

# **CONCEPTUALIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE CONTROLO INTERNO DE FATURAS ELETRÓNICAS**

**Oswaldo Nuno Pereira da Silva**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Informação e Sistemas Empresariais**

Orientadores: Professor Doutor Manuel Filipe Mouta Lopes  
Professor Doutor José Henrique Pereira São Mamede

## **Júri**

Presidente: Professor Doutor Miguel Leitão Bignolas Mira da Silva  
Orientador: Professor Doutor Manuel Filipe Mouta Lopes  
Vogal: Professor Doutor Henrique José da Rocha O'Neill

**Dezembro de 2021**

## **Agradecimentos**

Nada se faz sem esforço, dedicação e por vezes alguns sacrifícios, mas sem apoio também tudo se tornaria mais difícil. Este projeto só foi possível porque ao meu lado te tive a ti Cláudia, apesar do peso que este projeto teve nas nossas vidas sempre me incentivaste e apoiaste para avançar e nunca desistir, obrigado! Dedico este projeto a ti, mas também aos nossos filhos Gustavo, Mariana e Catarina, que por vezes tiveram menos pai, mas a quem espero, pelo exemplo, passar a mensagem com a qual comecei este parágrafo.

Ao Professor Doutor Manuel Mouta Lopes, agradeço a orientação prestada, desde o início desde trabalho, com sugestões assertivas e disponibilidade que foram fundamentais para a realização do projeto. Agradeço também ao Professor Doutor José Henrique Pereira São Mamede pelo apoio na orientação, em especial pelo incentivo em continuar e não desistir.

Ao Professor Doutor Miguel Mira da Silva uma palavra também de agradecimento pela disponibilidade demonstrada enquanto orientador e coordenador do MISE.

Aos meus pais e sogros um especial obrigado, o vosso incentivo foi muito importante.

Por fim uma palavra de agradecimento a todos quantos neste trajeto e projeto partilharam tempo, informação e ajuda.

## Resumo

Evitar os erros de contabilidade é importante para garantir informação de qualidade para uma adequada gestão das empresas. Com o desenvolvimento de novas formas de transmissão documental por via digital como as faturas eletrónicas, a necessidade de suporte em papel pode deixar de fazer sentido. Porém, nem a existência de faturas eletrónicas, nem os processos de automatização da sua validade formal garantem, por si só, a eliminação de erros, nomeadamente na contabilidade.

O presente estudo teve por objetivo propor um modelo conceptual de um sistema de controlo interno automatizado para faturas eletrónicas de fornecedores que cumpra o objetivo de validação de negócio, com potencial para prevenir erros subsequentes. Evidenciou-se que é possível conceber automatismos para fins de controlo interno, devidamente monitorizáveis e abrangentes, com base na fatura eletrónica em conjugação com outros elementos presentes nos sistemas de informação empresarial, melhorando a eficácia e eficiência na prevenção de erros e potenciando uma melhoria da qualidade dos dados.

Concluiu-se através de demonstração com um protótipo semi-funcional e avaliação através de testes, complementado com validação de conceito através da realização de um *focus group* junto de potenciais utilizadores do SI, que o artefacto proposto tem validade. Porém, existem limitações para tornar o modelo utilizável em contexto real, uma vez que para tal é necessário garantir e dotar os processos de negócio internos e B2B de elementos que permitam a comunicação e tratamentos automatizado nos SI, destacando-se no caso das faturas eletrónicas de fornecedores a referência adequada das ordens de compra e dos produtos.

**Palavras-chave:** Erros de Contabilidade, Modelo Conceptual, Controlo Interno Automatizado, Sistema de Informação Contabilístico, Fatura Eletrónica

## **Abstract**

Avoiding accounting errors is important to ensure quality information for proper management of companies. With the development of new forms of document transmission by digital means, such as electronic invoices, the need for paper support may no longer make sense. However, neither the existence of electronic invoices, nor the automation processes of their formal validity, guarantee, by themselves, the elimination of errors, namely in accounting.

This study aimed to propose a conceptual model of an automated internal control system for supplier's electronic invoices that meets the business validation objective, with the potential to prevent subsequent errors. It was evidenced that it is possible to design automatisms for internal control purposes, properly monitorable and comprehensive, based on the electronic invoice together with other elements present in business information systems, improving effectiveness and efficiency in error prevention and enhancing an improvement in data quality.

It was concluded through demonstration with a semi-functional prototype and evaluation through tests, complemented with concept validation through a focus group with potential IS users, that the proposed artefact has validity. However, there are limitations to make the model usable in a real context, since it is necessary to guarantee and provide the internal business and B2B processes with elements that allow communication and automated processing in the IS, highlighting, in the case of supplier's electronic invoices, the adequate referencing of purchase orders and products.

**Keywords:** Accounting Errors, Conceptual Model, Automated Internal Control, Accounting Information System, Electronic Invoice

## Índice

<b>Agradecimentos</b> .....	ii
<b>Resumo</b> .....	iii
<b>Abstract</b> .....	iv
<b>Índice</b> .....	v
<b>Lista de figuras</b> .....	vi
<b>Lista de tabelas</b> .....	vii
<b>Lista de acrónimos</b> .....	viii
<b>1</b> Introdução .....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Identificação do problema e motivação.....	1
1.3 Objetivo.....	2
1.4 Contribuição.....	3
1.5 Estrutura da dissertação .....	4
<b>2</b> Revisão de literatura inicial .....	5
2.1 Erros contabilísticos.....	5
2.2 Limitações no sistema digital.....	7
2.3 Detecção de erros e correção automática de erros.....	9
<b>3</b> Metodologia .....	11
<b>4</b> Conceitos de controlo interno e de TI aplicáveis em sistemas de informação .....	13
4.1 Os sistemas de informação contabilísticos e o controlo interno .....	13
4.2 Controlos de integridade de processamento e a sua monitorização.....	14
4.3 Faturas eletrónicas e integração nos sistemas de informação .....	17
<b>5</b> Desenvolvimento de proposta de um Modelo Conceptual .....	19
5.1 Enquadramento.....	19
5.2 Contexto de requisitos gerais.....	20
5.3 Processo do controlo interno proposto .....	23
5.4 Modelo de dados.....	24
5.5 Modelo de casos de utilização e definição de visualizações e relatórios de monitorização .....	27
5.6 Modelo de regras de controlo interno automatizado .....	28
<b>6</b> Demonstração e avaliação.....	33
6.1 Demonstração com a construção de um protótipo semi-funcional em power BI .....	33
6.2 Avaliação de resultados e de conceito.....	42
<b>7</b> Conclusões.....	48
7.1 Síntese do trabalho realizado.....	48
7.2 Limitações do trabalho.....	49
7.3 Trabalho futuro.....	50
<b>8</b> Referências Bibliográficas.....	51
<b>ANEXO A - Quadro geral de referenciação de regras de controlo interno das faturas eletrónicas</b> .....	54

## Lista de figuras

Figura 1 – Fases do Design Science Research - adaptado de (Peppers et al., 2007). .....	12
Figura 2 – Controlos gerais e de aplicação para sistema de TI - adaptado de (Turner, Weickgenannt, & Copeland, 2017).....	15
Figura 3 - Controlos de aplicação para integridade de processamento - adaptado de (Romney & Steinbart, 2018).....	15
Figura 4 – Diagrama de contexto do modelo de controlo interno na validação da fatura eletrónica ..	20
Figura 5 – Diagrama de contexto do controlo interno preventivo face a processo de classificador ....	20
Figura 6 – Diagrama sequencial de processo de compra - adaptado de (Romney & Steinbart, 2018) .	21
Figura 7 – Diagrama de contexto de requisitos gerais de um SI de controlo interno .....	22
Figura 8 – Diagrama de requisitos aplicacionais específicos a desenvolver .....	23
Figura 9 – Diagrama de processo de validação de negócio da fatura eletrónica .....	24
Figura 10 – Modelo de domínio conceptual .....	25
Figura 11 – Modelo de casos de utilização de monitorização do processo de controlo interno .....	28
Figura 12 – Modelo de dados transposto para o power BI.....	34
Figura 13 – Tabela no power BI de identificação da matriz de decisão e mensagens de erro .....	35
Figura 14 – Tabelas no power BI com as regras descritas em 5.6 transpostas em linguagem DAX .....	35
Figura 15 – Exemplificação de uma função em linguagem DAX para testar validação de uma regra...35	
Figura 16 – Painel inicial de monitorização de controlo de faturas eletrónicas de compra .....	36
Figura 17 – Painel visualizador de análise individual de faturas eletrónicas de compra .....	36
Figura 18 – Painel personalizável de relatório de estado de faturas eletrónicas com erros .....	37
Figura 19 – Painel de listagem personalizável de faturas eletrónicas com erros.....	37
Figura 20 – Painel de visualização personalizável de faturas eletrónicas com erros .....	38
Figura 21 – Painel de simulação de seletor para validação manual de e-faturas no estado “Analisar”	38
Figura 23 – Resultado de validação simulada pelo protótipo no conjunto de dados do cenário 1 .....	40
Figura 24 – Resultado de validação simulada pelo protótipo no conjunto de dados do cenário 2 .....	41
Figura 25 – Resultado de validação simulada pelo protótipo no conjunto de dados do cenário 3 .....	41

## **Lista de tabelas**

Quadro 1 – Exemplificação de potenciais controlos aplicacionais .....	16
Quadro 2 – Descrição de princípios e requisitos no desenho de controlo interno do modelo .....	22
Quadro 3 – Identificação de campos da fatura eletrónica para base do modelo de dados a estudar..	26
Quadro 4 – Modelo de quadro de referência de regras de controlo interno (com um exemplo)...	30
Quadro 5 – Regras identificadas para os campos gerais da fatura eletrónica .....	30
Quadro 6 – Regras identificadas para os campos de linhas da fatura eletrónica .....	31

## **Lista de acrónimos**

AICPA - American Institute of Certified Public Accountants

B2B - Business to business

B2G - Business to Government

BPMN - Business Process Model and Notation

CEO - Chief Executive Officer

CICA - Canadian Institute of Chartered Accountants

CIUS - Core Invoice Usage Specification

COBIT - Control Objectives for Information and Related Technology

COSO - Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission

EDI - Electronic Data Interchange

ERM - Enterprise Risk Management

ERP - Enterprise Resource Planning

ISACA - Information Systems Audit and Control Association

ML – Machine Learning (aprendizagem de máquina)

SI – Sistemas de Informação

SIC - Sistemas de Informação Contabilística

TI - Tecnologias de informação

UML - Unified Modeling Language

XML - Extensible Markup Language



# **1 Introdução**

## **1.1 Enquadramento**

Atualmente, a transformação digital é um tema universal, com relevância em muitos dos aspetos da generalidade das atividades económicas. A área da contabilidade empresarial não é exceção. Os efeitos da era digital sobre esta atividade são relevantes, não só decorrente das questões de automatização de tarefas com recurso às novas tecnologias de informação disponíveis, como também pelo impacto sobre as profissões mais diretamente relacionadas (Kruskopf, et al., 2020), como contabilistas e auditores, sendo uma preocupação um pouco por todo o planeta, inclusive no incentivo à investigação académica para procura de respostas pró-ativas às mudanças da tecnologia digital (Islam, 2017).

Os efeitos na contabilidade são complexos, implicando alterações de processos, e isso tem impacto nas empresas. Inserido nessa realidade, no âmbito das transações comerciais, os documentos físicos têm vindo a dar lugar a formas documentais desmaterializadas, como por exemplo as faturas digitais ou eletrónicas. Um contributo relevante para o incentivo ao uso de faturas eletrónicas acaba por ser a alteração dos quadros legislativos. A perceção atual é de que o uso de documentos digitais entre empresas tenderá a potenciar a automatização (Cristani, Bertolaso, Scannapieco, & Tomazzoli, 2018).

A mudança de paradigma constitui, pois, um desafio na adaptação dos sistemas de informação, e consequentemente na vida das pessoas e das empresas.

A área financeira das empresas, particularmente a contabilidade, é onde grande parte da documentação, designadamente as faturas recebidas, é processada, e alimenta os seus sistemas de informação. O recebimento na contabilidade de formas documentais digitais, particularmente por via de ficheiros estruturados, como as faturas eletrónicas, pode revelar-se uma forma relevante de automatizar processos e procedimentos, constituindo um poderoso meio de aumentar a velocidade, diminuir a intervenção humana e, eventualmente, reduzir erros contabilísticos.

Apesar do potencial contributo do sistema de informação contabilístico na transformação digital das empresas, designadamente por via do interesse na utilização de documentos digitais, sucede que a introdução de faturas digitais ou eletrónicas por si só não resolve problemas com eventuais erros contabilísticos. Estes erros podem ocorrer na forma como os dados de tais documentos são tratados, processados e integrados nos registos contabilísticos.

## **1.2 Identificação do problema e motivação**

Na área contabilística, uma questão que assume particular relevância e que importa mitigar são os erros que ocorrem no registo dos documentos. Tais erros podem ter origem diversa, como por

exemplo no registo de valores, identificação incorreta das entidades (e.g. fornecedores), duplicações ou mesmo na classificação (codificação) contabilística. A utilização crescente de documentos digitais, em particular das faturas eletrónicas e o eventual registo automático das mesmas, não garante que os erros desapareçam.

