Subestações Móveis, 35 para a fase de Contrato para Transformadores e, por último, 19 para a fase de Contrato para Subestações Móveis. Neste projeto, apenas será analisado o primeiro caso para demonstrar a aplicabilidade da metodologia desenvolvida.

4 Metodologia para avaliar o desempenho de um processo

O objetivo desta dissertação é avaliar a melhoria no desempenho de um processo da Efacec, após a implementação de uma aplicação desenvolvida pela Critical Software. Para isso, foi criada uma metodologia que permite avaliar o desempenho de qualquer processo caracterizado por um fluxo de atividades e que seja realizado através de uma aplicação. Essa aplicação deve registar as ações efetuadas pelos utilizadores durante a sua utilização.

A metodologia desenvolvida separa-se em duas análises: quantitativa e qualitativa. Na primeira, o desempenho do processo é analisado recorrendo à evolução dos tempos das atividades, após a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software. Para isso, foi criada uma ferramenta de suporte para o cálculo dos tempos das atividades do processo, a partir da análise da informação registada no sistema funcional de notificações. Na segunda, são analisadas as soluções implementadas pela Critical Software para resolver os constrangimentos sentidos pelos colaboradores da Efacec, assim como os ganhos adicionais resultantes da implementação dessa aplicação.

Assim, neste capítulo, são explicados os passos que devem ser seguidos para o uso da metodologia. Numa fase inicial, as atividades do processo devem estar bem caracterizadas, assim como as ações *triggers* e finais definidas para todo o processo. Seguidamente, procede-se à uniformização e tratamento da informação registada no sistema funcional de notificações. Após garantir que todas as funcionalidades da aplicação estão a ser registadas, o *text mining* é utilizado para estruturar a informação de forma a poder ser analisada através de outras técnicas. De seguida, é importante definir os pressupostos que serão implementados para o cálculo dos tempos e que influenciam a interpretação e análise dos dados. Após o desenvolvimento do algoritmo para o cálculo dos tempos das atividades, é recolhida uma amostra da informação registada no sistema funcional de notificações. Assim, para uma determinada amostra, são calculados os tempos das atividades do processo. De forma a evitar que esses dados tenham valores derivados de erros ou de casos que possam distorcer a realidade, segue-se o tratamento dos *outliers*, que varia conforme os objetivos do utilizador do método. Finalmente, é realizada uma análise aos constrangimentos referidos em 3.3.2, assim como aos ganhos adicionais resultantes da implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software.

4.1 Análise dos tempos

4.1.1 Caracterização do processo

Para serem calculados os tempos de cada atividade de um determinado processo, é essencial que as suas atividades estejam identificadas e que as ações que definem o início e o fim de

cada atividade estejam caracterizadas. Como foi referido em 2.4, um dos esquemas comuns que permite uma perceção do fluxo das atividades e responsáveis do processo de uma forma mais visual, é o *Value Stream Mapping* (ver Figura 7). A duração total do processo está representada pela soma de WT com PT, correspondendo, respetivamente, ao tempo considerado como despendido na passagem de informação e ao tempo entre o início de uma atividade até ao final da mesma.

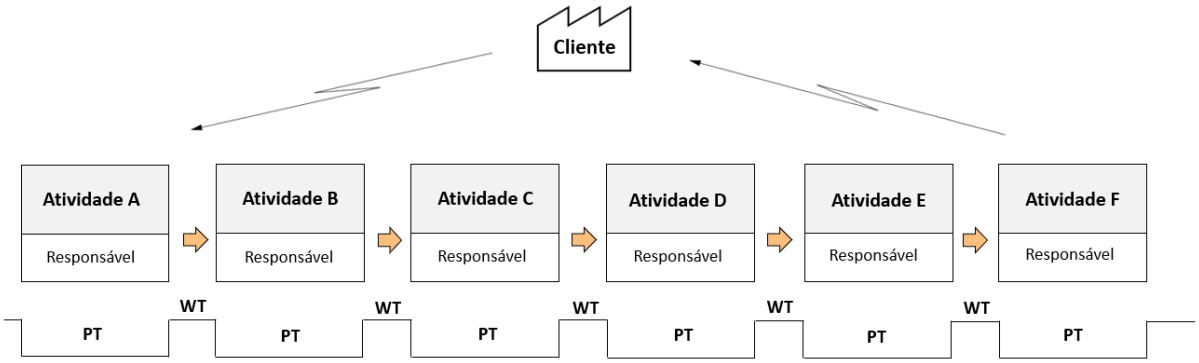


Figura 7 - Value Stream Mapping para definir a sequência das atividades e ações

Um processo é caracterizado por uma sequência de atividades. O início de uma atividade é definido por uma ação *trigger* e o fim dessa atividade é caracterizado por uma ação final. Assim, para todas as atividades de um fluxo como o apresentado na Figura 7, são definidas as ações *triggers* e finais.

Ao utilizar a aplicação, as ações realizadas pelos utilizadores são registadas no *log* de ações e disponibilizadas aos gestores do processo através do sistema funcional de notificações. Uma vez que há vários processos em simultâneo, as ações de um determinado processo podem estar a ser registadas de forma intercalar com outro. Para distinguir estes processos é necessário extrair um elemento que tenha um papel de identificador único para cada processo. Por exemplo, no processo de Proposta da Efacec, é realizado um pedido de um tipo de produto por parte de um cliente da Efacec. Esse produto é caracterizado e é realizada uma proposta do mesmo ao cliente. Neste caso, o elemento identificador para diferenciar os processos seria o tipo de produto, uma vez que está relacionado com todas as atividades do fluxo. Desta forma, ao extrair o identificador do tipo de produto é possível seguir a sequência das ações nos registos do sistema funcional de notificações, para cada tipo de produto.

Para cada processo caracterizado pelo seu elemento identificador, é necessário guardar as posições das ações *triggers* e finais que estão registadas no sistema funcional de notificações. Estas posições serão utilizadas para calcular o tempo das atividades para cada elemento identificador.

Considere-se um exemplo da informação registada no sistema funcional de notificações apresentada na Tabela 6. Pode-se observar que estão registadas ações relacionadas com dois produtos diferentes: P3056 e P0001. Para o produto P0001, a posição da ação *trigger* da atividade A é a posição 5, enquanto a posição da sua ação final é a 3. Para o produto P3056, as posições das ações *trigger* e finais são a 4 e a 1, respetivamente.

Assim, para todos os tipos de produto são guardadas as posições *triggers* e finais que serão usadas no cálculo dos tempos das atividades.

Tabela 6 - Exemplo de ações registadas no sistema funcional de notifiações

Posição		**Quando?**	**Quem?**	**Módulo**	**Onde?**	**O quê?**
1		11/05/2019 - 12:00:00	Utilizador 1	(…)	(…)	Finalizar a atividade C do produto 'P3056'
2		11/05/2019 - 11:00:00	Utilizador 5	(…)	(…)	Iniciar a atividade B do produto 'P0001'
3		11/05/2019 - 10:45:00	Utilizador 3	(…)	(…)	Finalizar a atividade A do produto 'P0001'
4		11/05/2019 - 10:40:00	Utilizador 1	(…)	(…)	Iniciar a atividade C do produto 'P3056'
5		11/05/2019 - 10:00:00	Utilizador 3	(…)	(…)	Iniciar a atividade A do produto 'P0001'

O Algoritmo 1 representa o algoritmo implementado na ferramenta de suporte para o cálculo dos tempos das atividades do processo. A linguagem de programação utilizada foi o Visual Basic, sendo a ferramenta de suporte criada em Microsoft Excel. Considere-se *n* como o número total de ações *triggers* e finais que representam o fluxo das atividades. Seja *m* o número total de elementos identificadores (os produtos P0001 e P3056 são dois elementos identificadores) e *objeto* a variável que representa cada elemento identificador. Considere-se, também, a variável *acaox* como sendo a ação *trigger* ou final, a qual se pretende guardar a sua posição, *posx*. A posição da ação *trigger* ou final anterior à *acaox* é representada pela variável *posanterior* e a posição posterior representada por *posseguinte*.

Algoritmo 1 Posições das ações *triggers* e finais

1. Definir as ações *triggers* e finais para cada atividade *i* e as suas posições para cada objeto *j*

   Para cada *i* e *j*

   variável(i,j) = 1

   Enquanto a posanterior(i,j) + variável(i,j) <> posseguinte(i,j)

   Se é encontrada acaox então

   posx(i,j) = posanterior(i,j) + variável(i,j)

   variável(i,j) = variável(i,j) + 1

2. Calcular os tempos para cada atividade

Com as *n* ações caracterizadas e bem definidas para cada objeto, é possível seguir a sequência das ações ao longo do processo. Para cada atividade *i* e para cada objeto *j*, define-se a variável

acaox. Estando guardado o valor da variável *posanterior*, percorre-se as linhas da tabela até ser encontrada a *acaox*, garantindo que esta está entre a sua *posanterior* e *posseguinte* da sequência de ações. Assim que *acaox* é encontrada, a sua posição *posx* é guardada, repetindo-se o ciclo até serem encontradas as posições das *n* ações.

No entanto, antes de prosseguir com a metodologia é necessário garantir que existe a sequência de ações definida. Assim, para além do fluxo de ações ser definido por estudo do processo, este deve ser testado com os dados recolhidos. Para isso, recomenda-se que seja realizada uma matriz objetos-ações que permita perceber se acontecem as *n* ações, em todos os *m* objetos (ver Tabela 7). Caso todas as ações ocorram para todos os objetos, há uma forte evidência de que a sequência identificada é representativa do fluxo de ações e a análise pode prosseguir.

Tabela 7 - Matriz objetos-ações

Objeto	**Ações**		
	1	**2**	**…*n***
1	valor (1, 1)	valor (1, 2)	valor (1, *n*)
2	valor (2, 1)	valor (2, 2)	valor (2, *n*)
…*m*	valor (3, 1)	valor (3, 2)	valor (*m*, *n*)
Ocorrência de todas as ações	ocorre (1)	ocorre (2)	ocorre (*n*)

4.1.2 Uniformização e tratamento do sistema funcional de notificações

Como foi referido em 4.1.1, existem vários processos a ocorrer em simultâneo. Por isso, as ações de um processo registadas no sistema funcional de notificações podem estar intercaladas com outros processos. Assim, para haver distinção entre estes, é necessário definir um elemento identificador para cada processo, que será denominado por objeto. De forma a extrair o objeto existiam várias alternativas. Uma delas seria trabalhar diretamente com a base de dados associada ao *log* de ações, no entanto, este procedimento envolvia algum risco de alterar funcionalidades indesejadas na aplicação. Outra opção seria pedir à equipa de desenvolvimento que criasse um serviço à parte, o que implicava esforço adicional só para o cálculo dos tempos. Uma terceira opção baseava-se na alteração da tabela do sistema funcional de notificações (ver Tabela 5), de forma a ser acrescentada uma coluna que permitisse registar o ID do elemento identificador. No entanto, esta alteração não proporcionaria o acréscimo de informação relevante para o utilizador. Por fim, optou-se por pedir à equipa de desenvolvimento para alterar o sistema funcional de notificações, de modo a devolver as mensagens num formato específico que permitisse extrair as ações e os objetos, através de *text mining*. Esta é uma abordagem mais exaustiva, uma vez que envolve que a equipa de desenvolvimento faça alterações na forma como as ações estão a ser registadas no sistema funcional de notificações da aplicação, assim como implica a extração dos elementos identificadores a partir do texto das mensagens registadas. No entanto, esta alternativa permite extrair os dados essenciais para a análise dos tempos do processo, assim como uniformizar a

informação registada no sistema funcional de notificações com a informação necessária para os gestores realizarem um controlo do processo.