O potencial e a crescente utilização de faturas eletrónicas tem sido matéria de estudo no âmbito da automatização, mesmo que apenas de parte do processo de contabilidade, designadamente a classificação contabilística de faturas eletrónicas com recurso a aprendizagem de máquina [ (Amelio, Falcone, Furfaro, Garro, & Saccà, 2019), (Bardelli, Rondinelli, Vecchio, & Figini, 2020)]. Os resultados preliminares obtidos sustentam a ideia de estudos mais profundos para resolver alguns dos problemas existentes e melhorar a precisão dos classificadores.

A precisão dos classificadores na aprendizagem de máquina (*“Machine Learning”*) depende dos dados históricos de base para a aprendizagem. Logo, a qualidade da informação no histórico é determinante para potenciar a classificação. Contudo, os classificadores apresentam algumas limitações, como a ausência de informação histórica para situações novas, nem distinguem se um documento decorre de uma operação válida ou não, limitando-se a dar-lhe sequência de classificação.

O uso de novas tecnologias e a melhoria dos sistemas de informação, em particular a automatização do sistema de controlo interno, é um fator que pode contribuir para a deteção e conseqüente redução dos erros contabilísticos (Rubino & Vitolla, 2014).

Assim, torna-se relevante compreender como pode o sistema digital reduzir os erros no registo de faturas eletrónicas, sendo que na área dos sistemas de informação não se encontrou modelos de referência nesse sentido na literatura pesquisada.

### **1.3 Objetivo**

Considerando o referido no ponto que antecede, constata-se que garantir a redução de erros no tratamento de documentos digitais, em particular por processos automatizados, pode ser um caminho para a melhoria da qualidade dos dados processados nos sistemas de informação.

O controlo interno é convencionalmente representado como compreendendo práticas e técnicas destinadas a prevenir ou detetar erros contabilísticos e/ou a perda de ativos (Rubino & Vitolla, 2014), e a automatização do sistema de controlo interno é um mecanismo a ter em conta no desenvolvimento e melhoria dos sistemas de informação, em particular para efeitos contabilísticos.

Com o objetivo de compreender no contexto dos sistemas de informação como potenciar o uso das faturas digitais, de forma automatizada, designadamente os controlos técnicos que sirvam o processo de controlo interno para prevenir e assim reduzir erros com impacto contabilístico, pretende-se na presente dissertação concretizar um artefacto que possa contribuir nesse sentido:

- Propor um modelo conceptual de um sistema de controlo interno automatizado para faturas eletrónicas de fornecedores.

Pretende-se estudar uma ideia de modelo potencial para efeitos de controlo interno automatizado de faturas eletrónicas de fornecedores para fins contabilísticos, designadamente numa fase de validação de negócio em ambientes de sistemas de informação organizacional integrados, aproveitando-se assim o potencial informacional existente. Visa assim compreender que tipo de base de estrutura processual e de dados será necessário ter em conta, e em função destas, que tipo de regras serão de equacionar visando a validação da fatura em termos de negócio e como pode tal sistema ser monitorizado.

O modelo idealizado poderá até ser uma base de estudo de um potencial componente de software integrável no conjunto de elementos de tratamento de faturas eletrónicas de fornecedores de forma automatizada inserida nos sistemas de informação da área financeira (designadamente relacionados com a contabilidade) das empresas.

#### **1.4 Contribuição**

Embora a questão da transmissão eletrónica de dados (EDI) seja uma matéria com alguns anos, a realidade é que a sua utilização não se tornou generalizada por várias razões. Atualmente, a tendência é de que a faturação eletrónica se torne uma realidade de uso mais generalizado entre empresas (B2B), a exemplo de modelos já em uso entre empresas e estado (B2G). Porém, apesar do potencial de automatização, é preciso percorrer caminho na compreensão de como o fazer, que limitações existem, e o que será necessário para alcançar o máximo benefício.

O interesse do estudo tem por fim enriquecer o conhecimento para fins humanos e organizacionais, numa matéria onde não se encontrou referência clara na literatura pesquisada, mas na qual se retirou informação relevante e que demonstra a relevância do tema. Espera-se assim contribuir para a comunidade académica e a comunidade ligada às empresas (e organizações equivalentes).

Em termos gerais, como resultado desta dissertação, espera-se contribuir na área de estudo dos sistemas de informação, nomeadamente no que se refere à automatização de processos, reduzindo a necessidade de intervenção humana, em particular no tratamento de faturas eletrónicas de fornecedores, decorrente de aquisições de bens e serviços. O foco centra-se no processo automatizado de controlo interno visando a validação de tais faturas eletrónicas.

Dado que se procura apresentar um modelo aplicável de forma o mais universal possível, isto é, que ajude na procura de soluções em contextos e processo de negócio relativamente comuns à generalidade das empresas, espera-se que seja também relevante para a comunidade de pessoas, entidades e profissionais que se debatem na compreensão de problemática semelhante.

## **1.5 Estrutura da dissertação**

O presente documento encontra-se organizado em sete capítulos.

No primeiro capítulo, Introdução, é feito o enquadramento do tema, a identificação do problema e motivação, descritos os objetivos e finalidade da dissertação, assim como apresentada a estrutura do documento.

No segundo capítulo, resume-se a fase de revisão de literatura inicial que conduziu à identificação do problema e motivação descrita no ponto 1.2.

No terceiro capítulo, Metodologia, é descrito o processo de investigação e a estratégia utilizada para a realização da presente dissertação.

No quarto capítulo, conceitos de controlo interno e de TI aplicáveis em sistemas de informação, são identificadas algumas das principais características de contextualização a ter em conta nos objetivos para uma solução.

No quinto capítulo, desenvolvimento de proposta de um Modelo Conceptual, é descrita a base de solução proposta.

No sexto capítulo, efetua-se a demonstração, com base num protótipo semi-funcional, para os testes e evidência da ideia, para em seguida se efetuar a avaliação dos resultados e de conceito do modelo conceptual proposto.

No último capítulo, conclusão, é apresentada uma síntese do trabalho realizado, das limitações encontradas, e o trabalho futuro proposto.

## **2 Revisão de literatura inicial**

Neste capítulo resume-se a análise da revisão de literatura inicial pesquisada e enquadradora do objeto, tema e questão de investigação de estudo. A revisão foi efetuada seguindo um protocolo o mais próximo possível e adaptada do preconizado por Kitchenham para a Revisão Sistemática da Literatura (Kitchenham, 2004), resultando na síntese descrita nos pontos do presente capítulo.

### **2.1 Erros contabilísticos**

O sistema de contabilidade é um sistema de informação, e a informação pode conter erros, sendo os erros contabilísticos quase inevitáveis e inerentes à própria contabilidade (Christensen, 2010). Os erros são uma constante das atividades humanas, e a contabilidade é uma destas atividades [ (Gurău & Grigore, 2016), (Paseková, Svitaková, Kramná, & Otrusínová, 2017)]. A manutenção de registos contabilísticos é acompanhada pelo aparecimento de erros [ (Paseková, Svitaková, Kramná, & Otrusínová, 2017), (Adalı & Kızıl, 2017) ].

Christensen salienta que os erros são importantes e frequentemente negligenciados ao avaliar a conceção dos sistemas contabilísticos (Christensen, 2010). Refere ainda que o mapeamento contabilístico é uma construção linear, utilizando uma agregação linear de transações nas contas de acumulação, na alocação de custos e rendimentos aos centros de custo e na apresentação no balanço. A linearidade assumida na contabilização resulta em erros estruturais. Há muitas razões para manter a hipótese de linearidade, uma vez que estimar a forma funcional "correta" de algumas contas é uma tarefa impossível. O resultado é que os erros persistem, e o projetista do sistema pode contrariar isto através de aplicação de mecanismos de atribuição. A compreensão da estrutura do erro é, portanto, importante.

Praticamente todas as áreas da contabilidade são suscetíveis para a ocorrência de erros. As principais áreas que podem influenciar a qualidade da informação contabilística são a falsificação de dados, política contabilística e sistemas de informação (Paseková, Svitaková, Kramná, & Otrusínová, 2017). A qualidade dos dados contidos nos sistemas de informação contabilística tem um impacto significativo tanto na conformidade interna como externa. Os erros reduzem a qualidade da informação contabilística (Kolářová, Kolarova, & Homola, 2019).

A descoberta de irregularidades contabilísticas é um acontecimento negativo importante para uma empresa, justificando-se as preocupações do público, governo e acionistas relativamente ao impacto das irregularidades para os acionistas (Elayan, Li, & Meyer, 2008). Os erros contabilísticos têm influência nos relatórios, nos indicadores económicos, e subsequentemente nos relatórios fiscais, sendo significativos para a atividade contabilística dado o tempo necessário à sua correção e devido a potenciais custos adicionais resultantes de sanções legais. A deteção de erros contabilísticos não pode depender do acaso ou descoberta acidental (Gurău & Grigore, 2016).

Os erros podem ser fundamentalmente de dois tipos: erros não intencionais que tenham surgido por falta de supervisão ou engano; e, erros intencionais que visem deliberadamente a distorção das

demonstrações financeiras [ (Paseková, Svitaková, Kramná, & Otrusinová, 2017), (Kolářová, Kolarova, & Homola, 2019) ].

Iceman & Hillison apontam para a interdependência de erros e controlos internos, bem como a diferença entre erros recorrentes e não recorrentes. O número médio de erros contabilísticos é maior em sistemas de controlo interno fracos do que em sistemas fortes (Iceman & Hillison, 1990). Ferramenta importante e eficaz para prevenir erros e fraudes não é apenas a auditoria externa, mas também a auditoria interna e o controlo interno [ (Adalı & Kızıl, 2017), (Kolářová, Kolarova, & Homola, 2019) ].

O estudo de (Grant, Miller, & Alali, 2008) avaliou o impacto das deficiências de tecnologias de informação (TI) nos relatórios financeiros e as conclusões sugerem que as empresas com deficiências de controlo de TI reportam mais deficiências de controlo interno (CI). As suas conclusões sublinham igualmente a importância de continuar a avaliar o impacto das TI no sistema global de controlos internos.

Os seis dos dez erros contabilísticos mais comuns identificados – questões de: 1. reconhecimento de rendimentos; 2. contas a receber, investimentos e caixa; 3. inventário, fornecedor e custo de venda; 4. demonstração financeira; 5. responsabilidades, dívidas, reservas e acréscimos; e, 6. valor de ativos fixos ou intangíveis – ocorrem significativa e mais frequentemente em empresas com deficiências de TI do que em empresas sem deficiências de TI. Estes seis erros contabilísticos envolvem contas com um alto nível de atividade baseada em transações comuns aos sistemas empresariais. A maioria dos controlos TI estão associados a entradas e processos num sistema automatizado e podem explicar o facto de os controlos TI serem fracos nestas áreas específicas (Grant, Miller, & Alali, 2008).

Rubino & Vitolla analisaram como a framework COBIT (Control Objectives for Information and Related Technologies), integrada na framework de controlo interno, permite melhorar a qualidade da informação financeira, ao mesmo tempo que ajuda a reduzir ou eliminar os pontos de fraquezas materiais (MW - material weaknesses) do controlo interno sobre a informação financeira (ICFR - internal control over financial reporting). A análise indica que a implementação do quadro COBIT, ou mais geralmente a adoção de controlos efetivos de TI, proporciona benefícios importantes a toda a empresa ou organização (Rubino & Vitolla, 2014). Os objetivos do controlo informático têm um impacto direto nas fraquezas do controlo de TI e indiretamente nas outras categorias de fraquezas materiais.

Anderson e Lanen evidenciam como a introdução da EDI afeta a relação entre a complexidade e o desempenho (Anderson & Lanen, 2002). Concluíram que a tecnologia EDI melhorou o desempenho do trabalho administrativo e que o feedback de erros tem implicações na conceção e implementação de novos sistemas de informação contabilística.

Em suma, conclui-se que a questão dos erros na contabilidade é um tema relevante em várias vertentes. Eliminar, ou pelos menos reduzir os erros, traduz-se em diminuição de custos e tempo para todos os envolvidos: contabilistas e empresas. Erros comuns associados à questão das faturas

resultam de deficientes registos ou incorreções nos sistemas de informação (SI). Faz-se notar as referências de estudos sobre erros em que a relevância é focada nos efeitos de prevenção e deteção de erros, através da melhoria dos controlos internos. Refere-se ainda que as deficiências nas TI levam à ocorrência de mais erros na contabilidade, havendo um paralelismo entre essas deficiências e a qualidade dos controlos internos. Por fim, referir que o uso de novas tecnologias e a melhoria dos sistemas de informação, em particular a automatização do sistema de controlo interno (Rubino & Vitolla, 2014), é um fator que pode contribuir para a deteção e conseqüente redução dos erros contabilísticos.

## **2.2 Limitações no sistema digital**

Com o objetivo base de avaliar o potencial da faturação eletrónica para as empresas, e saber quais eram os fatores e as barreiras da faturação digital para as empresas do sector privado na Bélgica, os resultados descritos em (Poel, Marneffe, & Vanlaer, 2016), sugerem que a maioria das empresas concorda com a afirmação que a faturação eletrónica reduz os custos, poupa tempo, aumenta a eficiência do armazenamento e permite um melhor controlo dos seus processos. Contudo, os resultados apontam para que as empresas não estejam plenamente convencidas de todos os benefícios da faturação eletrónica. Mais de metade das empresas não concorda com as afirmações de que seja mais segura e cause menos erros, e uma parte significativa das empresas (mais pequenas) tem sérias dúvidas sobre a segurança da faturação eletrónica. No entanto, os resultados podem variar com a dimensão e/ou estrutura das empresas: as empresas maiores tendem geralmente a concordar mais com essas afirmações.