Para extrair as ações e os elementos identificadores a partir do texto das mensagens registadas no sistema funcional de notificações, é necessário garantir que todas as funcionalidades da aplicação estão a ser devidamente registadas, isto é, que todas as ações realizadas pelos utilizadores da aplicação estão a ser guardadas no sistema funcional de notificações. Para além disso, é importante que as mensagens sejam registadas num formato de texto que permita extrair as ações e os elementos identificadores associados. Para isso, é necessário uniformizar a estrutura do texto dessas mensagens. Assim, é fundamental realizar uma análise inicial à informação registada no sistema funcional de notificações de forma a garantir que estas condições estão a ser cumpridas.

De modo a verificar se os registos de todas as ações dos utilizadores estão a ser guardados no sistema funcional de notificações, devem ser realizados testes em ambiente de teste. Para isso, é necessário utilizar a aplicação e analisar se as ações relacionadas com todos os elementos da interface gráfica (por exemplo, botões de menu) estão a ser registadas no sistema funcional de notificações.

O formato sugerido para o registo das mensagens das ações passa por associar sempre a ação da funcionalidade, a área na qual a ação foi realizada e o elemento identificador. Assim, uma forma possível de registar a mensagem é "Ação, na área que foi realizada, no objeto 'identificador do objeto'". Para extrair a ação e o elemento identificador das mensagens registadas foi utilizado o *text mining*, tendo sido criado o Algoritmo 2.

Considere-se *nregistos* como o número total de linhas de registos do sistema funcional de notificações, *mensagem* como sendo a variável correspondente ao texto das ações registadas nesse sistema funcional de notificações e *acao* que representa a variável correspondente ao conjunto de caracteres associado à ação registada nessa *mensagem*. A variável *objeto* representa o conjunto de caracteres " objeto ' ". Considere-se ainda *pos1* e *pos2* que correspondem, respetivamente, às posições da primeira e da segunda plica a seguir ao *objeto*.

Algoritmo 2 Uso de *text mining* nas mensagens do sistema funcional de notificações

```
1. Para os nregistos e para as n ações

   Se InStr(mensagem, acao) > 0 então
      acrescenta-se o identificador da ação no sistema funcional de notificações

2. Para os nregistos
   objeto = " objeto ' "
   comprimentoobjeto = Len(objeto)

   Se InStr(mensagem, objeto) > 0 então
      pos1 = InStr(mensagem, objeto) + comprimento objeto
      pos2 = InStr(pos1, mensagem, " ' ")
      identificador = Mid(mensagem, pos1, pos2 – pos1)

      acrescenta-se o identificador do objeto no sistema funcional de notificações
```

Para os *nregistos* e as *n* ações, se a *acao* for encontrada na *mensagem*, o identificador da ação deve ser acrescentado numa coluna nova, na tabela que está a ser utilizada para realizar a análise da informação disponibilizada no sistema funcional de notificações.

Para os *nregistos*, quando é encontrada a variável *objeto* na *mensagem*, são guardadas as variáveis *pos1* e *pos2*. Desta forma, extrai-se o elemento identificador que corresponde ao conjunto de caracteres que se encontra entre *pos1* e *pos2*. Este elemento identificador é acrescentado numa coluna nova da tabela que está a ser analisada.

Por exemplo, considerando uma aplicação de compra de bilhetes de cinema, o elemento identificador do processo é o filme escolhido. Na área de seleção de menus de pipocas, para associar a escolha de um menu à compra do bilhete, carrega-se no botão "Guardar". Para esta ação, a mensagem registada pode ser "Guardar o menu no filme 'nome do filme". Considere-se que a ação "Guardar o menu" é identificada pelo número 3 e que o nome do filme em questão é 'The Lion King'. Aplicando o Algoritmo 2, é possível extrair a informação da Tabela 8, que representa um exemplo da tabela modificada que será utilizada para realizar a análise dos tempos das atividades.

Tabela 8 – Exemplo de um registo do sistema funcional de notificações para a compra de bilhetes de cinema

Posição		**Quando?**	**Quem?**	**(…)**	**O quê?**		**Ação**	**Filme**
57		11/05/2019 - 12:00:00	Utilizador 1		Guardar o menu no filme 'The Lion King'		3	The Lion King

Como pode ser observado, a ação realizada pelo Utilizador 1, assim como o elemento identificador associado a essa ação estão identificados. Através da informação da Tabela 8, conclui-se que no dia 11 de maio de 2019, às 12:00:00, o Utilizador 1 realizou a ação 3, associada ao filme 'The Lion King'.

Assim, através do Algoritmo 2, é possível extrair a ação e o elemento identificador do processo, a partir da análise das mensagens registadas no sistema funcional de notificações. Este algoritmo permite que os registos sejam transformados em informação estruturada e, consequentemente, que sejam guardadas as posições de cada ação e elemento identificador, de acordo com o Algoritmo 1 referido em 4.1.1.

4.1.3 Método para cálculo dos tempos

Em 4.1.1 e 4.1.2, as ações *triggers* e finais da sequência de atividades do processo foram definidas e as suas posições guardadas. Para além disso, para cada registo do sistema funcional de notificações foi extraído o elemento identificador que permite a distinção dos processos. Este elemento identificador é também denominado por objeto. Este procedimento foi realizado para todos os registos do sistema funcional de notificações.

Com as posições das ações guardadas, segue-se o cálculo dos tempos das atividades do processo. Para inferir esses tempos é necessário que sejam definidos pressupostos. Estes pressupostos diferem de caso para caso, dependendo dos objetivos pretendidos e do contexto inserido. Para este projeto e após reuniões com a Efacec, foram considerados os pressupostos apresentados no Algoritmo 3, para o cálculo da duração das atividades do processo.

Algoritmo 3 Duração das atividades do processo

1. Para cada atividade i e objeto j

   '*Para o mesmo dia*

   Se $horaacaof(i,j) - horaacaot(i,j) < duracaominima(i,j)$

   $duracao(i,j) = horaacaof(i,j) - horaacaot(i,j)$

   Caso contrário

   Se for fora do horário laboral, arredondar as horas para o extremo mais próximo desse horário

   'Para dias diferentes

   $duracaodia1(i,j) = horasaida(i,j) - horaacaot(i,j)$

   $duracaodiameio(i,j) = horasdias \times diassemana$

   $duracaodia2(i,j) = horaacaof(i,j) - horaentrada(i,j)$

   $duracao(i,j) = duracaodia1(i,j) + duracaodia2(i,j) + duracaodiameio(i,j)$

2. Caso a duração da atividade seja menor do que a duracaominima:
   a. Retirar a hora do almoço sempre que se verifique que a ação *trigger* foi realizada, no período da manhã, e a ação final, no período da tarde
   b. Arredondar os valores das ações *trigger* e finais para o valor adjacente correspondente ao horário laboral, sempre que estas sejam realizadas fora do mesmo
3. Calcular o tempo total para cada objeto, isto é, a soma de todas atividades
4. Analisar os pontos fora do normal e calcular as médias de acordo com o método decidido

Nesta metodologia, pressupõe-se que a duração das atividades, representada pela variável *duracao*, é calculada pela diferença entre a data e hora da ação final e da ação *trigger*, considerando o horário laboral estipulado. Assim, deve ser considerado um horário laboral, definido pelas variáveis *horaentrada* e *horasaida* e, consequentemente, o número de horas de trabalho por dia, *horasdias*. Com as posições das ações definidas, é possível extrair a data e a hora associadas a essas posições. Ou seja, para cada atividade, para cada elemento identificador (objeto), a data e a hora das ações *triggers* e finais correspondem à data e hora das posições definidas em 4.1.1.

As horas das ações *triggers* e finais estão representadas pelas variáveis *horaacaot* e *horaacaof*, respetivamente. Desta forma, a análise separa-se em dois casos. No primeiro, considera-se que as ações *trigger* e final de uma atividade aconteceram no mesmo dia, enquanto, no segundo, considera-se que estas foram realizadas em dias diferentes. Para o segundo caso, a duração das atividades é a soma de três variáveis: a *duracaodia1*, que representa a duração da atividade no primeiro dia desta começar; a *duracaodia2*, que se refere à duração da mesma atividade no último dia da sua execução; e a *duracaomeio*, que representa o número de horas de trabalho por dias da semana, *diassemana*, entre o primeiro e o último dia da realização da atividade.

Se a análise fosse realizada apenas com as condições anteriores, a hora de almoço estaria a ser considerada como tempo utilizado na execução das atividades. Assim, surgiu outro pressuposto: sempre que a ação *trigger* aconteça no período da manhã e a ação final aconteça no período da tarde, a hora do almoço deve ser descontada na duração. Para além disso, sempre que uma ação for realizada fora do horário laboral, a hora da sua ocorrência é arredondada para a hora adjacente correspondente a esse horário.

Com os pressupostos anteriores, as atividades de pequena duração seriam prejudicadas, caso o utilizador trabalhasse fora do horário laboral. Assim, surgiu outra condição. Caso uma atividade tenha uma duração inferior a um determinado valor, *duracaominima*, tanto o arredondamento das horas para o horário laboral como a subtração da hora do almoço não são pressupostos aplicados. Assim, evita-se que atividades com uma menor duração sejam prejudicadas pelos pressupostos descritos anteriormente.

Aplicando o Algoritmo 3, são obtidos os tempos das atividades do processo (tempos PT da Figura 7), a partir das posições das ações registadas no sistema funcional de notificações. Este algoritmo pode ser aplicado para os tempos entre atividades, podendo ser calculados os tempos WT. Desta forma, para cada objeto, são calculados os tempos das atividades, os tempos de passagem de informação entre estas atividades e, consequentemente, a duração total do processo.

Considere-se o exemplo dos registos do sistema funcional de notificações referido anteriormente, na Tabela 6. Após serem aplicados os algoritmos 1, 2 e 3, são calculados os tempos do processo de conceção dos dois produtos P0001 e P3056. Para o produto P0001, registou-se um tempo de execução da atividade (tempo PT) de 45 minutos, que corresponde à diferença entre a hora da ação final (10:45:00) e a hora da ação *trigger* (10:00:00), do mesmo dia. Desta forma, foram obtidos os tempos PT e WT para os produtos P0001 e P3056, apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Tempos PT e WT (em horas) calculados para os produtos P0001 e P3056

Produto	**Atividade A**	**Atividade B**		**Atividade C**		**Total**
	PT	**WT**	**PT**	**WT**	**PT**	
P0001	0,75	0,25	1	1	7	10
P3056	1,2	0,4	0,7	1,5	1,33	5,13

Assim, todo este procedimento pode ser aplicado para qualquer processo caracterizado por uma sequência de atividades, em que as ações realizadas são registadas num sistema funcional de notificações. Para esse processo, obtém-se uma amostra dos tempos calculados e procede-se à análise de *outliers*.