Um potencial interesse em abandonar as faturas em papel, e passar para as faturas eletrónicas é a redução de custos [ (Díaz Córdova, Coba Molin, & Bombon Mayorga, 2016), (Poel, Marneffe, & Vanlaer, 2016) ]. Díaz Córdova et al., com o objetivo de avaliar os custos unitários na emissão de faturas tradicionais versus o custo unitário através da implementação da fatura eletrónica, concluem que a poupança económica varia entre 32% a 57% (Díaz Córdova, Coba Molin, & Bombon Mayorga, 2016).

Hoje em dia, a digitalização é uma realidade presente em cada vez mais atividades, incluindo a contabilidade. O processo contabilístico, desde a entrada de documentos até ao seu registo pode ser totalmente automatizado, através da digitalização e da inteligência artificial (Stefanovova, Bartkova, & Peterkova, 2020). Na avaliação dos efeitos da digitalização sobre as operações contabilísticas através de dados económicos empresariais, Stefanovova et al. (2020) identificam os seguintes principais problemas durante a digitalização no processo de compras: tempo necessário para a conversão de documentos, conservação, rápido progresso tecnológico, legislação insuficiente, potencial ignorância humana, duplicação. Por outro lado, assinala também aspetos positivos: automatização de processos rotineiros, economia de tempo, economia de custos, trabalho de equipa, partilha de informação, simplificação na resolução de tarefas.

A fim de melhorar a organização da gestão eletrónica de documentos no sistema contabilístico, no estudo de Romanova, et al. (2019) foram delineadas várias medidas práticas. A implementação de

um sistema de gestão eletrônica de documentos numa empresa irá criar uma série de vantagens para a mesma, permitindo ao pessoal aumentar a sua eficiência (Romanova, Nazarenko, Oriekhova, Milka, & Tsvirko, 2019). Das alterações decorrentes, realça-se o apoio técnico da organização da contabilidade, em particular no que respeita à receção de relatórios em tempo real num formato específico, expansão de oportunidades para a organização da contabilidade analítica, sistema de introdução automática de informação contabilística, organizações de arquivo eletrónico.

A determinação da necessidade e características do processo de gestão da infraestrutura de informação de uma empresa digital no contexto do conceito "Indústria 4.0" que assegure um aumento da eficiência operacional das empresas e a convergência das tecnologias, foi o objetivo que levou ao modelo proposto para a gestão da infraestrutura de informação de uma empresa digital, com base numa teoria geral de gestão (Andriushchenko, et al., 2019). Em geral, a socialidade, a mobilidade, a análise e a "nuvem" são os alicerces sobre os quais uma empresa digital é construída, conclui.

Em (Cuylen, Kosch, & Breitner, 2016), a investigação realizada combina abordagens qualitativas empíricas e conceptuais, a fim de propor um novo modelo de maturidade que apoie a implementação de processos de faturação eletrónica. Um modelo de maturidade fornece às empresas uma ferramenta para identificar a sua situação atual e aponta recomendações para otimizar essa situação. O modelo tem por base as categorias: tecnologia, processos & organização, aceitação e estratégia. Cada categoria tem subcategorias que são avaliadas por cinco níveis de maturidade. As categorias guiam um processo sistemático para a implementação e funcionamento dos processos de faturação eletrónica e para a tomada de decisões.

Na era da digitalização, os sistemas de inteligência artificial podem trazer muitas oportunidades nas áreas industriais e de informação para melhorar a eficiência e fornecer mais valor às empresas. Focado nessa ideia, um modelo conceptual é proposto em (Faccia, Al Naqbi, & Lootah, 2019), combinando a utilização de big data, blockchain, inteligência artificial, linguagem XBRL, faturas eletrónicas e assinaturas digitais num único sistema homogéneo. Afirmam os autores que com o sistema integrado proposto é possível resolver vários desafios em simultâneo, tais como evasão fiscal, erros contabilísticos, elevados custos de armazenamento de dados, elevados riscos de auditoria, reconciliações difíceis e pouco fiáveis, recolha e análise de dados, e falta de comparabilidade entre demonstrações financeiras de empresas sediadas em diferentes países.

Antes de se falar de faturas eletrónicas, do modo que nos dias de hoje se tornou mais corrente, já há muito se efetuam transferências de dados por via eletrónica. O intercâmbio eletrónico de dados (EDI) é uma tecnologia de informação contabilística que reduz problemas de entrada de dados e normaliza o intercâmbio de informação entre as empresas. Embora se esperasse que o EDI aumentasse a produtividade através da transferência de tarefas de entrada de dados no cliente com origem nos fornecedores, já o mesmo não acontece para o fornecedor, o qual tem encargos com esse sistema e apenas se mantém "interessado" por força da relação imposta pelo cliente. A principal razão para adoção da EDI era melhorar a eficiência das transações contabilísticas, por exemplo, reduzindo a duração do ciclo de faturação e os erros de encomenda e faturação (Anderson & Lanen, 2002).



Pode-se assim concluir que as limitações dos SI decorrem da forma como os mesmos correspondem à digitalização dos documentos e dos processos, e, nessas circunstâncias, conseguem de facto contribuir para a redução de erros. É assim relevante avaliar a forma de otimizar a implementação por exemplo das faturas eletrónicas conforme referido em (Cuylen, Kosch, & Breitner, 2016). As limitações existentes decorrem de como tratar os documentos digitais, garantindo o máximo de automatização sem ocorrência de erros, sendo certo, conforme mencionado, que os registos contabilísticos são tendencialmente acompanhados pelo aparecimento de erros [ (Paseková, Svitaková, Kramná, & Otrusínová, 2017)], [ (Adalı & Kızıl, 2017) ]. Ainda na área da automatização é salientado como desafio mais exigente a capacidade de tratamento automatizado da classificação contabilística total da fatura recebida sem necessidade de alguma intervenção humana [ (Bardelli, Rondinelli, Vecchio, & Figini, 2020) e (Amelio, Falcone, Furfaro, Garro, & Saccà, 2019). Se por um lado o uso de documentos digitais pode contribuir para alguma automatização, por outro, não é fácil garantir qualidade e correção total na integração dos mesmos nos sistemas contabilísticos (Stefanovova, Bartkova, & Peterkova, 2020).

### **2.3 Detecção de erros e correção automática de erros**

As tarefas repetitivas e monótonas são ainda uma parte relevante do trabalho contabilístico. Devido à falta de padronização, a tarefa que consiste na classificação dos lançamentos de faturação para fins contabilísticos ainda não se tornou totalmente automática, apesar da difusão dos sistemas de faturação eletrónica. Cada empresa de contabilidade adota as suas próprias convenções e também de acordo com o domínio de negócio específico subjacente à contabilidade em causa. Amelio et. al, propõe uma plataforma de software *knowledge-based*, concebida para abordar adequadamente esta questão (Amelio, Falcone, Furfaro, Garro, & Saccà, 2019). O estudo centra-se na avaliação dos algoritmos de classificação mais apropriados e que são adequados para serem empregues numa abordagem de meta-aprendizagem adaptativa.

Em (Tang, et al., 2020) é proposto um método baseado na aprendizagem de máquina para a deteção de comportamentos anormais no sistema de faturação eletrónica, que pode detetar com precisão dados anormais a partir do vasto número de faturas eletrónicas. A base é um módulo de extração de características de dados históricos e realizar a etiquetagem de anomalias. No fim, o módulo de deteção de comportamentos anormais pode realizar um julgamento inteligente sobre os novos dados de acordo com o modelo.

O processo de contabilidade de registo diário pode ser demorado. Bardelli et.al, propõem a classificação das transações relatadas nas faturas eletrónicas em códigos específicos, que representam a natureza económica das transações financeiras, e que podem ser traduzidos numa tarefa de classificação por aprendizagem automática, cujas previsões podem facilitar o trabalho dos contabilistas (Bardelli, Rondinelli, Vecchio, & Figini, 2020). No seu trabalho, estendem as pesquisas anteriores na área da aplicação de modelos de aprendizagem de máquina ao sistema contabilístico que tentaram desenvolver um classificador capaz de prever os detalhes de uma entrada num diário contabilístico, em particular na previsão de códigos de contas. Bardelli et al. consideram que foi

demonstrada a existência de potencial de aprendizagem automática na área, mas que ainda não foi ultrapassa a implementação determinista existente.

Outro aspeto apontado abordado em modelos de aprendizagem de máquinas, é o problema de deteção de anomalias nos lançamentos contabilísticos. Com a crescente complexidade dos processos empresariais e a crescente quantidade de dados contabilísticos estruturados, a identificação de transações empresariais erradas ou fraudulentas (e correspondentes lançamentos no diário) representa um desafio crítico para os contabilistas e auditores (Bardelli, Rondinelli, Vecchio, & Figini, 2020).

Conclui-se neste ponto que os erros contabilísticos tendem em geral a ser identificados por auditorias, internas ou externas, mas que os erros e o seu controlo e deteção decorre da qualidade do controlo interno conforme sublinhado por exemplo em [ (Icerman & Hillison, 1990), (Grant, Miller, & Alali, 2008), (Adalı & Kızı, 2017)]. Existe uma interligação entre controlo interno e o controlo de TI (Grant, Miller, & Alali, 2008). Embora na área dos sistemas de informação não se tenha identificado literatura que claramente se refira à deteção automática de erros contabilísticos, sublinha-se a área de aprendizagem de máquina aplicada aos processos contabilísticos, nomeadamente no tratamento de faturas eletrónicas, bem como se referencia a pertinência do problema de deteção de anomalias na contabilidade com origem em transações comerciais erradas [ (Amelio, Falcone, Furfaro, Garro, & Saccà, 2019), (Bardelli, Rondinelli, Vecchio, & Figini, 2020)]. Apenas em (Tang, et al., 2020) se identificou uma proposta na área de aprendizagem de máquina para a deteção de situações anormais nos sistemas de faturação eletrónica, mas focado em razões de segurança.

Em qualquer dos casos, fator comum em qualquer dos modelos de aprendizagem de máquina é a necessidade de dados históricos retirados das faturas [ (Amelio, Falcone, Furfaro, Garro, & Saccà, 2019), (Bardelli, Rondinelli, Vecchio, & Figini, 2020), (Tang, et al., 2020)], as quais tendencialmente serão mais fáceis de retirar de ficheiros estruturados como as faturas eletrónicas (“XML invoices” conforme referido por Bardelli et al), sendo que a precisão dos modelos tenderá a beneficiar da qualidade dos dados. Refira-se aliás que nos modelos de aprendizagem de máquina a fonte de dados é relevante, pelo que por vezes implica algum trabalho adequar e formatar os dados com que se pretende trabalhar (o chamado pré-processamento), de forma a obter dados “limpos” ou de qualidade, conforme se observa em particular nos modelos de (Amelio, Falcone, Furfaro, Garro, & Saccà, 2019) e (Bardelli, Rondinelli, Vecchio, & Figini, 2020).

Já a necessidade de regularização de erros é algo focado na literatura indicada sobre erros contabilísticos, dadas as implicações na qualidade da informação. Porém, já no que se refere aos sistemas de informação, não se encontrou literatura adequada para resposta a essa parte da questão da correção automática de erros.

### 3 Metodologia

Nesta secção é apresentada a metodologia de investigação seguida no trabalho de dissertação, tendo sido a Design Science Research (DSR) a qual se consubstancia na criação de artefactos, no caso na área dos sistemas de informação.

A metodologia de investigação DSR baseia-se em resultados, fornecendo diretrizes específicas para avaliação e iteração em projetos de investigação. Foca-se no desenvolvimento e desempenho de artefactos novos que permitam ampliar os limites da capacidade humana ou organizacional. Hevner descreve a existência de três ciclos de atividade de investigação relacionados (Hevner, March, Park, & Ram, 2004): Relevância - requisitos do ambiente contextual e os artefactos da pesquisa em testes de campo; Rigor - teorias e métodos acrescentando novos conhecimentos; Design - ciclo central de construção e avaliação dos artefactos.

No DSR, o conhecimento e a compreensão de um domínio problemático e da sua solução são alcançados pela construção e aplicação do artefacto projetado. Tem um quadro conceptual conciso e orientações claras para a compreensão, execução, e avaliação da investigação. Os métodos de avaliação do artefacto podem ser vários: observação, analíticos, experimentais, testagens, descritivos.

Peppers propõe um modelo de processo em seis atividades / etapas (Peppers, Tuunanen, Rothenberger, & Chatterjee, 2007):

1. Identificação do problema e motivação - caracterização e importância para ser estudado;
2. Objetivos para uma solução - o que um novo artefacto pretende solucionar;
3. Desenvolvimento - criação do artefacto seja construção, modelo, métodos ou instâncias;
4. Demonstração – da eficácia do artefacto na resolução do problema;
5. Avaliação – da adequação do artefacto para solucionar o problema;
6. Comunicação - divulgação e relevância como contributo para o conhecimento geral.

Em suma, o DSR permite desenvolver artefactos, definir objetivos, demonstrar e avaliar o que foi concebido e comunicar os resultados.

O objetivo delineado é criar um artefacto na área dos sistemas de informação, no caso, um modelo conceptual de um sistema de controlo interno automatizado para faturas eletrónicas de fornecedores que procura servir à compreensão e resposta ao problema de como pode o sistema digital reduzir os erros no registo de faturas digitais.

A DSR é também uma possibilidade aplicável na área de investigação dos sistemas de informação contabilística (Geerts, 2011), onde em parte se insere o artefacto proposto.

Deste modo, considerando que a DSR se trata de uma metodologia utilizada no âmbito da investigação em tecnologias e sistemas de informação, com utilidade e aplicação em arquiteturas,

desenho de processos de negócio e desenho de soluções, e considerando que visa a produção de conhecimento que possa ser aplicado na resolução de problemas reais, a escolha da metodologia que aqui se apresenta será a que se adequa ao objetivo delineado.

As fases do DSR descritas acima com o enquadramento contextualizado seguido no trabalho desenvolvido em cada fase é representado no diagrama da figura 1.

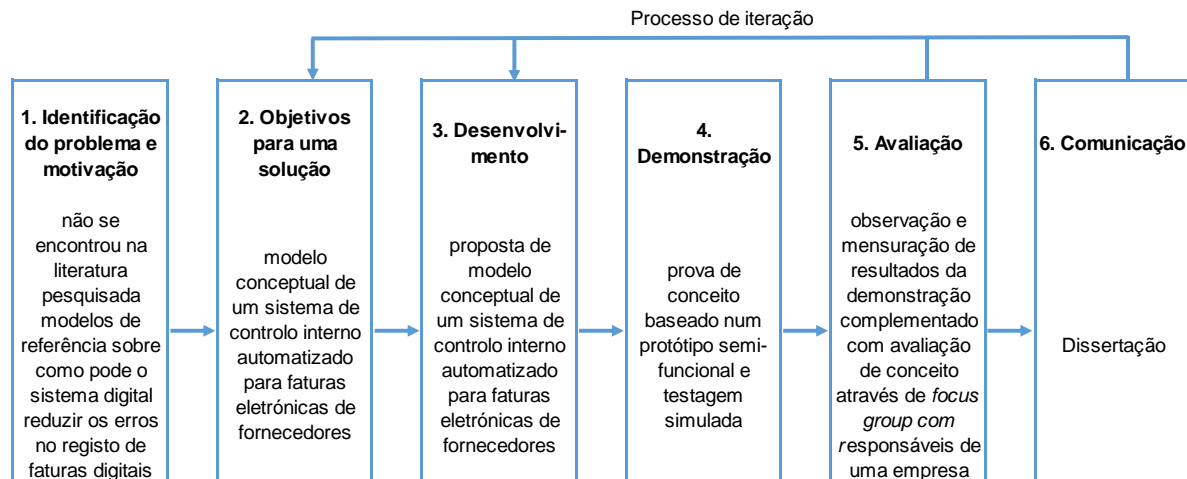


Figura 1 – Fases do Design Science Research - adaptado de (Peffer et al., 2007).

Cada uma das fases ou etapas pode ser melhor enquadrada neste documento conforme descrito:

A etapa 1, identificação do problema e motivação, corresponde ao resumo no ponto 1.2 em resultado da revisão de literatura desenvolvida no capítulo 2, ou seja, a base de identificação e compreensão do problema pretendido estudar e solucionar.

A etapa 2, estudo dos objetivos da solução, em que se procuram as bases de soluções possíveis para a resolução do problema de estudo, corresponde ao resumo no ponto 1.3, em resultado da revisão de literatura sobre a questão de investigação desenvolvida no capítulo 2, suportado nesta fase pelo estudo de literatura enquadadora de conceitos descrita no capítulo 4, necessário também à compreensão de características chave a ter em conta no desenvolvimento da solução: modelo conceptual de um sistema de controlo interno automatizado para faturas eletrónicas de fornecedores;

A etapa 3, desenvolvimento de proposta de modelo conceptual, corresponde ao descrito no capítulo 5, em que se procurou desenvolver o artefacto proposto, com a finalidade de solucionar o problema;

A etapa 4, demonstração, que será materializado com a construção de protótipo de simulação do modelo conceptual proposto na fase anterior, conforme descrito no capítulo 6, ponto 6.1;

A etapa 5, avaliação, em que se procura observar e mensurar como o artefacto corresponde para solução do problema, matéria descrita no capítulo 6, ponto 6.2;

A etapa 6, comunicação, corresponde na prática ao vertido no presente documento de dissertação e respetivas conclusões.

#### **4 Conceitos de controlo interno e de TI aplicáveis em sistemas de informação**

Na sequência das conclusões retiradas da revisão de literatura pesquisada identificaram-se alguns pontos a ter em conta na procura de bases para enquadrar a solução de resposta à questão de como pode o sistema digital reduzir os erros no registo de faturas digitais. Como relevante para a resposta destaca-se a interligação entre controlo de TI e o controlo interno na redução de erros, e a necessidade de melhoria de processos de automatização designadamente no tratamento de faturas eletrónicas de modo a garantir uma melhor qualidade de dados nos processos contabilísticos subsequentes, inclusive para efeitos de processos de aprendizagem por máquina. Assim, considerando o descrito, procurou-se identificar literatura que enquadrasse alguns conceitos e fatores relevantes a ter em conta para desenvolver uma proposta de modelo conceptual de um sistema de controlo interno automatizado para faturas digitais, conforme no presente capítulo se resume.

##### **4.1 Os sistemas de informação contabilísticos e o controlo interno**

Por definição, a contabilidade é um sistema de informação conforme referido por vários autores [ (Gurău & Grigore, 2016), (Paseková, Svitaková, Kramná, & Otrusínová, 2017), (Romney & Steinbart, 2018)], uma vez que recolhe, regista, armazena e processa dados para produzir informação para a gestão. O sistema de informação contabilística (SIC) é um veículo fornecedor de informação dos negócios.

Segundo (Romney & Steinbart, 2018) uma das componentes de um SIC são os controlos internos e as medidas de segurança que salvaguardam os dados. Sobre os controlos internos será de referir sucintamente três modelos mencionados, utilizados para desenvolver sistemas de controlo interno na perspetiva contabilística e de TI: *COSO – framework integrada de controlo interno*, *COSO-ERM - framework de gestão do risco empresarial*, e *COBIT framework*

A AICPA e a CICA desenvolveram conjuntamente orientações de controlo informático, relacionadas com COBIT, geralmente referidas como os *Trust Services Principles* (Princípios de Serviços de Confiança). Essas orientações abordam os riscos e oportunidades das TI.

É relevante projetar devidamente um SIC de modo a evitar erros na contabilidade (Christensen, 2010). Um SIC bem projetado pode acrescentar valor a uma organização em várias vertentes, sendo uma delas o controlo interno (Romney & Steinbart, 2018). Um SIC necessita de controlos internos sendo relevante para os próprios controlos internos. Segundo (Romney & Steinbart, 2018) o desenvolvimento de um sistema de controlo interno requer uma compreensão profunda das capacidades e riscos das tecnologias de informação (TI), bem como saber utilizar as TI para alcançar os objetivos de controlo de uma organização. Sendo relevante para alcançar os objetivos de controlo:

1. Conceber sistemas de controlo eficazes que adotam uma abordagem proactiva para eliminar as ameaças do sistema e que detetam, corrigem e recuperam das ameaças se ocorrerem; e,
2. Introduzir controlos num sistema na fase inicial de conceção do que adicioná-los após os factos.

Os controlos internos podem-se classificar em três funções relevantes (Turner, Weickgenannt, & Copeland, 2017), preferencialmente qualquer sistema de controlo interno deve ter uma combinação desses três tipos:

1. Preventivos - evitam os problemas antes que estes ocorram;
2. Detetivos - descobrem problemas que não foram/são evitados;
3. Corretivos - identificam e corrigem problemas, bem como corrigem e recuperam dos erros resultantes.

Os principais controlos relacionados com as TI são tipicamente definidos a dois níveis conforme mencionado em (ISACA, 2010), (Turner, Weickgenannt, & Copeland, 2017) e (Romney & Steinbart, 2018):

1. Controlos Gerais

Asseguram que o ambiente de controlo de uma organização é estável e bem gerido. Aplicam-se globalmente ao sistema, não se limitam a qualquer aplicação contabilística específica.

2. Controlos de Aplicação

Previnem, detetam, e corrigem erros de transação e fraude em programas de aplicação. São utilizados especificamente em aplicações de contabilidade para controlar entradas, processamento e saídas, e visam assegurar a exatidão, integralidade e validade dos dados.

Do estudo sobre a temática de controlos aplicados em sistemas de informação, verifica-se um paralelismo e interligação entre os fins dos controlos internos nas organizações e os controlos de TI nos sistemas de informação. Os modelos de controlo designadamente COSO, COSO-ERM e COBIT, demonstram a importância de tais controlos, e definem os princípios a seguir num enquadramento estruturado de componentes e objetivos, mas não apresentam soluções técnicas para problemas específicos, como o tratamento de faturas digitais ou eletrónicas. Um dos riscos relevantes apontados nos referidos modelos é relacionado com a integridade de processamento, devendo os controlos a implementar ser proactivos, inseridos numa fase inicial de conceção, assegurando a prevenção e deteção de erros, sendo enquadráveis ao nível dos chamados controlos de aplicação.

#### **4.2 Controlos de integridade de processamento e a sua monitorização**

Dado que neste trabalho não se pretende tratar todos os potenciais aspetos referidos de controlo interno em TI, o foco será apenas na categoria de Integridade de Processamento, designadamente controlos para reduzir erros no contexto das faturas eletrónicas de fornecedores.

A figura 2 ilustra que os controlos de aplicação se aplicam a aplicações específicas de contabilidade, tais como processamento de compras, ou processamento de contas a pagar. Em qualquer uma destas aplicações de contabilidade, os dados são introduzidos através de algum método de entrada, os dados são processados, e são produzidos resultados tais como relatórios ou verificações (Turner, Weickgenannt, & Copeland, 2017).

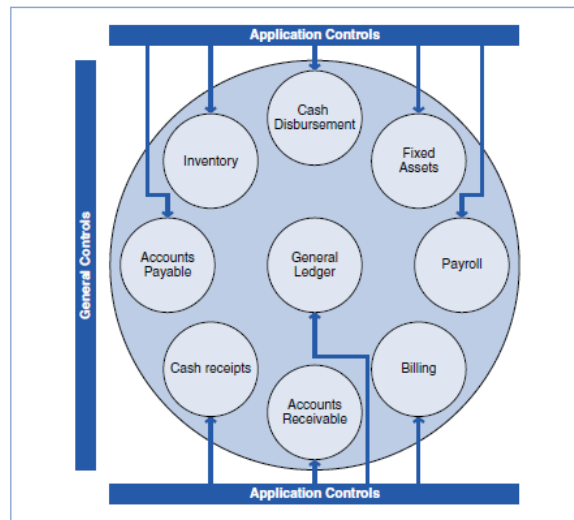


Figura 2 – Controlos gerais e de aplicação para sistema de TI - adaptado de (Turner, Weickgenannt, & Copeland, 2017)

Segundo (Turner, Weickgenannt, & Copeland, 2017), os controlos de aplicação destinados a melhorar a exatidão, integralidade e segurança da entrada, processamento e saída podem ser sucintamente descritos como: *Input controls* - controlos de entrada; *Processing controls* - controlos de processamento; e, *Output controls* - controlos de saída. Em (Romney & Steinbart, 2018), conforme descrito na figura 3, sintetizam-se os controlos básicos sobre a entrada, processamento, e saída de dados que o processo DSS06 do COBIT 5 identifica como sendo essenciais para o processamento de integridade:

PROCESS STAGE	THREATS/RISKS	CONTROLS
Input	Data that is: <ul style="list-style-type: none"> <li>Invalid</li> <li>Unauthorized</li> <li>Incomplete</li> <li>Inaccurate</li> </ul>	Forms design, cancellation and storage of documents, authorization and segregation of duties controls, visual scanning, data entry controls
Processing	Errors in output and stored data	Data matching, file labels, batch totals, cross-footing and zero-balance tests, write-protection mechanisms, database processing integrity controls
Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>Use of inaccurate or incomplete reports</li> <li>Unauthorized disclosure of sensitive information</li> <li>Loss, alteration, or disclosure of information in transit</li> </ul>	Reviews and reconciliations, encryption and access controls, parity checks, message acknowledgment techniques

Figura 3 - Controlos de aplicação para integridade de processamento - adaptado de (Romney & Steinbart, 2018)

Nos sistemas de TI, os dados são convertidos de uma forma legível humana para uma forma legível por computador. Os controlos de entrada destinam-se a prevenir ou detetar a entrada de eventuais dados imprecisos, incompletos ou inválidos, de modo a evitar uma saída incorreta (Turner, Weickgenannt, & Copeland, 2017) e (Romney & Steinbart, 2018). Existem várias verificações de

entrada de dados possíveis, que serão utilizáveis de acordo com a fonte e os objetivos pretendidos de modo a evitar erros. Muitos controlos de entrada servem também como controlos de processamento. No quadro 1 apresentam-se alguns exemplos de possíveis controlos aplicacionais.