4.1.4 Método para análise dos dados e tratamento de outliers

Como foi referido neste capítulo, para todas as atividades de um determinado processo foram calculados os tempos para os vários objetos. Assim, foi analisada uma amostra dos registos do sistema funcional de notificações e foram calculados os tempos das atividades (tempos PT),

os tempos de passagem de informação entre as atividades (tempos WT) e, consequentemente, os tempos totais do processo, para cada objeto.

Em 0, foram definidas e selecionadas as métricas para avaliar o desempenho do processo de Proposta e Contrato da Efacec. Para o cálculo dos tempos do processo, foi decidido que as métricas seriam o valor mínimo, médio e máximo dos tempos, assim como o desvio padrão e a percentagem de melhoria dos tempos.

Considere-se uma amostra dos tempos calculados, para um determinado número de objetos, e que esta amostra segue uma distribuição normal. Se apenas fossem calculadas as métricas a partir dos valores obtidos, poderiam estar a ser incluídos pontos fora do normal na análise. Como referido em 2.6, existem várias razões para existirem estes pontos. Podem derivar de erros de código, de erros provocados pela definição dos pressupostos do cálculo dos tempos, de situações imprevistas que influenciam a interpretação de resultados, entre outros. Assim, é necessário identificar estes valores que se desviam consideravelmente dos restantes e decidir a forma como lidar com os mesmos. Para identificar estes pontos, existem várias técnicas, como foi analisado em 2.6. Nesta metodologia, recomenda-se o uso de mais do que uma técnica de forma a avaliar qual será a mais indicada para o contexto do problema. Caso sejam detetados *outliers* provocados por erros de codificação, estes devem ser substituídos e, para isso, podem ser utilizadas técnicas, tais como a média truncada e a média "Winsorized". Para os restantes pontos fora do normal, recomenda-se que a forma de os tratar seja uma opção do utilizador, uma vez que a interpretação dos resultados, para o negócio, é influenciada por essa decisão.

Após o tratamento dos *outliers*, estão reunidas as condições necessárias para calcular as métricas definidas para responder às questões Q1, Q2 e Q3, ou seja, é calculada a média, o mínimo e o máximo dos tempos das atividades, assim como o desvio padrão e a percentagem de melhoria dos tempos. Também, são calculados os tempos médios de passagem e é analisado o tempo total do processo.

4.2 Análise dos constrangimentos e ganhos adicionais

O objetivo deste projeto é avaliar a melhoria no desempenho de um processo, após a implementação de uma aplicação desenvolvida pela Critical Software. Como foi referido em 0, para essa avaliação, a análise foi dividida em duas partes: avaliar o desempenho do processo quantitativa e qualitativamente. Assim, para além do cálculo dos tempos das atividades, recomenda-se a análise da evolução dos constrangimentos sentidos pelos utilizadores e os ganhos adicionais antes e após a implementação da solução de software. Deste modo, é possível avaliar alguns aspetos que acrescentam valor à aplicação, mas que não estão diretamente expressos no cálculo dos tempos. Antes da realização deste projeto, foi realizada uma lista dos problemas identificados pelos colaboradores da Efacec, na execução das suas atividades.

Para responder às questões Q4 e Q5 definidas em 0, deve ser realizada a lista desses constrangimentos, identificar as soluções desenvolvidas para resolver os problemas e, ainda, analisar as funcionalidades acrescentadas que melhoram a qualidade do processo. Assim, são identificados o número de constrangimentos resolvidos e o número de ganhos adicionais com a implementação da aplicação.

Considere-se os exemplos de constrangimentos apresentados na Tabela 10 e os ganhos adicionais com a implementação da aplicação representados na Tabela 11. Para cada

constrangimento sentido pelos colaboradores, antes da implementação da aplicação, deve ser descrita a solução desenvolvida para resolver esse constrangimento. O mesmo deve ser realizado para os ganhos adicionais resultantes da implementação da aplicação. Desta forma, está avaliada a melhoria na qualidade do processo após a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software.

Tabela 10 - Exemplo de uma lista de constrangimentos e respetivas soluções implementadas

Constrangimentos identificados	Solução implementada
O email é utilizado como principal meio de comunicação e passagem de documentos	Botões de carregar e descarregar ficheiros
(…)	(…)

Tabela 11 - Exemplo de uma lista de ganhos adicionais e respetivas soluções implementadas

Ganhos adicionais	Solução implementada
A informação pode ser reutilizada	Botão de pesquisa de produtos semelhantes
Alguns documentos podem ser criados automaticamente	Botão de criar documentos
(…)	(…)

4.3 Método para avaliação do desempenho de um processo

Neste projeto, foi desenvolvida uma metodologia para avaliar a melhoria no desempenho de um processo de conceção de um produto, após a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software. Em primeiro lugar, foi definida uma estratégia e, assim, foram definidas e selecionadas as métricas para realizar avaliação do desempenho desse processo. Foi decidido que esta melhoria seria avaliada tanto a nível quantitativo como a nível qualitativo. Para isso, foram calculados os tempos das atividades e analisados os constrangimentos sentidos pelos colaboradores.

Para o cálculo dos tempos das atividades, foi criada uma ferramenta de suporte em Microsoft Excel. Para isso, o processo teve que ser caracterizado de forma a identificar a sequência das atividades, assim como as ações que definem o início e o final de cada atividade. À medida que os utilizadores navegam na aplicação, as suas ações são registadas no sistema funcional de notificações. Assim, foi necessário garantir que estavam a ser registadas todas as ações associadas à sequência de atividades do processo. Foi, também, necessário uniformizar o formato do texto das mensagens associadas às ações que estavam a ser guardadas, de forma a utilizar o *text mining* para estruturar a informação registada no sistema funcional de notificações. Com a informação estruturada, foram guardadas as posições das ações relacionadas com a sequência de atividades do processo. De seguida, foram definidos os pressupostos e calculados os tempos das atividades de acordo com esses pressupostos. Após demonstrar um método possível para o cálculo dos tempos das atividades e dos tempos de

passagem de informação, foi recomendada uma análise aos pontos fora do normal, para evitar a obtenção de valores distantes da realidade. Finalmente, foi sugerida uma análise dos constrangimentos e dos ganhos adicionais, após a implementação da aplicação.

Seguindo esta metodologia, são obtidos os valores médios, mínimos e máximos dos tempos das atividades do processo (tempos PT), dos tempos de passagem de informação (tempos WT) e, consequentemente, do tempo total do processo. Para além dessas métricas, o desvio padrão e a percentagem de melhoria dos tempos também podem ser calculados. Assim, estão identificadas as métricas para responder às questões Q1, Q2 e Q3. Para além disso, com o número de constrangimentos resolvidos e ganhos adicionais com a implementação da aplicação, estão obtidas as respostas para as restantes questões, Q4 e Q5. Desta forma, o processo está monitorizado e pode ser resumido com o esquema apresentado na Figura 8. De acordo com o VSM sugerido, os tempos médios obtidos são registados por baixo das atividades, e os constrangimentos resolvidos e ganhos adicionais identificados por baixo dos valores dos tempos de cada atividade.

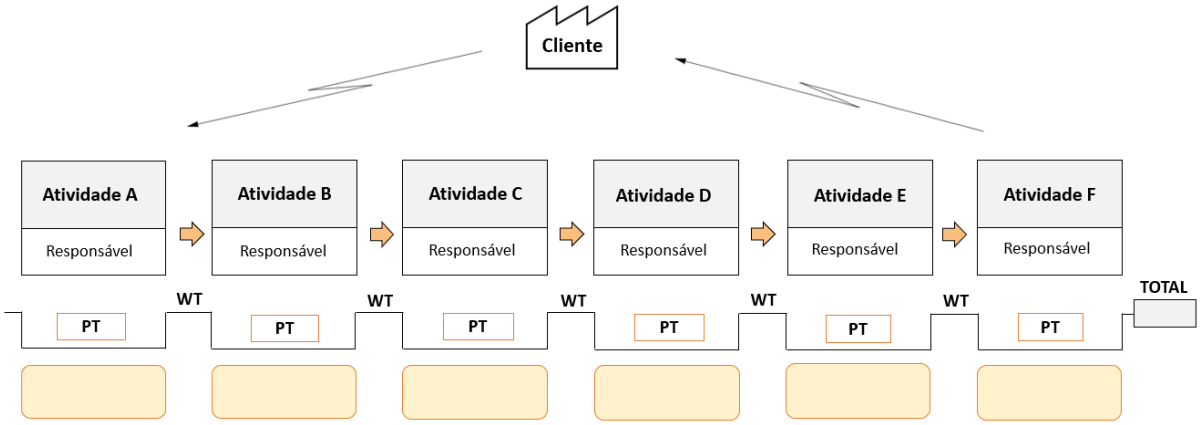


Figura 8 - Value Stream Mapping para monitorização do processo

Finalmente, para avaliar os tempos do processo com e sem a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software, é realizada uma comparação entre os valores iniciais dos tempos das atividades e os valores médios obtidos através da ferramenta de suporte criada neste projeto.

5 Implementação da metodologia na fase de Proposta para Transformadores

No capítulo 4, foi explicada a metodologia desenvolvida neste projeto para avaliar o desempenho de um processo de conceção de um produto, após a implementação de uma aplicação. Esta metodologia é adaptável para qualquer tipo de processo caracterizado por uma sequência de atividades, no qual seja utilizado um sistema funcional de notificações que registe as ações dos utilizadores conforme utilizam essa aplicação.

Uma vez que a fase de Proposta para Transformadores da Efacec era a fase mais estável quando se deu o início deste projeto, esta fase foi utilizada como caso de estudo para demonstrar a aplicabilidade da metodologia. Assim, este capítulo é dedicado à implementação da metodologia na fase de Proposta para Transformadores.

5.1 Análise dos tempos da fase de Proposta para Transformadores

5.1.1 Caracterização da fase de Proposta para Transformadores

Para melhorar a fase de Proposta para Transformadores da Efacec, a Critical Software desenvolveu uma aplicação, transformando-a num fluxo de atividades. O primeiro passo da metodologia desenvolvida é caracterizar esta fase, após a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software. Para isso, é necessário definir a sequência de atividades e as ações *triggers* e finais correspondentes.

A fase de Proposta para Transformadores após a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software baseia-se em concursos, produtos e propostas técnicas. Estes estão relacionados entre si da seguinte forma: um concurso pode ter vários produtos e uma proposta técnica está associada a um produto (ver Figura 9). Os concursos, produtos e propostas técnicas podem ser identificadas pelos seus *nicknames*.

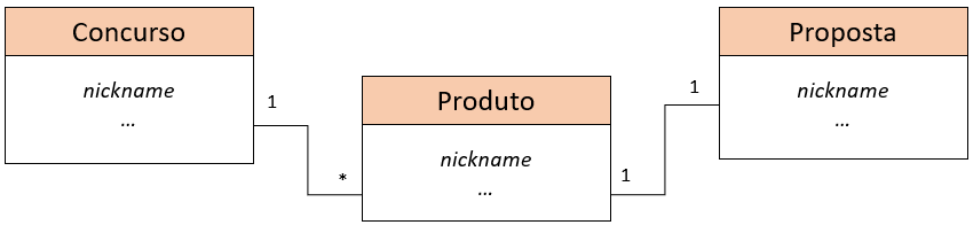


Figura 9 - Relação entre concursos, produtos e propostas técnicas

A fase de Proposta para Transformadores inicia-se com um pedido do cliente da Efacec, sendo da responsabilidade do Departamento Comercial, registar o concurso e os produtos associados na aplicação. Após finalizar a sua atividade, o Departamento de Tendering é automaticamente notificado e procede à caracterização das propostas técnicas associadas aos produtos desse concurso. Assim que termina a orçamentação, é enviada automaticamente uma notificação ao responsável Comercial, o qual está encarregue de finalizar a proposta e enviá-la ao cliente. O concurso está associado a todas as atividades e, por isso, será o objeto de análise.

Com a implementação da aplicação, a fase de Proposta para Transformadores passou a ser caracterizada por um fluxo de atividades, isto é, existe uma sequência de ações que são realizadas desde que é registado um concurso até que a proposta associada a esse concurso é entregue ao cliente. Este fluxo está representado por um *Value Stream Mapping* (ver Figura 10), o qual permite uma descrição do processo mais visual e percetível para a análise da sequência de ações. A sequência de ações e atividades foi definida através de reuniões com os intervenientes do processo e por análise da aplicação, estando representada na Tabela 12.

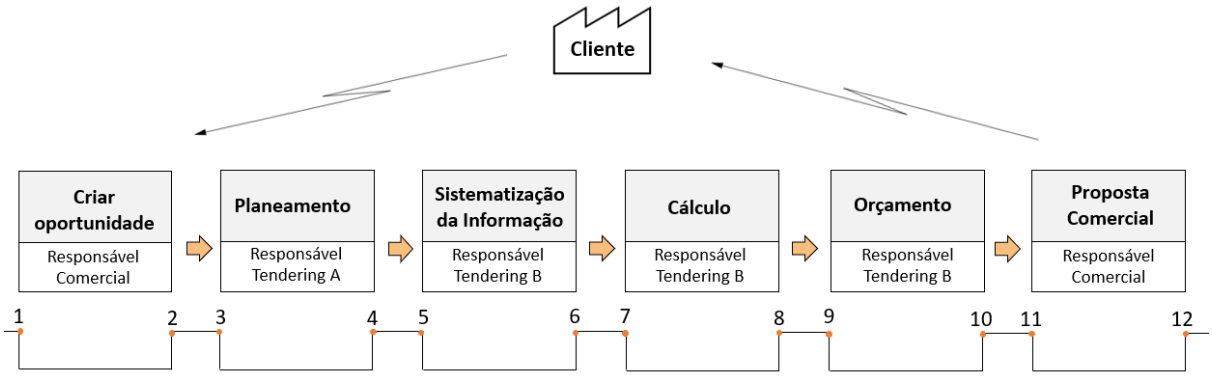


Figura 10 - VSM da fase de Proposta para Transformadores

Tabela 12 - Ações *triggers* e finais da fase de Proposta para Transformadores

ID ação	Descrição da ação
1	Criação do concurso
2	Mudança de estado de ‘Draft’ para ‘Tendering’
3	Atribuição do responsável da Proposta Técnica
4	Última atribuição do responsável da Proposta Técnica
5	Criação da Proposta Técnica
6	Ação antes da primeira ação de cálculo
7	Primeira ação de cálculo
8	Ação antes da primeira ação de orçamento
9	Primeira ação de orçamento
10	Mudança de estado de ‘Tendering’ para ‘Comercial’
11	Primeira ação do responsável comercial após a ação 10
12	Mudança de estado de ‘Comercial’ para ‘Cliente’

O início da atividade "Criar Oportunidade" é caracterizado pela a ação 1, enquanto o seu fim é verificado quando ocorre a ação 2. Estas ações são as ações *triggers* e finais dessa atividade. A mesma lógica aplica-se para as restantes atividades da fase de Proposta para Transformadores.

5.1.2 Uniformização e tratamento do sistema funcional de notificações

Como foi referido em 4.1.2, para calcular os tempos das atividades a partir dos registos guardados no sistema funcional de notificações, é necessário uniformizar e tratar a informação registada. Assim, é fundamental garantir que todas as ações *triggers* e finais estejam a ser guardadas. Para além disso, é necessário que as mensagens relacionadas com essas ações estejam num formato que permita extrair informação, através de *text mining*. Para isso, deve ser realizada uma análise inicial à informação registada no sistema funcional de notificações e proceder ao seu tratamento.

Para analisar os registos guardados no sistema funcional de notificações, foi pedido à equipa de desenvolvimento que importasse essa informação, para uma folha de Excel. Foi, assim, importada uma tabela idêntica à disponibilizada no sistema funcional de notificações (ver Figura 1 do Anexo A), com os registos das ações realizadas na aplicação. Uma vez que a fase de Proposta se baseia em concursos, produtos e propostas técnicas, foi solicitada uma tabela que permitisse relacioná-los entre si. Desta forma, é possível relacionar todas as ações registadas ao concurso correspondente.

Por observação da informação registada no sistema funcional de notificações, algumas mensagens associadas a concursos estavam a ser registadas com o formato *concurso 'nickname do concurso'*. Para não alterar totalmente a forma como os registos estavam a ser realizados, foi decidido que a identificação dos concursos, produtos e propostas técnicas seria extraída com esse formato. Assim, foi realizada uma análise *a priori* das mensagens registadas no sistema funcional de notificações.

Para essa análise foi extraída uma amostra de 11375 registos que estavam relacionados com concursos. Para isso, foi feita uma filtragem prévia dos módulos correspondentes à fase de Proposta para Transformadores e às ações que necessitavam de ter os concursos identificados. Uma vez que os concursos estão relacionados com os produtos e com as propostas técnicas, em cada mensagem deve ser possível identificar pelo menos um destes conceitos. Assim, para cada registo da amostra, foi analisada a frequência dos conjuntos de caracteres apresentados na Tabela 13. Para verificar essa frequência foi aplicada a lógica do Algoritmo 2, de forma a encontrar os conjuntos de caracteres nos registos. Ou seja, por cada vez que um conjunto de caracteres foi encontrado em cada registo da amostra, foi acrescentada uma unidade na sua frequência.

Como pode ser observado na Tabela 13, os concursos e produtos estavam a ser referenciados por vários termos diferentes, sendo o concurso denominado por *concurso* e *Concurso* e o produto por *linha*, *linha de concurso* e *produto*. Para além disso, pela Tabela 14, observa-se que 5% dos registos não estavam a ser guardados de forma a serem analisados, isto é, nem todas as ações estavam a ser registadas de modo a poder ser extraído o identificador dos concursos, produtos ou propostas técnicas. Assim, foi necessário proceder à uniformização do formato dos registos do sistema funcional de notificações. Foi pedido à equipa de desenvolvimento que garantisse que todas as ações realizadas na aplicação, relacionadas com concursos, tivessem a identificação do *nickname* do concurso associado, no formato *concurso*

'nickname do concurso'. O mesmo foi implementado para as ações relacionadas com produtos ou propostas técnicas. Desta forma, é possível extrair os identificadores de cada elemento através do Algoritmo 2, permitindo que a informação seja estruturada.

Tabela 13 - Frequência de cada conjunto de caracteres no log de ações

String a procurar	Frequência	%
linha ‘	560	4,9
produto ‘	900	7,9
concurso ‘	4810	42,3
Concurso ‘	522	4,6
estado ‘	0	0,0
Proposta Técnica ‘	1282	11,3
linha de concurso ‘	2775	24,4

Tabela 14 - Frequência dos registos com produtos e concursos identificados

Descrição	Frequência	%
N.º registos com propostas técnicas identificadas	1282	11
N.º registos com produtos identificados	4235	37
N.º registos com concursos identificados	5332	47
N.º total de registos com identificação	10 849	95
Nº total de registos da amostra	11 375	100

Para além da uniformização das mensagens registadas no sistema funcional de notificações, é necessário garantir que estão a ser registadas as ações essenciais para a análise, apresentadas na Tabela 12. Assim, foi realizada a análise anterior, para as ações fundamentais consideradas como *triggers* e finais de cada atividade do processo. Para cada conjunto de caracteres da Tabela 15, foi calculada a sua frequência, no sistema funcional de notificações, de forma a analisar quais as ações que não estavam a ser registadas. Como pode ser observado, as ações referentes às mudanças de estado, ao cálculo e ao orçamento não estavam a ser todas consideradas. Sendo cinco ações fundamentais para a análise, foi necessário pedir à equipa de desenvolvimento que acrescentasse o registo das funcionalidades correspondentes a essas ações.

Tabela 15 - Frequência do conjunto de caracteres relativos às ações *triggers* e finais, no log de ações

String a procurar	Frequência	%
Criar concurso	185	1,6
Mudar de estado	0	0,0
Atribuir responsável	137	1,2
Criar Proposta Técnica	158	1,4
Adicionar cálculo	88	0,8
Aplicar cálculo	0	0,0
Editar orçamento	0	0,0

Por último, e uma vez que existem três ações associadas a mudanças de estado, foi necessário garantir que estas ações eram diferenciadas. Assim, para haver distinção entre as ações, foi adotado o formato "Mudar o concurso '*nickname do concurso*' do estado '*estado inicial*' para o estado '*estado final*'. Com este formato e através da lógica aplicada no Algoritmo 2, é possível extrair o estado final e distinguir as ações 2, 10 e 12 da Tabela 12.

5.1.3 Recolha e processamento de dados

Após garantir que as funcionalidades correspondentes às ações *triggers* e finais estão a ser registadas e que as mensagens estão uniformizadas, estão reunidas as condições necessárias para prosseguir com a análise dos tempos das atividades. Para isso, foi analisada uma amostra de registos após terem sido realizadas estas alterações.

Para cada registo das ações, foi atribuído um identificador para as ações consideradas como *triggers* e finais. Através destes IDs, é possível analisar a sequência de ações realizadas por cada utilizador na aplicação. Foram, também, extraídos os identificadores dos concursos, produtos e propostas técnicas, através do Algoritmo 2. A Tabela 16 representa um exemplo da tabela com a informação estruturada criada na ferramenta de suporte, com base na informação recolhida do sistema funcional de notificações

Tabela 16 - Extração dos identificadores dos registos do sistema funcional de notificações

Quando?	Quem?	(…)	O quê?		ID da ação	Concurso	Produto	Proposta Técnica	Estado final
11/05/2019 - 12:00:00	Utilizador 3		Criar a proposta técnica 'Proposta7'		5	0	0	Proposta7	0
11/05/2019 - 11:50:01	Utilizador 1		Entrada na aplicação		0	0	0	0	0
11/05/2019 - 11:45:10	Utilizador 4		Mudar o produto 'produtoA' do concurso 'concurso1' do estado 'Draft' para o estado 'Tendering'		2	concurso1	produtoA	0	Tendering
11/05/2019 - 11:42:07	Utilizador 4		Criar o concurso 'concurso1'		1	concurso1	0	0	0

Como foi referido em 5.1.1, existem três ações relacionadas com mudanças de estados: de "Draft" para "Tendering", de "Tendering" para "Comercial"; e de "Comercial" para "Cliente". Assim, para além dos *nicknames*, foi necessário extrair os estados finais para cada ação correspondente às mudanças de estado, de forma a haver distinção destas ações.

A partir da Tabela 16, as posições das ações podem ser guardadas de acordo com o Algoritmo 1. Assim, para cada concurso é a guardada a sequência das atividades, conforme as posições das ações *triggers* e finais nos registos do sistema funcional de notificações.