Quadro 1 – Exemplificação de potenciais controlos aplicacionais

<b>Tipo de controlo aplicacional</b>	<b>Descrição do controlo</b>
Controlo do campo ( <i>Field check</i> )	verifica se os caracteres de um campo são do tipo correto
Verificação de validade ( <i>Validity check</i> )	compara se o código ID ou número de conta nos dados da transação com dados semelhantes no ficheiro principal para verificar se a conta existe
Verificação de limite ( <i>Limit check</i> )	verifica um montante numérico em relação a um valor fixo
Verificação de intervalo ( <i>Range check</i> )	verifica se um item de dados se enquadra dentro de limites superiores e inferiores pré-determinados
Verificação da razoabilidade ( <i>Reasonableness check</i> )	verifica a correção lógica das relações entre itens de dados
Verificação de integralidade ( <i>Completeness check</i> )	verifica se todos os itens de dados exigidos foram introduzidos. A verificação da integralidade verifica apenas se um valor foi introduzido, não assegura que o valor correto foi introduzido.
Verificação do sinal ( <i>Sign check</i> )	verifica se os dados num campo têm o sinal aritmético apropriado
Verificação de dígito de controlo ( <i>Self-checking digit</i> )	para confirmar validade de código de identificação com dígito de controlo, calculado este a partir de outros dígitos ou dados
Verificação do tamanho ( <i>Size check</i> )	verifica se os dados introduzidos caberão no campo atribuído
Verificação de sequência ( <i>Sequence check</i> )	verificação de edição que determina se um ficheiro de transação está na sequência numérica ou alfabética apropriada
Totais de controlo ( <i>Batch totals</i> )	verifica a soma de um item numérico para um lote de documentos, calculado antes do processamento do lote, quando os dados são introduzidos
Prompting ( <i>Prompting</i> )	verifica a integralidade da entrada de dados em cada item de dados introduzidos e depois espera por uma resposta aceitável antes de solicitar o próximo item requerido, assegurando que todos os dados necessários sejam introduzidos
Verificação em circuito fechado ( <i>Closed-loop verification</i> )	Um método de validação de entrada que utiliza dados introduzidos no sistema para recuperar e exibir outras informações relacionadas para ser possível acompanhar e verificar a exatidão dos dados introduzidos
Correspondência de dados ( <i>Data matching</i> )	verifica combinando dois ou mais itens de dados e sua correspondência antes que uma ação possa ter lugar
Cruzamento de cálculo alternativos ( <i>Cross-footing and zero-balance tests</i> )	verificar a exatidão de valor comparando duas formas alternativas de calcular o mesmo total

Fonte: elaboração própria com base em informação recolhida em (Romney & Steinbart, 2018) e (Turner, Weickgenannt, & Copeland, 2017)

No que se refere à exatidão e integridade da saída, a verificação cuidadosa dos resultados do sistema proporciona um controlo adicional sobre a integridade do processamento. Os registos informáticos das transações processadas, registos de execução da produção e listagens de erros podem ser examinados regularmente para prevenir, detetar e corrigir outros erros. Segundo (Turner,



Weickgenannt, & Copeland, 2017) durante a operação em curso, a gestão deve receber relatórios regulares sobre o desempenho do sistema informático. Estes registos permitem encontrar padrões de erros e tomar medidas para corrigir procedimentos errados ou o próprio software de aplicação.

Muitas ferramentas de monitorização de controlo automatizado funcionam como controlos e fornecem simultaneamente informação de monitorização sobre a continuidade das operações de outros controlos (ISACA, 2010). Os instrumentos de monitorização centram-se normalmente em um ou mais dos seguintes: dados sobre transações, condições, alterações, integridade de processamento, e gestão de erros.

A monitorização automatizada da eficácia e eficiência do controlo e dos processos empresariais pode ajudar a empresa a refinar os processos empresariais existentes e em última análise, facilita um sistema de controlo interno mais abrangente ao mesmo tempo que reduz o risco, ajudando a: reduzir o esforço e tempo, aumentar a eficácia do gestor/funcionário nos esforços de conformidade do controlo interno, fornecer informação em tempo real para medidas corretivas e preventivas proactivas.

Assim, conclui-se que a integridade de processamento é assegurada por regras de vários tipos, que podem ser utilizadas em entrada de dados e/ou no processamento. Além das atividades de controlo é relevante a monitorização. Qualquer sistema de controlo deve fornecer informação que permita controlos de saída e assegurar que os controlos de entrada e processamento são eficazes. Durante as operações em curso os gestores devem assim receber relatórios regulares para monitorizar o desempenho do sistema informático e em simultâneo monitorizar os controlos internos.

#### **4.3 Faturas eletrónicas e integração nos sistemas de informação**

A fatura eletrónica é a troca de um documento num formato eletrónico entre um fornecedor e um comprador. Embora os dados relevantes para a faturação possam ser trocados utilizando as mesmas plataformas técnicas, e seguindo os mesmos esquemas e modelos, é útil distinguir entre a faturação eletrónica (uma fatura em formato eletrónico que representa para efeitos contabilísticos e fiscais o original da fatura) e a comunicação eletrónica às autoridades fiscais, que inclui por exemplo extratos de faturas, concebido para acelerar o processamento de declarações fiscais (Koch, 2017).

As imagens digitais, como PDF e outras formas digitais visuais, removem o elemento físico das faturas em papel, permitindo o manuseamento e arquivo em formas digitais, porém, ainda exigem que muitas vezes um tratamento manual, embora haja avanços consideráveis no sentido do seu tratamento por máquina, com recurso designadamente a algoritmos de inteligência artificial (Cristani, Bertolaso, Scannapieco, & Tomazzoli, 2018). Em qualquer abordagem baseada em papel e imagem digital a exatidão dos dados recolhidos das faturas não pode ser totalmente garantida (Koch, 2017).

A definição europeia dada pela Diretiva 2014/55/UE é de que uma fatura eletrónica (e-fatura) é uma fatura emitida, transmitida e recebida em formato de dados estruturados que permite o seu tratamento automático e eletrónico. Uma fatura eletrónica estruturada contém dados do fornecedor num formato legível por máquina, que pode ser importado automaticamente para um sistema de informação do comprador sem a necessidade de inserção manual. Não incluem uma apresentação

visual da fatura, embora possa ser, temporariamente, transposta para formato visual interpretável por humanos. O objetivo na automação não é visualizar, exceto em casos irregulares (Koch, 2017).

A implementação de processos associados ao tratamento de faturas eletrónicas, implica a utilização de modelos padrões (standards), baseados em modelos semânticos. Por exemplo, para efeitos da Fatura Eletrónica na Administração Pública portuguesa (adiante designado por FE-AP), o modelo standard é baseado na Norma europeia seguindo um formato CIUS - Core Invoice Usage Specification (que constitui a forma preconizada de implementação da solução de fatura eletrónica, em cada país). A definição do CIUS português (CIUS-PT) recorreu exclusivamente ao modelo semântico proposto na Norma Europeia. As regras a serem cumpridas num modelo semântico (lista de campos, nomenclatura e descrição, cardinalidade e tipo, regras) resultam da necessidade de cumprir legislação nas formalidades da emissão de faturas e também no potencial de automatização a implementar nos processos de receção, conferência e processamento dos documentos eletrónicos (Entidade de Serviços Partilhados da Administração Pública, I. P. (eSPap), 2021).

Segundo o modelo da FE-AP do CIUS-PT, as regras necessárias para garantir a integridade e consistência nos dados transmitidos num documento repartem-se em:

- Regras do formato: formatos ou sintaxes em conformidade com as normas para a troca de faturas eletrónicas;
- Regras de semântica: formatação de campos, tipo e dimensões dos mesmos, valores admitidos, entre outras;
- Regras funcionais/negócio: derivadas da legislação e que podem ter preenchimentos condicionais entre campos.

Para potenciar o uso das faturas eletrónicas, se entidades emissoras e recetoras implementarem regras de controlo de qualidade sobre o mesmo standard e modelo semântico, poderão garantir que os seus documentos não sejam rejeitados designadamente aquando da sua validação (por máquina) no recetor. Contudo, só por si, essas regras podem não garantir a conformidade da fatura, visto poderem coexistir com outras obrigações de âmbito contratual e/ou comercial, específicas caso a caso, e que devem ser garantidas e cumpridas pelo emissor (Entidade de Serviços Partilhados da Administração Pública, I. P. (eSPap), 2021).

O controlo prévio de entrada, é uma avaliação de “qualidade” da estrutura de dados, essencialmente técnico, o qual, embora potencie procedimentos de máquina seguintes, só por si, não garante a conformidade total da fatura, uma vez que visa em particular a validação da forma, mas não da substância da fatura. A validade de substância refere-se à correspondência da fatura com uma transação comercial válida, ou seja, ao nível de negócio, sendo nesse campo onde se equaciona ser necessário dar também atenção designadamente no estudo e desenvolvimento de soluções que permitam potenciar o uso nos sistemas de informação de faturas digitais ou eletrónicas de modo automatizado, reduzindo erros, em particular com impacto contabilístico.

## **5 Desenvolvimento de proposta de um Modelo Conceptual**

Com o intuito de procurar, no contexto dos sistemas de informação, identificar formas de potenciar o uso das faturas eletrónicas, de modo automatizado, reduzindo erros, em particular com impacto contabilístico, formamos uma base informativa na literatura exposta em capítulos anteriores que nos permite contextualizar uma ideia de como pode o sistema digital reduzir os erros no registo de tais faturas, o tipo de regras que se poderão aplicar, e como se poderão adaptar na concretização de um artefacto consubstanciado num modelo conceptual de um sistema de controlo interno automatizado para faturas eletrónicas de fornecedores de bens e serviços, e assim fazer um estudo exploratório com o referido fim, conforme descrito no presente capítulo.

### **5.1 Enquadramento**

Na revisão de literatura inicial não se identificaram modelos de referência sobre como pode o sistema digital reduzir os erros no registo de faturas digitais no contexto dos sistemas de informação. Houve, contudo, aspetos que resultaram sublinhados e que apontam para a relevância de garantir a redução de erros contabilísticos, existindo uma interligação e paralelismo entre controlos internos e os controlos de TI, e simultaneamente a possibilidade e a necessidade de otimizar e garantir processos automatizados sem ocorrência de erros nomeadamente por via das faturas eletrónicas.

Conforme resulta do descrito no capítulo anterior, para que uma fatura digital seja integrável num sistema de informação de forma automática, tem de previamente ser legível por máquina. Existe assim a necessidade de que seja possível extrair dados estruturados da fatura. Nesse contexto, uma fatura eletrónica (a qual, por natureza, é formada por dados estruturados, por exemplo com base em linguagens de marcação do tipo XML) poderá ser um meio para servir tal propósito (ainda que potencialmente se admita possível com recurso a outras fontes digitais, como por exemplo por extração de dados de ficheiros PDF normais).

No modelo preconizado no citado exemplo português da FE-AP do CIUS-PT, é dada particular ênfase à fase de tratamento prévio de uma fatura eletrónica, uma validação técnica feita por máquina incidente sobre aspetos de formato do ficheiro.

Para efeitos de negócio, e subsequentemente dos processos contabilísticos, a validação da forma por si só não será suficiente, havendo necessidade de validar também, de modo mais aprofundado, a substância da mesma, isto é, validar que a fatura se refere a uma transação comercial válida.

A validação de negócio tradicionalmente assenta num trabalho manual de verificação de correspondência de dados, com recurso a elementos documentais físicos ou digitais (por exemplo por consulta aos sistemas de informação), contudo, considerando a estruturação da informação inerente às faturas eletrónicas, será possível, eventualmente, que a validação de negócio possa ser efetuada também por máquina. É com esse intuito que se pretende assim conceptualizar uma forma automatizada, aproveitando a estruturação de dados, reduzindo ao mínimo a intervenção manual.

Assim, para enquadramento do modelo na fase de validação de negócio (ou comercial), parte-se da premissa contextual de que o controlo de qualidade de estrutura, de acordo com regras de validação sintática (estrutura de acordo com um *schema*) e a semântica e funcional (formato e tipo de dados nos campos), foi efetuada, centrando-se então o modelo na fase de controlo interno (validação de negócio com recursos técnicos) aqui preconizado, o qual visa ampliar o contexto de regras funcionais/negócio, e que se procura traduzir no esquema descrito na figura 4.

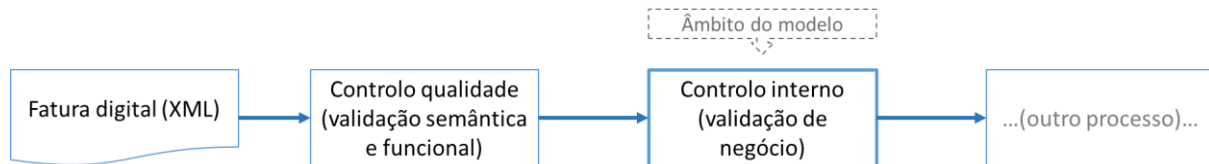


Figura 4 – Diagrama de contexto do modelo de controlo interno na validação da fatura eletrónica

O modelo conceptual que se pretende estudar é precisamente na fase do que chamamos de controlo interno preventivo, inserido como integrante dos controlos de aplicação para efeitos de Integridade de Processamento. O objetivo é que o processo de controlo seja automatizado, contribuindo em última análise para uma melhor qualidade dos dados, logo, uma melhor base, designadamente para os registos contabilísticos baseados nas faturas eletrónicas, e nesse sentido ser também um fator relevante na automatização contabilística inclusive em processos de aprendizagem de máquina (ML – Machine Learning), conforme se contextualiza de forma genérica na figura 5.