5.1.4 Método para o cálculo dos tempos

Após terem sido definidas as posições das ações trigger e finais das atividades, de cada concurso criado e entregue ao cliente da Efacec, é necessário definir o método de cálculo dos tempos das atividades. Como foi referido em 4.1.3, para calcular os tempos de um processo, é necessário definir os pressupostos, que dependem do contexto do negócio subjacente. Assim, foram definidos os seguintes pressupostos:

1. Para obter os tempos da fase de Proposta para os Transformadores (G1), só são considerados concursos que respeitam as ações *triggers* e finais definidas na Tabela 12. Os restantes são considerados anomalias no fluxo natural das atividades, e, por isso, não devem ser utilizados para inferir os tempos das atividades.
2. Visto que os tempos obtidos antes da implementação da aplicação foram obtidos sem considerar a negociação da proposta com o cliente, só é considerada a primeira vez que o concurso é entregue ao cliente. Com este pressuposto, pode ser realizada uma comparação dos tempos e analisar a evolução do processo.
3. Como foi referido em 3.1, os tempos relativos ao processo da Efacec foram inferidos de forma subjetiva antes da realização deste projeto. Desta forma, não havia o conceito de concurso, sendo esses tempos referentes à conceção de apenas uma proposta técnica. Assim, para haver termo de comparação, foi definido o pressuposto de que seriam considerados concursos com um produto, para o cálculo dos tempos do processo. Deste modo, para concursos com apenas um produto criado, foram consideradas as seguintes condições:
    a. O Departamento de Tendering e Comercial, trabalham 8 horas por dia;
    b. O horário laboral é das 9h às 13h, no período da manhã, e das 14h às 18h, no período da tarde;
    c. A duração mínima das atividades, para serem considerados os pressupostos, é de 1 hora (equivalente à hora de almoço);

Para exemplificar a aplicabilidade da metodologia, foram criados seis concursos, em ambiente de teste, respeitando os pressupostos referidos anteriormente. Assim, foi simulada a conceção de seis transformadores do tipo A, seguindo a lógica da sequência de ações considerada para a fase de Proposta para Transformadores. Em cada um dos seis concursos apenas foi associado um Transformador do tipo A. Aplicando a metodologia desenvolvida, foram obtidos os tempos da execução das atividades (tempos PT) e os tempos da passagem de informação entre essas atividades (tempos WT) representados na Tabela 17.

Tabela 17 - Concursos obtidos em ambiente de teste para a fase de Proposta para Transformadores do tipo A

Concurso	Criar Oportunidade	Planeamento		Sist. da Informação		Cálculo		Orçamento		Proposta Comercial	
	PT	WT	PT	WT	PT	WT	PT	WT	PT	WT	PT
Concurso1	0,043	12,939	0,003	0,008	0,029	0,006	0,011	0,005	0,071	0,015	0,002
Concurso2	0,000	0,054	0,000	0,200	0,006	0,019	0,021	0,009	0,126	0,039	0,008
Concurso3	0,037	0,066	0,007	0,053	0,011	0,002	0,014	0,003	0,095	0,904	0,001
Concurso4	0,027	0,103	0,000	8,583	0,016	0,001	0,006	0,007	0,781	0,021	0,003
Concurso5	0,026	0,015	0,000	0,011	0,012	0,019	0,035	0,003	0,103	0,066	0,001
Concurso6	0,022	0,090	0,000	0,222	0,007	0,004	0,014	0,008	0,089	0,085	0,001

Analisando os valores obtidos, pode-se observar que alguns dos tempos desviam-se consideravelmente dos restantes. Assim, se apenas fosse calculada a média dos tempos PT e WT de cada atividade, poderiam estar a ser considerados valores provocados por erros de código, erros derivados dos pressupostos, ou outras causas que influenciam a interpretação dos resultados. Por isso, é importante que seja realizada uma análise aos pontos fora do normal e avaliar a melhor forma de se tratar os *outliers*, no contexto inserido.

5.1.5 Análise dos dados e tratamento de outliers

Para os seis concursos considerados na Tabela 17, procedeu-se à análise dos tempos obtidos e ao tratamento dos *outliers*, de forma a diminuir o erro da análise. Em 2.6, foram analisados os passos para analisar estes pontos fora do normal. Em primeiro, é necessário definir que tipos de *outliers* podem ocorrer e perceber as suas causas. Em segundo, é fundamental decidir a forma como serão identificados os *outliers*. Por último, procede-se ao tratamento dos mesmos.

A fase de Proposta para Transformadores é caracterizada por seis atividades principais, apresentadas na Tabela 17. Analisando as ações *triggers* e finais da Tabela 17, conclui-se que a ação *trigger* da atividade Planeamento ocorre quando é atribuída uma proposta a um responsável do Departamento de Tendering. A sua ação final é definida como sendo a última vez que essa proposta é atribuída a esse responsável. É esperado que a mesma proposta só seja atribuída uma vez, no entanto, existem casos em que é necessário alterar as informações dessa proposta e, assim, atribuí-la novamente ao responsável. Assim, o tempo da atividade Planeamento (tempo PT do Planeamento) é o único que pode ter valores iguais a zero. Para as restantes atividades, caso seja verificado um tempo da atividade igual a zero, esse valor deve ser analisado de forma a perceber as suas causas possíveis. Caso sejam erros derivados da implementação do código, o problema deve ser identificado e corrigido. Caso sejam erros derivados dos pressupostos, os tempos devem ser removidos do cálculo da média ou devem ser substituídos por outro valor. Para além dos erros de código e de pressupostos, podem existir outras causas relacionadas com o negócio que distorcem a interpretação dos resultados, como, por exemplo, a dependência de envio de informação por parte do cliente. Estes pontos são considerados como *outliers*.

Como referido em 2.6, para identificar os *outliers*, existem várias técnicas visuais e quantitativas. Na fase de Proposta para Transformadores, foi utilizado o teste do *Box Plot*, uma técnica comum em distribuições normais (Mahmoodi e Ghassemi, 2018). Assim, para cada tempo WT e PT foram calculados cinco valores: o primeiro quartil (QT1), valor que representa 25% da amostra ordenada; o terceiro quartil (QT3), que corresponde a 75% da amostra ordenada; o intervalo interquartil (IIQ), que avalia a dispersão dos dados ordenados,

sendo igual a QT3-QT1; o limite superior, que será considerado nesta metodologia como sendo o valor 1,5 × IIQ acima de QT3; e, finalmente, o limite inferior, que será 1,5 × IIQ abaixo do QT3. Nesta técnica, se os valores dos tempos estiverem fora dos limites superiores e inferiores, são considerados como *outliers* (Castro *et al*, 2017).

Considerando o tempo PT da atividade Orçamento (ver Tabela 17) como exemplo, foi realizada a *Box Plot*, representada na Figura 11. O tempo médio dessa atividade é de 0,182 horas, enquanto o desvio padrão é de 0,256 horas, isto é, o valor esperado do tempo PT do Orçamento é de 0,182 horas e a dispersão dos valores em relação a essa média é de 0,256 horas. Nessa figura, observa-se um valor (Concurso4) que se desvia consideravelmente dos restantes. Analisando a sequência dos registos do sistema funcional de notificações, para esse concurso, concluiu-se que houve uma quebra durante a execução da atividade, derivada de um lapso durante a utilização da aplicação. Assim, para evitar incluir este tipo de erros na análise, foi realizado um tratamento dos *outliers*.

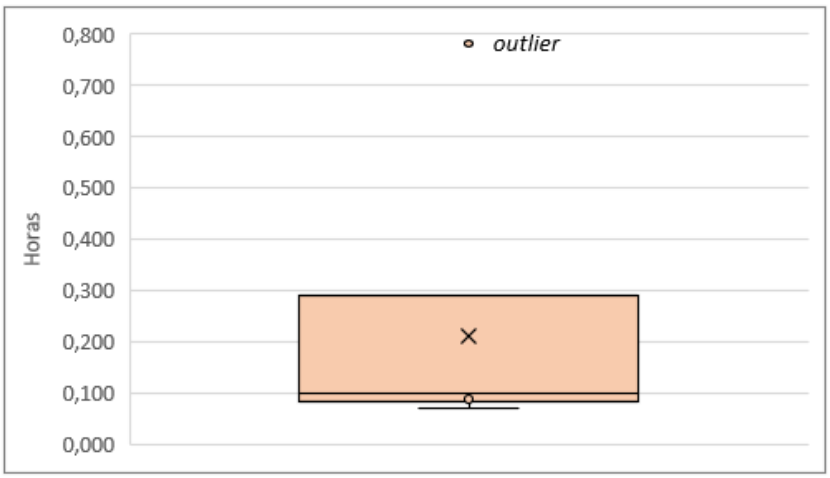


Figura 11 - Box Plot para o tempo PT da atividade Orçamento

Como foi referido em 2.6, não existe um consenso na forma como os *outliers* devem ser tratados. Assim, para decidir o método a utilizar, foi realizada uma reunião com a Efacec, concluindo-se que seria usada a média truncada. Neste método, os valores são ordenados e a média é calculada excluindo uma quantidade igual de ambos os extremos. Normalmente, fixa-se um valor ou define-se uma percentagem para remover os valores extremos (Ye *et al*, 2019). Para esta metodologia, foi considerado um valor de 15% da população total como critério de remoção dos extremos. Uma vez que a amostra considerada na Tabela 17 é de seis concursos, foi retirado um valor de cada extremo dos tempos PT ordenados da atividade Orçamento. Assim, foi calculada a média truncada dessa amostra (0,103 horas) e o ponto considerado como *outlier* foi substituído por essa média. Para analisar as alterações aos valores dos tempos PT da atividade Orçamento, foi realizada uma *Box Plot*, representada pela Figura 12. Como pode ser observado nessa figura, não existe uma dispersão dos valores tão acentuada. O desvio padrão do tempo diminuiu de 0,256 horas para 0,017 horas e a média de 0,182 horas para 0,098 horas. Assim, conclui-se que basta um valor fora do normal para distorcer a análise dos dados. Por isso, é importante que seja realizada uma análise e tratamento dos *outliers*, para diminuir o erro na interpretação dos resultados.

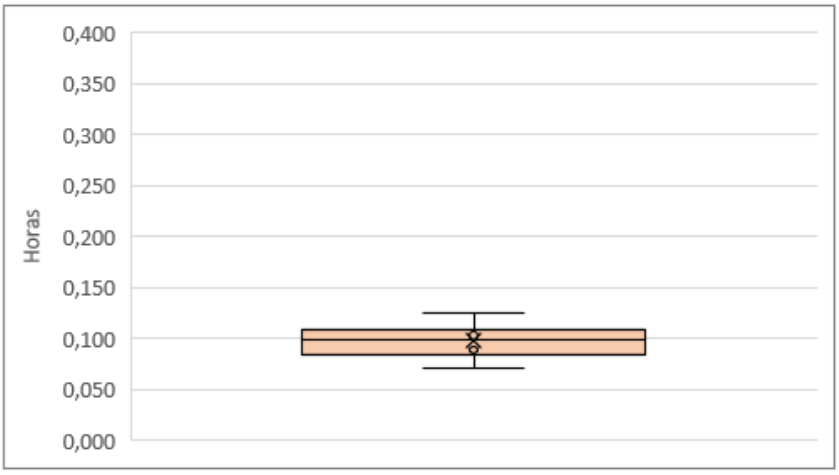


Figura 12 - Box Plot para o tempo PT da atividade Orçamento, após remoção dos valores extremos

Este processo de análise e tratamento de *outliers* foi aplicado, para os tempos PT e WT das atividades dos seis concursos criados. Assim, os pontos fora do normal foram identificados e estão destacados na Tabela 17. De forma a diminuir o erro na análise, foi utilizada a média truncada como método de tratamento dos *outliers* e foram obtidos os tempos médios apresentados na Figura 13. Foi, também, registada uma duração média total do processo de 0,386 horas e um desvio padrão dos tempos totais médios de 0,110 horas.

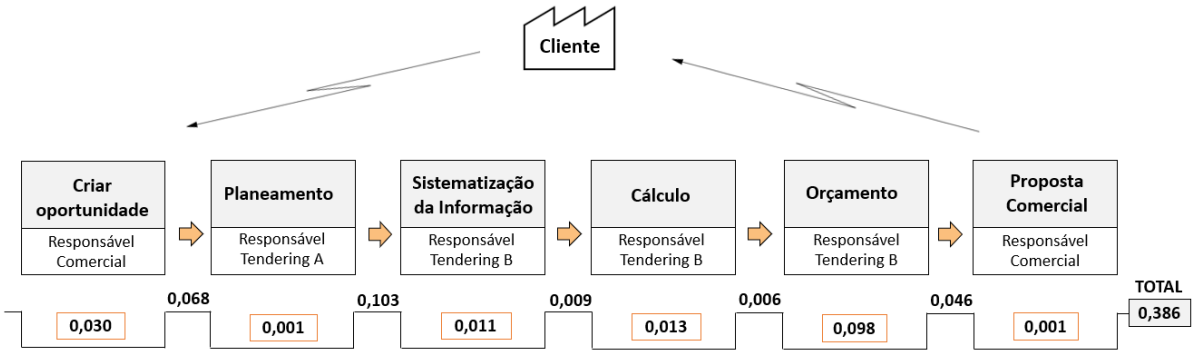


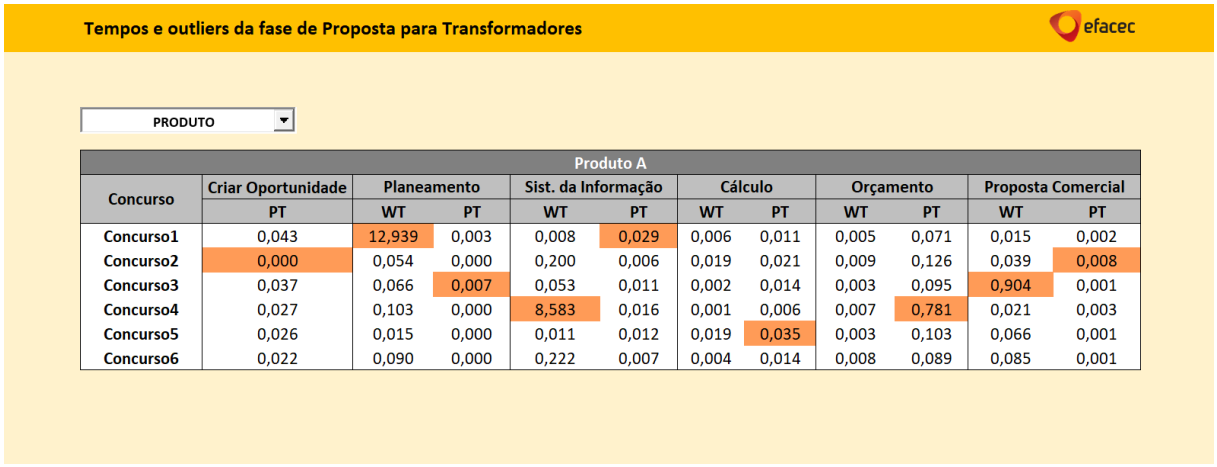
Figura 13 - VSM para os tempos PT e WT dos concursos criados em ambiente de teste

5.1.6 Protótipo da ferramenta de cálculo dos tempos do processo

Ao longo deste capítulo foi explicado o método desenvolvido para o cálculo dos tempos de um processo, de forma a responder às questões Q1, Q2 e Q3. Para isso, foi criada uma ferramenta, em Microsoft Excel, que, para além da monitorização dos tempos PT e WT da fase de Proposta para Transformadores, permite analisar quais são os concursos e as suas atividades que demoram mais tempo do que o normal. Através dos registos do sistema funcional de notificações, é possível seguir a sequência de ações realizadas na aplicação associadas a essas atividades e concursos. Desta forma, a Efacec adquire uma ferramenta que lhe permite controlar o processo e identificar pontos de melhoria. As *mockups* apresentadas

nas figuras 14, 15 e 16, representam o protótipo desenvolvido neste projeto da ferramenta de monitorização da fase de Proposta para Transformadores. Os valores dos tempos apresentados são apenas demonstrativos, não sendo os valores reais do processo da Efacec. Estes valores foram simulados através da utilização da aplicação em ambiente de teste, respeitando a sequência de atividades que caracteriza o processo de Proposta da Efacec.

Como pode ser observado na *mockup* da Figura 14, os *outliers* das atividades dos concursos são destacados numa tabela. Essa tabela pode ser filtrada de acordo com o tipo do produto associado a cada concurso. Ao destacar os *outliers*, o utilizador tem a perceção dos concursos nos quais existem atividades que têm uma duração que se desvia consideravelmente dos restantes concursos. Desta forma, por observação dos registos do sistema funcional de notificações, é possível analisar a sequência de ações realizadas nesses concursos e identificar causas possíveis para esses valores, de forma a poder atuar sobre as mesmas.



Produto A											
Concurso	Criar Oportunidade	Planeamento		Sist. da Informação		Cálculo		Orçamento		Proposta Comercial	
	PT	WT	PT	WT	PT	WT	PT	WT	PT	WT	PT
Concurso1	0,043	12,939	0,003	0,008	0,029	0,006	0,011	0,005	0,071	0,015	0,002
Concurso2	0,000	0,054	0,000	0,200	0,006	0,019	0,021	0,009	0,126	0,039	0,008
Concurso3	0,037	0,066	0,007	0,053	0,011	0,002	0,014	0,003	0,095	0,904	0,001
Concurso4	0,027	0,103	0,000	8,583	0,016	0,001	0,006	0,007	0,781	0,021	0,003
Concurso5	0,026	0,015	0,000	0,011	0,012	0,019	0,035	0,003	0,103	0,066	0,001
Concurso6	0,022	0,090	0,000	0,222	0,007	0,004	0,014	0,008	0,089	0,085	0,001

Figura 14 - *Mockup* para identificação de *outliers*

Na Figura 15, o utilizador tem a informação do tempo médio de passagem de informação (WT) e do tempo médio da execução das atividades (PT), para cada tipo de Transformador, após substituir os *outliers* pela média truncada. Além disso, o utilizador pode analisar o tempo total médio desde que é criado um concurso associado a um pedido de um cliente até que a proposta lhe é entregue, assim como o desvio padrão da amostra. Como os tempos de passagem de informação (WT) estão separados dos tempos da execução das atividades (PT), a ferramenta também permite avaliar a percentagem de tempo gasto em cada uma dessas situações. Para o produto A, conclui-se que 60% do tempo total médio do processo de Proposta é gasto em passagem de informação. Desta forma, a ferramenta de suporte desenvolvida neste projeto permite que a Efacec identifique os pontos do processo nos quais se registam tempos médios maiores.

Por último, com as tabelas da Figura 16, a ferramenta permite analisar a evolução dos tempos da fase de Proposta para Transformadores. Isto é, caso sejam efetuadas alterações no método de trabalho ou no processo, a ferramenta possibilita a comparação dos tempos das atividades no momento anterior e posterior às alterações realizadas. Deste modo, a Efacec pode avaliar se o processo evoluiu como o esperado, analisando a percentagem de melhoria dos tempos mínimos, médios e máximos de cada atividade.

Tempos médios da fase de Proposta para Transformadores efacec

Produto	Criar Oportunidade	Planeamento		Sist. da Informação		Cálculo		Orçamento		Proposta Comercial		TOTAL	N	Desvio Padrão
	PT	WT	PT	WT	PT	WT	PT	WT	PT	WT	PT			
A	0,030	0,068	0,001	0,103	0,011	0,009	0,013	0,006	0,098	0,046	0,001	0,386	6	0,110
B	0,000	0,054	0,000	0,200	0,006	0,019	0,021	0,009	0,126	0,039	0,008	0,482	1	0,000
C	0,037	0,066	0,007	0,053	0,011	0,002	0,014	0,003	0,095	0,904	0,001	1,191	2	0,211

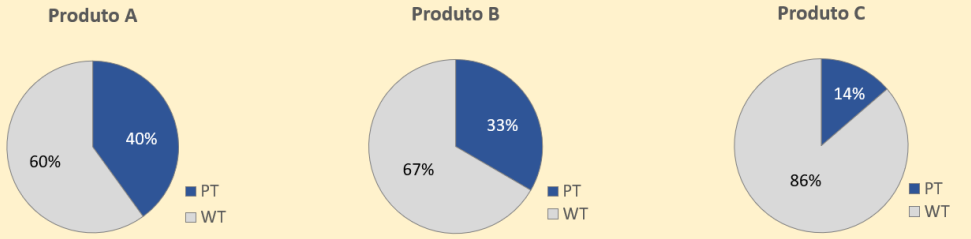


Figura 15 - *Mockup* para os tempos PT e WT médios, por tipo de produto

Comparação dos tempos da fase de Proposta para Transformadores efacec

PRODUTO

Produto A											
Atividade	Intervenientes	Tempos atuais			Tempos anteriores			% melhoria			
		Min	Médio	Max	Min	Médio	Max	Min	Médio	Max	
Criar Oportunidade	Comercial	0,018	0,030	0,043	0,025	0,050	0,100	27,8%	39,3%	57,2%	
Planeamento	Tendering	0,000	0,001	0,010	0,010	0,060	0,080	100,0%	98,9%	87,5%	
Sistematização da informação	Tendering	0,010	0,011	0,070	0,040	0,070	0,080	75,0%	84,7%	12,5%	
Cálculo	Tendering	0,000	0,013	0,035	0,030	0,060	0,065	100,0%	77,6%	46,2%	
Orçamento	Tendering	0,000	0,098	0,170	0,500	0,120	0,250	100,0%	18,4%	32,0%	
Proposta comercial	Comercial	0,001	0,001	0,020	0,005	0,050	0,080	88,9%	97,3%	75,0%	
TOTAL (horas)		0,029	0,154	0,348	0,610	0,410	0,655	95,3%	62,4%	46,9%	

Figura 16 - *Mockup* para a comparação dos tempos da fase de Proposta para Transformadores

Com esta ferramenta, as métricas definidas e selecionadas em 0 para as questões Q1, Q2 e Q3 estão calculadas e as atividades do processo monitorizadas.