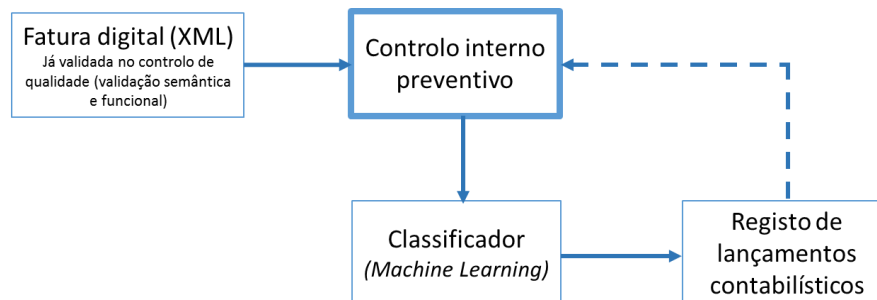


Figura 5 – Diagrama de contexto do controlo interno preventivo face a processo de classificador

## 5.2 Contexto de requisitos gerais

No processo de validação de uma fatura eletrónica de um fornecedor, o controlo interno aqui preconizado consiste no processo de confirmar a validade de negócio, isto é, que a fatura representa os factos em conformidade e substancia com o contratado (o encomendado e o fornecido).

Assim, partindo da observação de um tradicional processo de compra, podemos observar que para efeitos de autorização (validação) de uma fatura para pagamento, se utiliza como base informacional a conciliação de informação da ordem de compra (encomenda) e do registo de receção, conforme resulta bem retratado no exemplo a páginas 453 de (Romney & Steinbart, 2018) e reproduzido na figura 6.

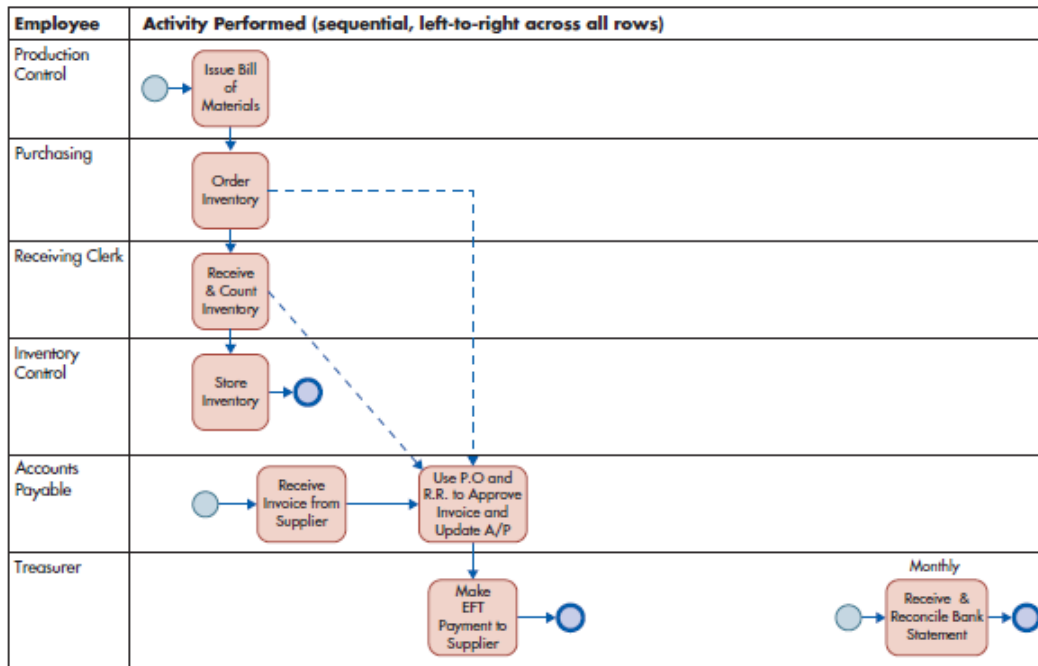


Figura 6 – Diagrama sequencial de processo de compra - adaptado de (Romney & Steinbart, 2018)

A ideia base é transpor os objetivos e elementos dos processos tradicionais de controlo da fatura de um fornecedor, suportados em papel ou equivalente, e que de algum modo terão de estar presentes, de forma adaptada ao contexto pretendido, isto é, inseridos nas próprias aplicações do sistema de informação, substituindo-se o manual pela máquina com recurso a controlos automatizados.

No modelo procura-se ampliar, num ambiente digital, os elementos controlados sobre uma fatura eletrónica de um fornecedor, de forma automatizada, de modo a reduzir a intervenção humana nesta fase, pressupondo a existência de elementos informacionais gerados noutros processos (ex: ordens de compra, registos de confirmação de entrega, contabilidade), que permitam reduzir a necessidade de verificações manuais, e servindo o propósito de validar o conteúdo da fatura, por exemplo:

- Validade do fornecedor, validade da aquisição (encomenda, fornecimento) e evitar duplicações, validade de transação (preços e desvios), enquadramento de registo em contas corretas e saldos;

Para efeitos do modelo, há dois requisitos fundamentais a ter em conta:

- 1- A fatura emitida pelo fornecedor deve referenciar pelo menos a identificação unívoca da ordem de compra (o número interno atribuído pelo cliente); e
- 2- A fatura emitida pelo fornecedor deve referenciar o código de identificação de produtos do cliente (ainda que possa ter também campo com a referência do fornecedor).

No que se refere aos objetivos e desenho do controlo interno será necessário ter em conta os passos descritos no quadro 2.

Quadro 2 – Descrição de princípios e requisitos no desenho de controlo interno do modelo

Princípios de desenho de controlo interno	Requisitos no contexto do modelo
1. Identificar o risco	Validação de negócio de faturas eletrónicas de fornecedores
2. Qual a função do controlo, por exemplo: prevenir ou detetar	Prevenir erros subseqüentes (faturas inválidas ou dados incorretos)
3. Desenhar um sistema eficiente (economia de recursos) e eficaz (tem de controlar) de controlo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equilíbrio entre custos (tempo, esforço e preço) e benefícios</li> <li>• Manual ou automático (sistema de TI)</li> </ul>	Controlo baseado em regras de validação de dados da fatura cruzado com outros elementos informacionais no SI empresarial Deverá ser automatizável e eficaz
4. Monitorar o controlo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar a operação do controlo (se está a funcionar, se parar existe maior risco de erro)</li> </ul>	Possível de acompanhar e monitorar os controlos efetuados com visualizações e relatórios

Considerando a base informacional necessária às validações, bem como o facto de ser relevante permitir o acompanhamento e monitorização da integridade de processamento, quer pelas pessoas responsáveis pela área contabilística, quer pelo gestor da organização. A figura 7 representa o diagrama de contexto do âmbito referido.

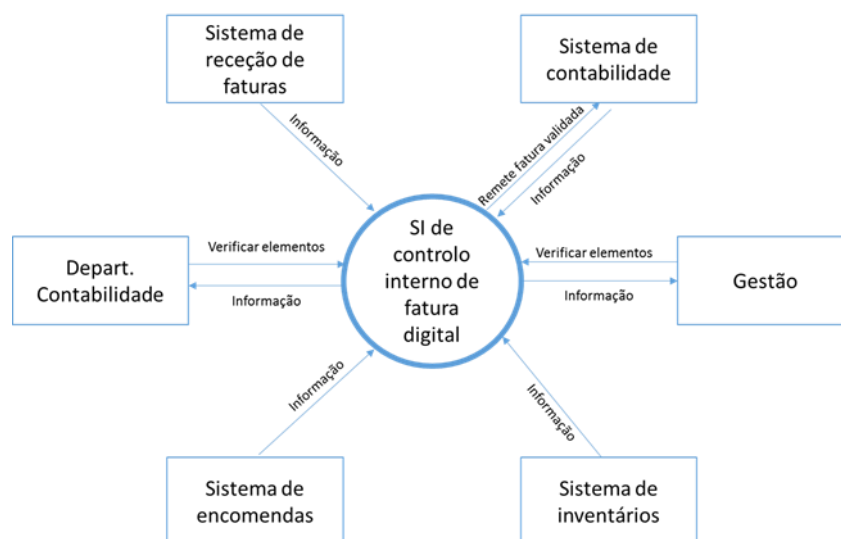


Figura 7 – Diagrama de contexto de requisitos gerais de um SI de controlo interno

Para que um controlo interno automatizado seja possível, correspondendo aos requisitos elencados, implica as seguintes características: um modelo de dados, a aplicação de regras de verificação,

reportáveis em visualizações e relatórios, suportado numa interface adequada. Assim, o modelo de requisitos aplicacionais a desenvolver contextualiza-se conforme representado na figura 8.

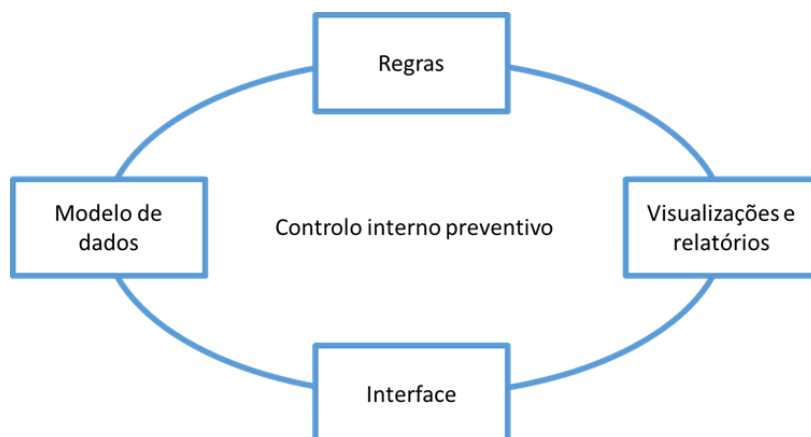


Figura 8 – Diagrama de requisitos aplicacionais específicos a desenvolver

Nesse sentido, seguidamente, apresentam-se os passos para a criação do artefacto, nomeadamente o processo preconizado, componentes de dados a ter em conta, regras de validação, indicadores e elementos de visualização de monitorização.

### 5.3 Processo do controlo interno proposto

Em termos do processo de controlo interno de uma fatura eletrónica de um fornecedor pode-se enquadrar o mesmo como um subprocesso do processo contabilístico. Um passo intermédio após a receção da fatura e a validação da sua forma (validação sintática e semântica) antes do tratamento de classificação contabilística seguinte.

Note-se, porém, que o objetivo neste modelo é apenas o controlo das compras de bens ou serviços de natureza operacional controláveis e requeridos pela entidade, ficando de fora os baseados em contratos de serviços de consumos sem ordens de compras (por ex: eletricidade, água, gás e outros), os quais terão de ter tratamento diferenciado adaptado a essa realidade.

O processo, conforme contextualizado genericamente na figura 9, enquadra-se na fase de validação no âmbito de negócio. Trata-se de validação a efetivar por máquina através da verificação do cumprimento de regras pré-determinadas, que permitam ao máximo a automatização do controlo interno, reduzindo ao mínimo possível a intervenção humana no processo de decisão, ainda que esta possa ser necessária quando o tipo de verificação o deva permitir (nomeadamente por o nível de abstração de decisão ser complexo e reservado a decisor humano). Do processo de validação automático das regras de controlo interno, podem resultar 3 possibilidades:

- 1- Validar – significa que passou em todas as regras, não havendo erros detetados;
- 2- Rejeitar – significa que não passou em algumas regras de decisão essenciais;
- 3- Alertar – significa que não passou em algumas regras de decisão mais subjetivas, podendo vir a ser rejeitada ou validada para o processo subsequente após análise de decisor humano.

Encontrando-se devidamente validada, a fatura estará apta a ser processada para efeitos contabilísticos como resulta do evidenciado no diagrama de processo descrito na figura 9.

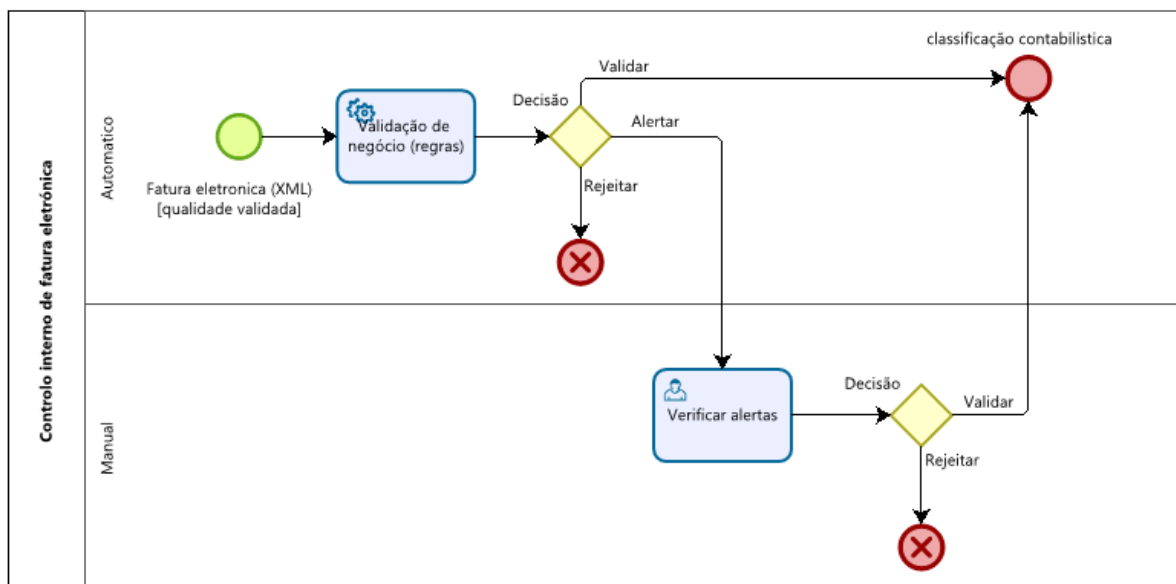


Figura 9 – Diagrama de processo de validação de negócio da fatura eletrónica

Qualquer das validações deverá ser consultável, contudo, será relevante a posterior verificação e análise das rejeições e alertas, no sentido da melhoria de dados futuros, em particular na sensibilização dos fornecedores no preenchimento adequado de campos e em melhorias internas designadamente de controlo em outros processos que alimentam a base informacional.