5.2 Análise dos constrangimentos sentidos pelos colaboradores da Efacec e ganhos adicionais

O objetivo deste projeto é avaliar a melhoria no desempenho do processo de Proposta e Contrato da Efacec, após ter sido implementada uma aplicação desenvolvida pela Critical Software. Para isso, foi definido que o processo seria avaliado, tanto a nível quantitativo como a nível qualitativo. No capítulo 0, foram definidas cinco questões para alcançar o objetivo e selecionadas as métricas para responder a essas questões. Com os tempos PT, WT e totais calculados para a fase de Proposta para Transformadores, estão respondidas as primeiras três questões (Q1, Q2 e Q3). Para responder às restantes questões (Q4 e Q5), foi definido que

seriam analisadas as soluções desenvolvidas para resolver os constrangimentos sentidos pelos colaboradores da Efacec e os ganhos adicionais resultantes da implementação da aplicação.

Como foi referido em 3.3.2, para a fase de Proposta para Transformadores, foram identificados 40 constrangimentos. Ao longo do processo, havia duplicação da informação, falta de reutilização de informação, acesso concorrente a documentos, o email era o principal meio de comunicação entre departamentos, o que aumentava a duração das atividades. Com a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software, todos os constrangimentos foram resolvidos, permitindo a centralização da informação, a eliminação do email, a automatização das propostas, a reutilização de informação, entre outros. Para além disso, a implementação desta solução de software permitiu a normalização da informação, a criação de uma base de dados para pesquisa de informação, uma melhoria das ferramentas de cálculo, entre outros. Assim, para além da resolução dos constrangimentos dos colaboradores da Efacec, foram identificados 12 ganhos adicionais. Para as soluções desenvolvidas pela Critical Software foi realizada uma lista como a demonstrada nas Tabelas 10 e 11[1].

Com as respostas às questões Q1, Q2, Q3, Q4 e Q5, o subobjetivo de avaliar o desempenho da fase de Proposta para Transformadores (G1) está alcançado. Na Figura 17, está apresentada uma possível representação da avaliação desta fase, tanto a nível quantitativo, como a nível qualitativo. A mesma metodologia pode ser aplicada nas restantes fases e tipos de produto (G2, G3 e G4), uma vez que é adaptável para qualquer tipo de processo caracterizado por um fluxo de atividades, no qual são registadas as ações realizadas pelos utilizadores da aplicação.

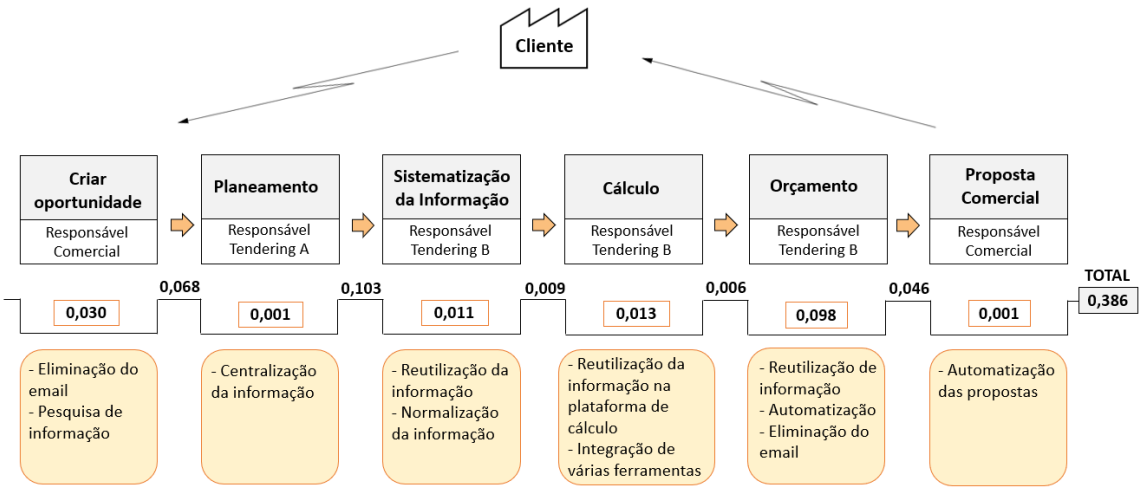


Figura 17 - VSM para monitorização da fase de Proposta para Transformadores

5.3 Validação da metodologia para a fase de Proposta para Transformadores

Como foi referido em 2.1, a Critical Software utiliza o *Scrum* como método de trabalho. Assim, entrega ao cliente incrementos e atualizações da aplicação a curto prazo, isto é, a aplicação vai sendo desenvolvida e entregue ao cliente ao longo do seu desenvolvimento.

[1] Por questões de confidencialidade, esta lista não foi incluída na dissertação

Durante a realização deste projeto, a fase de Proposta para Transformadores foi sofrendo alterações. Por exemplo, alterações nos elementos da interface do utilizador da aplicação, assim como no formato das mensagens guardadas no sistema funcional de notificações. Desta forma, a recolha de dados, em ambiente de produção, que pudessem ser analisados iniciou no período final deste projeto, não sendo possível realizar uma comparação dos tempos da fase de Proposta para Transformadores antes e após a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software.

No entanto, de forma a validar o método desenvolvido para inferir os tempos médios da fase de Proposta para Transformadores da Efacec, foi analisada uma amostra de três concursos criados e entregues ao cliente, associados a um produto do tipo A, em ambiente de produção. De forma a validar a existência da sequência de ações definida, a ocorrência das ações por concurso foi analisada e verificou-se que, para os três concursos, todas as ações *triggers* e finais ocorriam pelo menos uma vez. Assim, há uma forte evidência de que existe a sequência de ações definidas para cada atividade do processo.

Comparação dos tempos da fase de Proposta para Transformadores efacec

PRODUTO A

Produto A										
Atividade	Intervenientes	Tempos atuais			Tempos anteriores			% melhoria		
		Min	Médio	Max	Min	Médio	Max	Min	Médio	Max
Criar Oportunidade	Comercial	*	*	*	*	*	*	97%	63%	28%
Planeamento	Tendering	*	*	*	*	*	*	100%	100%	100%
Sistematização da informação	Tendering	*	*	*	*	*	*	81%	-126%	-175%
Cálculo	Tendering	*	*	*	*	*	*	-236%	-345%	-463%
Orçamento	Tendering	*	*	*	*	*	*	-103%	-477%	-588%
Proposta comercial	Comercial	*	*	*	*	*	*	96%	89%	83%
TOTAL (horas)		*	*	*	*	*	*	**61%**	**-32%**	**-75%**

Figura 18 - Resultados da recolha dos tempos médios da fase de Proposta de Transformadores

Para a amostra recolhida, foram obtidos os tempos médios das atividades e registada a sua evolução com a implementação da aplicação. Por questões de confidencialidade, os valores dos tempos das atividades não estão apresentados, sendo apenas expressa a evolução dos tempos em percentagem.

Como pode ser observado na tabela da Figura 18, com a análise dos três concursos, não se registou uma melhoria dos tempos médios na maioria das atividades. Este aumento do tempo das atividades pode estar relacionado com várias causas: os dados não são representativos, uma vez que a amostra é reduzida; visto que aplicação ainda estava em desenvolvimento, foi observado um fluxo de trabalho com quebras, não permitindo realizar uma análise conclusiva; sendo uma fase inicial de utilização da aplicação, existe um período de adaptação, aumentando o tempo médio da execução das atividades; a recolha dos tempos antes da implementação da aplicação foi realizada por métodos subjetivos, com pressupostos diferentes da metodologia desenvolvida neste projeto, o que não permite realizar uma comparação direta dos tempos das atividades desta fase.

Apesar de os resultados ainda não poderem ser comparados, o objetivo deste projeto foi alcançado, uma vez que foi desenvolvida uma metodologia para avaliar o desempenho do processo da Efacec. Foi criada uma ferramenta que permite monitorizar os tempos médios das atividades da fase de Proposta para Transformadores que será utilizada pela Efacec para identificar pontos de melhoria no seu processo. A metodologia desenvolvida pode ser adaptada para qualquer processo que seja caracterizado por uma sequência de atividades e no qual as ações realizadas pelos utilizadores na aplicação sejam registadas num sistema funcional de notificações.

6 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro

De forma a melhorar o processo de Proposta e Contrato da Efacec, a Criticl Software desenvolveu uma aplicação que visa resolver alguns constrangimentos sentidos pelos colaboradores na sua execução das tarefas. O projeto apresentado no decorrer da presente dissertação, tem como objetivos avaliar a melhoria no desempenho desse processo após a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software, assim como desenvolver uma ferramenta de suporte para monitorizar os tempos das atividades desse processo. Desta forma, foi desenvolvida uma metodologia para avaliar a melhoria no desempenho do processo de Proposta e Contrato da Efacec, através da análise dos registos de um sistema funcional de notificações. Para demonstrar a aplicabilidade da metodologia, a fase de Proposta para Transformadores foi utilizada como caso de estudo.

De forma a delinear uma estratégia para alcançar o objetivo proposto, foi utilizado o método GQM para selecionar as métricas de avaliação de desempenho do processo. Foi decidido que a melhoria no desempenho do processo seria avaliada de forma quantitativa e qualitativa.

A nível quantitativo, foram calculados os tempos das atividades do processo, a partir do registo das ações efetuadas pelos utilizadores na aplicação. Em primeiro lugar, procedeu-se à caracterização da sequência de atividades e respetivas ações *triggers* e finais da fase de Proposta para Transformadores. De seguida, foi necessário garantir que todas as ações realizadas pelos utilizadores na aplicação estavam a ser guardadas num sistema funcional de notificações. De forma a estruturar a informação a partir de técnicas de *text mining*, foi pedido à equipa de desenvolvimento que alterasse o formato do texto que estava a ser registado para cada ação. Após a uniformização e tratamento do sistema funcional de notificações, foi realizada uma análise aos seus registos. Uma vez que existem vários processos em simultâneo, as ações guardadas de um processo podem estar intercaladas. Assim, para cada processo foram guardadas as posições das ações *triggers* e finais. De seguida, procedeu-se à definição dos pressupostos para o método do cálculo dos tempos das atividades e foram calculados esses tempos a partir das posições das ações.

Com o intuito de reduzir o erro na interpretação dos resultados, procedeu-se à análise e tratamento dos *outliers*. Assim, os valores que se desviavam consideravelmente dos restantes foram identificados, através de *Box Plots*, e substituídos pela média truncada. Após este procedimento, foram obtidos os tempos médios das atividades, os tempos de passagem de informação entre estas atividades e, consequentemente, os tempos totais médios do processo. Para além disso, foram obtidos os valores mínimos e máximos da duração das atividades. Foram, também, calculadas outras métricas como o desvio padrão, para avaliar a discrepância dos tempos em relação ao seu valor esperado e ainda a percentagem de melhoria dos tempos médios, mínimos e máximos relativamente aos tempos recolhidos anteriormente.

A nível qualitativo, foram analisados os constrangimentos da fase de Proposta para Transformadores, assim como as soluções desenvolvidas na aplicação para resolver esses constrangimentos. Além disso, com a implementação da aplicação, foram identificados os ganhos adicionais que melhoraram esta fase do processo.

Assim, para a metodologia desenvolvida, foi criada uma ferramenta que permite monitorizar os tempos das atividades da fase de Proposta para Transformadores da Efacec e analisar os tempos médios desperdiçados na passagem de informação. Ao serem identificados os tempos com maior duração de cada atividade, a Efacec pode controlar esta fase do processo e identificar pontos de melhoria. Esta metodologia é adaptável a qualquer tipo de processo caracterizado por uma sequência de atividades, no qual seja utilizada uma aplicação que registe as ações efetuadas pelos utilizadores. Desta forma, a metodologia será implementada nas restantes fases e tipos de produto da Efacec.

Para demonstrar a aplicabilidade do método de cálculo dos tempos desenvolvido neste projeto, foi recolhida uma amostra de três concursos associados a um tipo de produto, em ambiente de produção. Assim, com a ferramenta criada, foram obtidos os tempos médios de passagem, os tempos médios das atividades e os tempos médios totais da fase de Proposta para Transformadores, para esse tipo de produto. Concluiu-se que a sequência de ações definida existe para a fase de Proposta de Transformadores, tendo sido realizada uma caracterização objetiva da fase do processo. Os resultados dos tempos obtidos ainda não podem ser comparados, uma vez que não existem dados representativos. No entanto, a ferramenta desenvolvida está implementada e permite monitorizar os tempos médios das atividades. Deste modo, a Efacec controla esta fase do processo e identifica possíveis pontos de melhoria. A nível qualitativo, concluiu-se que, com a implementação da aplicação desenvolvida pela Critical Software, o processo da Efacec melhorou, tendo sido resolvidos os constrangimentos sentidos pelos seus colaboradores e acrescentadas funcionalidades que adicionam valor ao processo.

No entanto, esta metodologia tem algumas limitações. O facto de a aplicação estar em desenvolvimento, pode implicar alterações nas suas funcionalidades e elementos da interface do utilizador. Uma vez que estes elementos estão associados às ações registadas no sistema funcional de notificações, cada vez que o formato de um registo é alterado, o método pode ter que ser alterado e os dados recolhidos antes destas alterações não podem ser utilizados. Assim, para evitar esforço adicional, a metodologia deve ser utilizada em aplicações já desenvolvidas e que não necessitem de alterações consideráveis. Para além disso, é necessário garantir que o processo é caracterizado por um fluxo de atividades. Ou seja, é fundamental que a metodologia seja aplicada em processos nos quais seja respeitada a sequência de atividades, para evitar que sejam realizadas interpretações erradas dos tempos calculados. Por último, ao recorrer ao sistema funcional de notificações para a análise dos tempos das atividades, estão a ser extraídos identificadores de objetos, através dos seus *nicknames*. Este procedimento não garante que os identificadores sejam únicos. Caso existam *nicknames* repetidos, as ações associadas não podem ser utilizadas na análise ou implica que seja criado um algoritmo mais complexo para distinguir esses *nicknames*.

Relativamente a trabalho futuros, caso se verifique que não existem dados suficientes para realizar uma comparação dos tempos das atividades devido ao uso dos *nicknames* como identificadores, sugere-se que o método de recolha dos tempos médios do processo seja realizado utilizando diretamente a base de dados. Desta forma, poderiam ser utilizados os IDs

como identificadores únicos dos objetos. Uma vez que foi realizada uma análise aos *outliers*, recomenda-se que sejam aplicadas outras técnicas para identificar e tratar desses pontos fora do normal de acordo com o contexto do processo. Na análise qualitativa do desempenho do processo, sugere-se que sejam realizados inquéritos aos utilizadores da aplicação para avaliar a qualidade da interface. Assim, seria possível identificar as dificuldades sentidas pelos utilizadores no uso da aplicação, e, consequentemente, atuar de forma a melhorar a qualidade do processo. Por último, sugere-se que seja utilizado um algoritmo que analise a sequência de atividades e a sua relação com os tempos médios obtidos. Ou seja, que seja implementado um algoritmo que permita avaliar qual é a sequência de ações associada a tempos médios menores das atividades. Desta forma, seriam analisados os padrões relacionados com um melhor desempenho do processo, de forma a identificar possíveis melhorias no método de trabalho.

Em suma, sendo o objetivo deste projeto avaliar a melhoria no desempenho de um processo de conceção de um produto após a implementação de uma aplicação, foi desenvolvida uma metodologia que foi aplicada na fase de Proposta para Transformadores da Efacec. Assim, foi criada uma ferramenta para monitorizar os tempos das atividades dessa fase, a partir dos registos das ações efetuadas pelos utilizadores da aplicação. A ferramenta criada permite controlar o processo e identificar pontos de melhoria. Esta metodologia é adaptável a qualquer processo realizado através de uma aplicação e que seja caracterizado por um fluxo de atividades. Esta aplicação deve registar as ações realizadas pelos utilizadores num sistema funcional de notificações. A metodologia será adaptada para as restantes fases e tipos de produto do processo de Proposta e Contrato da Efacec. Desta forma, considera-se que os objetivos propostos no início do projeto foram alcançados.

Referências

A. Reijers, Hajo, Eduardo González López de Murillas e Wil M.P. van der Aalst. 2015. "Process Mining on Databases: Unearthing Historical Data from Redo Logs". *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* 9253: 367–85. https://doi.org/10.1007/978-3-319-23063-4.

Aguinis, Herman, Ryan K. Gottfredson e Harry Joo. 2013. "Best-Practice Recommendations for Defining, Identifying, and Handling Outliers". *Organizational Research Methods* 16 (2): 270–301. https://doi.org/10.1177/1094428112470848.

Berander, Patrik e Per Jönsson. 2006. "A goal question metric based approach for efficient measurement framework definition", 316. https://doi.org/10.1145/1159733.1159781.

Bhonde, S. B., R. L. Paikrao e K. U. Rahane. 2010. "Text association analysis and ambiguity in text mining". *AIP Conference Proceedings* 1324 (December): 204–6. https://doi.org/10.1063/1.3526195.

Castro, Félix, Sabino Miranda-jiménez e Miguel González-Mendoza. 2017. *Advances in Soft Computing*. Springer. https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-030-02837-4.

Chouiraf, Fatine e Anas Chafi. 2018. "Adaptation of the Value Stream Mapping (VSM) for the Moroccan Artisanal Enterprise". *Colloquium in Information Science and Technology, CIST* 2018-Octob: 124–29. https://doi.org/10.1109/CIST.2018.8596624.

Cocea, Mihaela e Stephan Weibelzahl. 2003. "Can Log Files Analysis Estimate Learners' Level of Motivation?" https://researchportal.port.ac.uk/portal/files/223406/ABIS 2006.pdf.

Critical Software. 2019. https://www.criticalsoftware.com/.

Efacec. 2017. https://www.efacec.pt/transformadores-potencia-distribuicao-oleo-secos/.

Forte, Frank e Timothy Kloppenborg. 2018. "The Agile Mindset for Project Management", 1–15. https://doi.org/10.5130/pmrp.irnop2017.5740.

Hashimi, Hussein, Alaaeldin Hafez e Hassan Mathkour. 2015. "Selection criteria for text mining approaches". *Computers in Human Behavior* 51: 729–33. https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.10.062.

Kay, Judy, Nicolas Maisonneuve, Kalina Yacef e Osmar Zaïane. 2006. "Mining Patterns of Events in Students' Teamwork Data". *In Educational Data Mining Workshop, held in conjunction with Intelligent Tutoring Systems (ITS}*, 45--52. http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.67.4039&rep=rep1&type=pdf.

Koziolek, Heiko. 2008. "Goal, question, metric". *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* 4909 LNCS: 39–42. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68947-8_6.

Mahmoodi, Kumars e Hassan Ghassemi. 2018. "OUTLIER DETECTION IN OCEAN WAVE MEASUREMENTS BY USING" 25 (97): 44–50. https://doi.org/https://doi.org/10.2478/pomr-2018-0005.

Melnyk, Steven A., Douglas M. Stewart e Morgan Swink. 2004. "Metrics and performance measurement in operations management: Dealing with the metrics maze". *Journal of Operations Management* 22 (3): 209–18. https://doi.org/10.1016/j.jom.2004.01.004.

Obsborne, J. W. e A. Overbay. 2013. "The power of outliers (and why researchers should always check for them)". *Journal of Chemical Information and Modeling* 53 (9): 1689–99. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004.

Pan, Guo-Qiang, Ding-Zhong Feng e Mei-Xian Jiang. 2010. "Application research of shortening delivery time through value stream mapping analysis". *Proceedings - 2010 IEEE 17th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, IE and EM2010*, 733–36. https://doi.org/10.1109/ICIEEM.2010.5646515.

Rother, Mike e John Shook. 2003. "Learning to see: Value stream mapping to create value and eliminate muda". *Lean Enterprise Institute*, 1–122. https://doi.org/10.1109/6.490058.

Schwaber, Ken e Jeff Sutherland. 2015. "The Scrum Guide". *Software in 30 Days*, n. November: 133–52. https://doi.org/10.1002/9781119203278.app2.

Serrador, Pedro e Jeffrey K. Pinto. 2015. "Does Agile work? - A quantitative analysis of agile project success". *International Journal of Project Management* 33 (5): 1040–51. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.01.006.

Witten, I.H., Z. Bray, M. Mahoui e B. Teahan. 2008. "Text mining: a new frontier for lossless compression". *Proceedings DCC'99 Data Compression Conference (Cat. No. PR00096)*, 198–207. https://doi.org/10.1109/dcc.1999.755669.

Ye, Xinggui, Peng Wang, Gang Xin, Jin Jin e Yan Huang. 2019. "Multi-Scale Quantum Harmonic Oscillator Algorithm With Truncated Mean Stabilization Strategy for Global Numerical Optimization Problems". *IEEE Access* 7: 18926–39. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2893200.

ANEXO A: Sistema Funcional de Notificações

Quando?	Quem?	Em que Módulo?	Onde?	O Quê?
14:00 (ainda agora)	Francisca César	Tendering	Ecrã de Produtos	Editar dados gerais do produto 'A Tran 150000' do concurso '000999767'
13:59 (ainda agora)	Francisca César	Efacec	Login	Entrada na Aplicação (autenticação normal)

Figura A1 - Sistema Funcional de Notificações

*por questões de confidencialidade, não são mostrados mais dados

ANEXO B: Cronograma do projeto

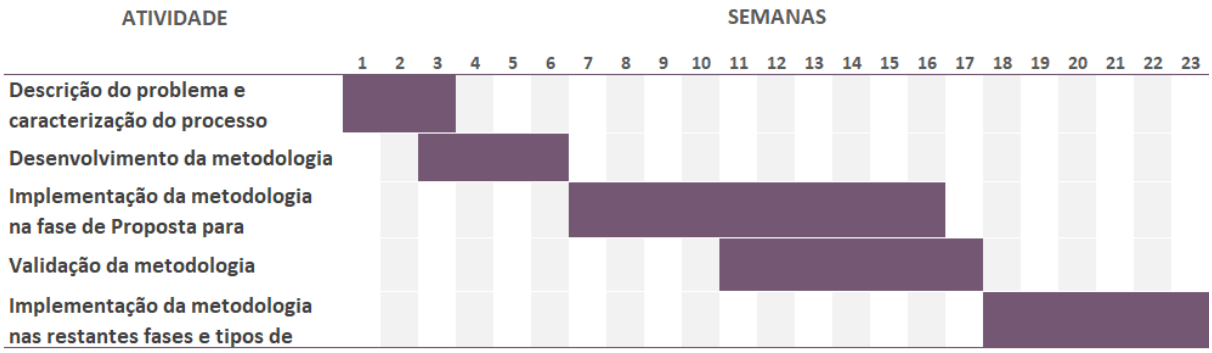


Figura B1 - Gráfico de Gantt para planeamento do projeto