#### 5.4 Modelo de dados

Para que a verificação automatizada seja possível, será necessário ter em conta, além de elementos constantes do conteúdo da própria fatura, outros elementos informativos com origem em outros processos de negócio, tais como: ordens de compra/encomenda, receção e inventários, contabilidade, gestão de fornecedores (que estarão presentes no SI, por exemplo, um ERP).

Desta forma identificam-se as seguintes entidades informativas base (com descrição sucinta do tipo de atributos) essenciais à dinâmica pretendida para efeitos do modelo:

- Fatura (os campos essenciais ao controlo de negócio);
- Fornecedor (dados identificativos);
- Ordem de compra (dados das encomendas relevantes para cruzar com as faturas);
- Confirmação de entrega (dados referentes à receção de compras/aquisições);
- Produto (dados identificativos e de valorização de mercadorias e serviços)
- Contabilidade (Contas e registos da contabilidade de fornecedor)

Considerando os elementos informacionais identificados, o modelo geral de domínio preconizado é retratado na figura 10, através de um diagrama de classes UML com representação das entidades informativas e relações, que corresponda aos requisitos descritos no ponto 5.2.



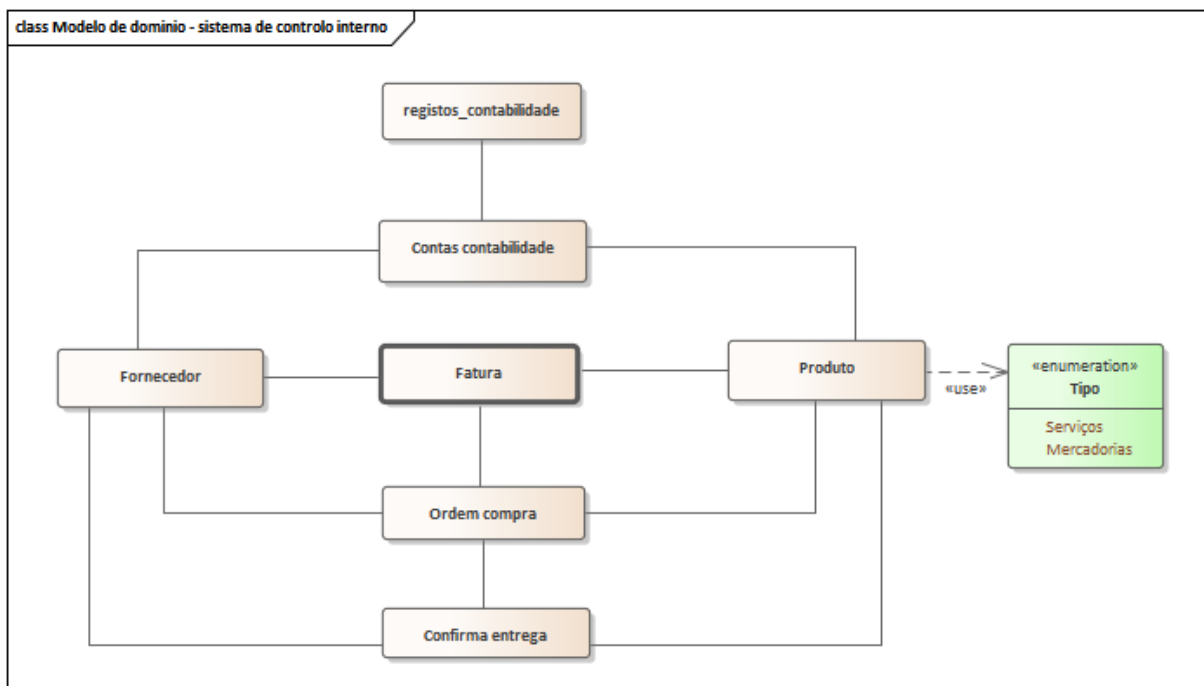


Figura 10 – Modelo de domínio conceptual

Para efeitos de estudo do modelo de controlo, optou-se por considerar apenas alguns campos previstos na Norma EN 16931-1, conforme elencado no modelo CIUS-PT, designadamente os que à partida constituirão elementos representativos do essencial de uma fatura e, como tal, deverão estar obrigatoriamente presentes para o controlo preconizado, e constituirão uma boa base para demonstrar o potencial do modelo.

A escolha como referência de um modelo inspirado no CIUS-PT decorre do facto de ser um modelo já em uso nas relações de fornecimento ao Estado (B2G), pelo que a probabilidade de ser adaptado de uma forma generalizada nas relações entre empresas (B2B) é elevada, considerando o natural aproveitamento sinérgico de mecanismos tecnológicos idênticos.

Por outro lado, o referido modelo de dados é bastante amplo. O CIUS-PT engloba 32 grupos de campos, num total de 164 campos distintos. Desse total de campos, identificam-se 56 campos obrigatórios, sendo possível observar a grande versatilidade de elementos que poderão ser contidos numa fatura, entre elementos obrigatórios e opcionais.

Para efeitos deste trabalho, e dado o carácter de estudo exploratório, procurou-se centrar o mesmo na definição apenas de um conjunto de campos representativos e heterogéneos, e assim com potencial de abranger situações exemplificativas diversas de controlos e regras a implementar, em conjugação com as entidades informacionais referidas. Desse modo, com o referido intuito de identificar os atributos mais relevantes, observou-se o conteúdo normal de uma fatura conjugado com os elementos obrigatórios a constar do designado ficheiro SAF-T PT (*Standard Audit File for Tax Purposes - Portugal Version* - ficheiro normalizado de exportação de dados, criado para efeitos de comunicação às autoridades fiscais de registos contabilísticos e de transações comerciais, em particular as faturas de vendas), na versão dada pela portaria n.º 302/2016, de 2 de dezembro,

conforme análise que resultou no mapeamento da norma EN 16931-1 com campos de dados equivalentes no SAF-T PT e descrito no quadro 3.

Quadro 3 – Identificação de campos da fatura eletrónica para base do modelo de dados a estudar

Fatura eletrónica - Norma16931		Equivalência de dados no ficheiro SAF-T PT (faturas de vendas)					Identificação de referência para o modelo proposto	
Id	Business Term da Norma	Id de campo	Obrigatório	Nome do campo	descrição	tipo	Nome de referência do atributo (campo)	ID refª
BT-1	Invoice number	4.1.4.1.	s	InvoiceNo	Identificação única do documento de venda	Texto	ID_numeroFT	AM-01
BT-2	Invoice issue date	4.1.4.7.	s	InvoiceDate	Data do documento de venda	Data	Data_FT	AM-02
BT-3	Invoice type code	4.1.4.8.	s	InvoiceType	Tipo de documento	Texto	Doc_tipo	AM-03
BT-27	Seller name	1.5.	s	CompanyName	Nome da empresa	Texto	Nome_fornecedor	AM-04
BT-31	Seller VAT identifier	1.3.	s	TaxRegistrationNumber	Número de identificação fiscal da empresa	Inteiro	NIF_fornecedor	AM-05
BT-40	Seller country code	1.7.7.	s	Country	País	Texto	País_fornecedor	AM-06
BT-44	Buyer name	2.2.4.	s	CompanyName	Nome da empresa	Texto	Nome_cliente	AM-07
BT-48	Buyer VAT identifier	2.2.3.	s	CustomerTaxID	Número de identificação fiscal do cliente CustomerTaxID	Texto	NIF_cliente	AM-08
BT-55	Buyer country code	2.2.6.7.	s	Country	País	Texto	País_cliente	AM-09
BT-109	Invoice total amount without VAT	4.1.4.20.2.	s	NetTotal	Total do documento sem impostos	Monetário	Total_base	AM-10
BT-110	Invoice total VAT amount	4.1.4.20.1.	s	TaxPayable	Valor do imposto a pagar	Monetário	Total_IVA	AM-11
BT-112	Invoice total amount with VAT	4.1.4.20.3.	s	GrossTotal	Total do documento com impostos	Monetário	Total_fatura	AM-12
BT-126	Invoice line identifier	4.1.4.19.1.	s	LineNumber	Número de linha	Inteiro	Num_linha	AM-13
BT-129	Invoiced quantity	4.1.4.19.5.	s	Quantity	Quantidade	Decimal	Quantidade	AM-14
BT-130	Invoiced quantity unit of measure code	4.1.4.19.6.	s	UnitOfMeasure	Unidade de medida	Texto	Tipo_quantidade	AM-15
BT-131	Invoice line net amount	4.1.4.19.14.	s	CreditAmount	Valor a crédito	Monetário	Total_linha	AM-16
BT-132	Referenced purchase order line reference	4.1.4.19.2.1.	n	OriginatingON	Número do documento de origem (OrderReferences)	Texto	ID_ordem_compra	AM-17
BT-146	Item net price	4.1.4.19.7.	s	UnitPrice	Preço unitário	Monetário	Preço_unitário	AM-18
BT-153	Item name	4.1.4.19.4.	s	ProductDescription	Descrição do produto ou serviço	Texto	Descrição_item	AM-19
BT-155	Item Seller's identifier	4.1.4.19.3.	s	ProductCode	Identificador do produto ou serviço	Texto	ID_produto	AM-20
BT-156	Item Buyer's identifier	4.1.4.19.3.	s	ProductCode	Identificador do produto ou serviço	Texto	ID_produto	AM-21
BT-152	Invoiced item VAT rate	4.1.4.19.15.4.	s	TaxPercentage	Percentagem da taxa de imposto	Decimal	Taxa_IVA_item	AM-22

Efetuada a identificação dos atributos da fatura para efeitos do estudo de um modelo de controlo, num total de 22 campos, à sequência identificativa de cada campo da norma EN-16391-1 atribuímos a nossa própria definição terminológica (nome de referência) e uma codificação para o estudo (a codificação segue uma numeração sequencial precedida da referência de identificação do atributo ao modelo – AM), conforme indicado nas colunas do 3º grupo do quadro 3 atrás apresentado.

Repare-se ainda que também houve a preocupação de atender a um equilíbrio entre elementos unívocos que identificam uma fatura (ex: o número da fatura, a data e outros) que se encontram referenciados entre o AM-01 e o AM-12, a que iremos em diante chamar de elementos “gerais” (ou genéricos de uma fatura) e elementos que associados à fatura podem apresentar vários registos, sem um limite definido, e que em diante identificaremos como “linhas” de detalhe referenciados entre o AM-12 e AM-22.

Note-se que o modelo de dados se centra no modelo de dados da fatura eletrónica, pelo que, conforme a necessidade de controlo de cada campo, assim deverão os dados a obter das entidades informacionais indicadas serem as adequadas ao referido fim.

### **5.5 Modelo de casos de utilização e definição de visualizações e relatórios de monitorização**

Em termos gerais, os riscos associados ao tratamento de faturas de fornecedores não se podem dissociar totalmente dos processos de compras e aquisições. Contudo, centrando a questão apenas na parte da receção da fatura, podemos encontrar a possibilidade de diversos riscos concretos:

- Fornecimentos inválidos (não requeridos ou duplicados);
- Fornecimentos incorretos (erros vários no documento, que podem estar nas quantidades, valores, bens ou serviços);
- Incorreção nos registos contabilísticos (contas de fornecedor, saldos)

A verificação de tais riscos pode-se traduzir em casos de uso automatizado. Assim, e para efeitos de casos de utilização, teremos de ter em conta casos de uso automatizado, isto é, as situações de verificação efetuadas por máquina para efeitos de validação de negócio, as quais se irão melhor traduzir nas regras de validação automática.

Além dos casos de uso automatizado, haverá a necessidade de acompanhamento e monitorização de modo a que responsáveis pela contabilidade e gestores possam verificar os erros e anomalias detetados e outros indicadores úteis ao acompanhamento contabilístico e à gestão.

Os referidos utilizadores humanos deverão assim poder consultar o estado das faturas e dos erros identificados pela execução das regras de controlo, sendo a contextualização de uso de forma genérica contextualizada conforme representado na figura 11.

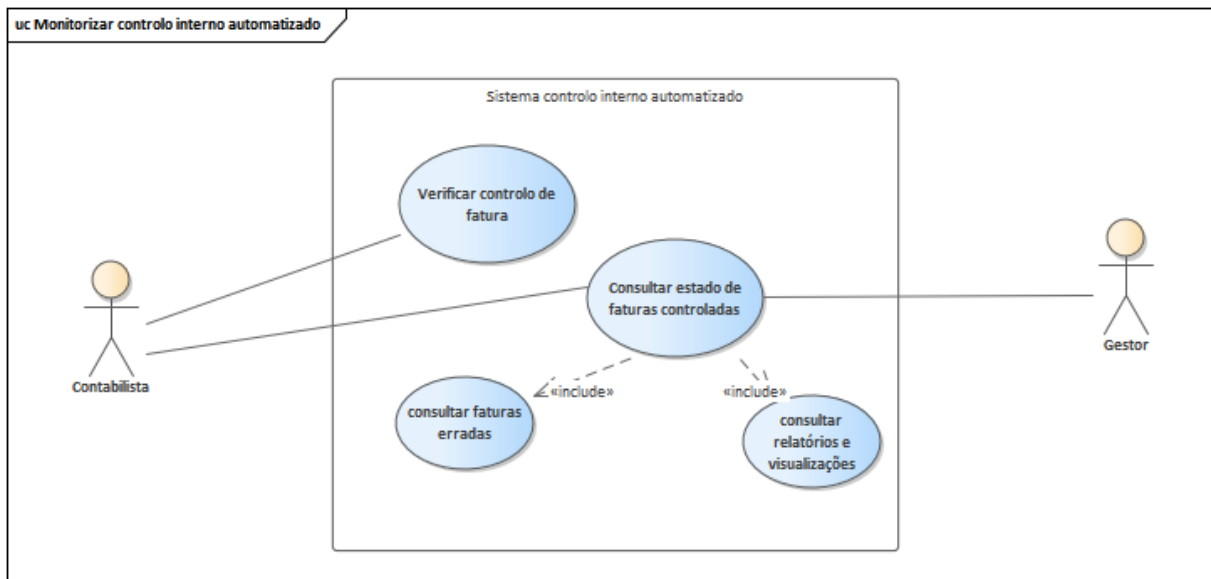


Figura 11 – Modelo de casos de utilização de monitorização do processo de controlo interno

No que se refere ao acompanhamento e visualização de validações dos controlos internos deverá prever:

- 1- Um painel principal (tipo *dashboard*) de entrada com indicadores gerais e botões de encaminhamento para visualizações e relatórios;
- 2- Painel de visualização da fatura eletrónica em modo legível por humano com sinalização de campos com erros identificados pelas regras de controlo;
- 3- Painéis com possibilidade de verificar informação diversa em forma de relatórios e visualizações, em particular de erros sinalizados pelas regras de controlo;
- 4- Conter painel onde possa ser promovida a decisão final por humano sobre situações com erros para analisar (ou seja, as situações de erro de faturas não rejeitadas automaticamente).

### 5.6 Modelo de regras de controlo interno automatizado

Com o fim de ser possível o controlo preventivo de erros na aceitação de faturas eletrónicas, será necessário adotar mecanismos que minimizem os riscos de negócio. No âmbito dos sistemas de informação, e para efeitos de controlo preventivo automatizado em sede de integridade de processamento no tratamento de faturas digitais, alguns tipos de controlo aplicativos aplicáveis correspondem aos indicados no quadro 1 exposto no capítulo 4.

Os tipos de controlo têm de ser vertidos em regras de validação, de forma a responder aos riscos de validação da fatura para efeitos de negócio, conforme processo atrás descrito. O modelo de controlo baseia-se em casos de uso automatizáveis de verificação dos dados da fatura.

Algumas regras, particularmente as de verificação do preenchimento ou cálculo de alguns campos, podem ser semelhantes a algum eventualmente já efetuado no controlo de qualidade, contudo, os

controles internos servem também para testar controles anteriores, e na fase enquadrada serve objetivos próprios de validação de negócio, podendo assim ser uma duplicação apenas aparente.

As restantes regras visam controles cruzados entre dados na fatura e elementos informacionais digitais a obter de fontes diferentes (em princípio dentro de um ERP) e eventualmente conjugados, sempre com o mesmo fim de validação de negócio.

As regras podem ser muito variáveis, conforme o campo e o tipo de controlo idealizado. Iremos apenas fazer um levantamento de algumas que se identificam como possíveis e representativas do pretendido demonstrar, sendo certo que haverá provavelmente outras que não se irão aqui conseguir identificar.

A modelização das regras tem por base o modelo de dados da fatura e a referenciação proposta no ponto 5.4, melhor evidenciado no quadro 3. Seguidamente para cada campo será necessário atender ao caso de uso de controlo automatizado pretendido e subsequente regra de validação, a origem dos elementos informacionais a ter em conta, as mensagens de erro para cada regra para fins de relatórios e visualizações, e a identificação do nível de decisão pretendido para o automatismo.

Para a construção e referenciação das regras a aplicar propõe-se um quadro modelo de referenciação com as seguintes características:

- 1- Uma identificação da referência de identificação da regra resultante da concatenação do tipo de regra (de negócio: RN) com a identificação de referência do campo da fatura e um número sequencial de regras por campo. Concretizando: se por exemplo para o campo ID\_numeroFT, o qual codificamos com o código AM-01, tivermos mais que uma regra, a identificação sequencial será: RN\_AM-01\_1, RN\_AM-01\_2, ..., e assim, sucessivamente.
- 2- Uma descrição das regras de validação de negócio (caso de uso automatizado), na qual, se exprime textualmente a verificação pretendida;
- 3- Uma matriz de identificação de origem de elementos informacionais a utilizar na regra de validação, que será composta por uma subdivisão por entidades informacionais, tantas quantas as necessárias, sendo que, na idealização do presente modelo se conta com a necessidade de pelo menos as entidades informativas identificadas no ponto 5.4 (Fatura, Fornecedor, Ordem de compra, Confirmação de entrega, Produto, Contabilidade);
- 4- Uma descrição do texto da mensagem de erro para cada regra a constar dos relatórios e visualizações para leitura por utilizador humano;
- 5- Uma identificação matricial de decisão em caso de não validação da regra, a qual, atendendo à substância da mesma e ao nível pretendido poderá, de acordo com o processo descrito no ponto 5.3, ser de rejeição, ou de alerta para análise e decisão humana.

Considerando a estrutura descrita e algumas regras identificadas como representativas do tipo de controlo possível de introduzir por campo da fatura, contextualiza-se no quadro 4 o modelo de quadro de referenciação de regras de controlo interno de faturas eletrónicas de fornecedores, exemplificando para o caso de um campo (em anexo A apresenta-se o quadro completo de referenciação para todas

as regras determinadas no âmbito do modelo estudado), o referente ao número do documento (ID\_numeroFT a que corresponde a identificação de referência no modelo “AM-01”):

Quadro 4 – Modelo de quadro de referência de regras de controlo interno (com um exemplo)

ID de Referência de regra	Matriz de origem de elementos informacionais a utilizar na regra de validação						Descrição das regras de validação de negócio (caso de uso automatizado)	Mensagem de erro	Matriz de decisão se regra não validar (erro)	
	Fatura	Fornecedor	Ordens de compra	Conf.entregas	Produto	Contabilidade			Rejeitar	Alertar
RN_AM-01_1	X						Verificar se o número do documento já existe nos registos existentes anteriormente recebidos do mesmo emitente (NIF_fornecedor), ou seja, duplicado	Já consta pelo menos uma fatura com o mesmo número e fornecedor em registo anterior	X	

Nos quadros 5 e 6 seguintes apresenta-se de um modo mais simplificado o referido modelo com exemplificação de possíveis regras que se determinaram para os campos gerais (12 campos, 16 regras) e campos de linhas (8 campos, 27 regras) respetivamente:

Quadro 5 – Regras identificadas para os campos gerais da fatura eletrónica

ID de Referência de regra	Descrição das regras de validação de negócio (caso de uso automatizado)
RN_AM-01_1	Verificar se o número do documento já existe nos registos existentes anteriormente recebidos do mesmo emitente (NIF_fornecedor), ou seja, duplicado
RN_AM-02_1	Verificar se data_emissao corresponde ao ano em curso
RN_AM-02_2	Verificar se data_emissao corresponde ao mês em curso, com tolerância de até 1 mês anterior
RN_AM-03_1	Confirmar que o Doc_tipo é fatura
RN_AM-04_1	Verificar se o nome_fornecedor na fatura é coerente com nome nos dados de fornecedores
RN_AM-05_1	Verificar se o NIF_fornecedor consta dos dados de fornecedores
RN_AM-05_2	Verificar se para o NIF do fornecedor consta número de conta corrente na contabilidade
RN_AM-06_1	Verificar coerência do país com os dados de fornecedores
RN_AM-07_1	Verificar se o nome_cliente na fatura é coerente com o nome da organização
RN_AM-08_1	Verificar se o NIF_cliente na fatura corresponde ao NIF da organização
RN_AM-09_1	Verificar se o País_cliente na fatura corresponde ao País da organização

RN_AM-10_1	O valor total_base da fatura deve ser igual ao somatório do Total_linha da fatura
RN_AM-11_1	O valor total_IVA da fatura deve ser igual ao somatório do valor por linha (= [Total_linha] x [Taxa_IVA_item])
RN_AM-12_1	O valor total_fatura deve ser igual ao somatório do total_base com total_IVA
RN_AM-12_2	O saldo do fornecedor após o potencial registo da fatura deve ser credor de valor >= ao valor do Total_fatura
RN_AM-12_3	Compara se valor total_fatura com a valor médio de faturas do mesmo Doc_tipo do mesmo fornecedor é superior em 2x

Quadro 6 – Regras identificadas para os campos de linhas da fatura eletrónica

ID de Referência de regra	Descrição das regras de validação de negócio (caso de uso automatizado)
RN_AM-13_1	A fatura tem de conter pelo menos uma linha de identificação preenchida
RN_AM-14_1	A quantidade deve estar preenchida e o valor deve ser sempre > que 0 (zero)
RN_AM-14_2	A quantidade referenciada na fatura por ID_produto e ID_ordem_compra deve ser <= que a quantidade referenciada por ID_produto e ID_ordem_compra nas ordens de compra (Implica cruzar com informação nas ordens de compra)
RN_AM-14_3	A quantidade referenciada na fatura por ID_produto e ID_ordem_compra deve ser <= ao saldo da quantidade referenciada nas ordens de compras deduzido nas entregas já faturadas (Implica cruzar com informação nas ordens de compra e faturas anteriores)
RN_AM-14_4	A quantidade referenciada na fatura por ID_produto e ID_ordem_compra deve ser <= ao saldo da quantidade as entregas confirmadas já efetuadas por referência às ordens de compras (Implica cruzar com informação nas confirmações de entrega)
RN_AM-14_5	Confirmar se para o ID_produto e ID_ordem_compra não foram excedidas as quantidades entregues para a ordem de compra referenciada (Implica cruzar com informação nas confirmações de entrega e encomendas)
RN_AM-15_1	A unidade de medida referenciada na fatura por ID_produto e ID_ordem_compra deve ser igual à unidade de medida referenciada por ID_produto e ID_ordem_compra nas ordens de compra (Implica cruzar com informação nas ordens de compra)
RN_AM-15_2	A unidade de medida referenciada na fatura por ID_produto e ID_ordem_compra deve ser igual à unidade de medida referenciada por ID_produto e ID_ordem_compra nas confirmações de entrega (Implica cruzar com informação nas confirmações de entrega)
RN_AM-15_3	A unidade de medida referenciada na fatura por ID_produto deve ser igual à unidade de medida referenciada por ID_produto nos produtos (Implica cruzar com informação nos produtos)
RN_AM-16_1	o valor do total_linha deve ser igual à multiplicação da quantidade com preço_unitário
RN_AM-17_1	A ordem de compra deve estar preenchida e ser confirmada a sua existência na base de dados de encomendas
RN_AM-17_2	A ordem de compra deve estar preenchida e ser confirmada a sua existência na base de dados de confirmação de entregas
RN_AM-17_3	Verificar se data_emissao da fatura é igual ou superior à data de encomenda, e não excede os 90 dias
RN_AM-17_4	Verificar se data de encomenda é inferior ou igual à data_emissao da fatura

RN_AM-17_5	Verificar se data_emissao da fatura é igual ou superior à data de confirmação de entrega, e não excede os 30 dias
RN_AM-17_6	Verificar se data de confirmação de entrega é superior à data_emissao da fatura
RN_AM-17_7	Verificar se data_emissao da fatura é >= à data de confirmação de entrega da compra/aquisição e >= data de encomenda
RN_AM-18_1	O preço unitário deve estar preenchido e o valor deve ser >= que 0 (zero)
RN_AM-18_2	O preço_unitário referenciado na fatura por ID_produto e ID_ordem_compra deve ser = ao preço unitário referenciado por ID_produto e ID_ordem_compra nas ordens de compra (Implica cruzar com informação nas ordens de compra)
RN_AM-18_3	O preço_unitário referenciado na fatura por ID_produto não deve ser superior a 20% o preço médio unitário de custo referenciado por ID_produto na tabela de produtos
RN_AM-18_4	O preço_unitário referenciado na fatura por ID_produto não deve ser inferior a 20% o preço médio unitário de custo referenciado por ID_produto na tabela de produtos
RN_AM-19_1	A Descrição_produto deve estar preenchido e ser confirmada a sua semelhança com o existente na base de dados de produtos
RN_AM-19_2	A Descrição_produto referenciado por ID_produto e ID_ordem_compra deve existir na ordem de compra correspondente
RN_AM-19_3	A Descrição_produto referenciado por ID_produto e ID_ordem_compra deve existir na confirmação de entrega correspondente
RN_AM-21_1	O ID_produto deve estar preenchido e ser confirmada a sua existência na base de dados de produtos
RN_AM-21_2	O ID_produto referenciado por ID_ordem_compra deve existir na ordem de compra correspondente
RN_AM-21_3	O ID_produto referenciado por ID_ordem_compra deve existir na confirmação de entrega correspondente

Como é possível observar para alguns campos identificados no modelo de dados no ponto 5.4, nomeadamente referente aos campos em AM-20 e AM-22, não são referenciadas regras:

- No caso do campo AM-20 refere-se à identificação de produto com a codificação do fornecedor e o AM-21 com a codificação de produto pelo cliente, ora de acordo com um dos requisitos das faturas referidos no ponto 5.2, a fatura emitida pelo fornecedor deve referenciar o código de identificação de produtos do cliente (ainda que possa ter também campo com a sua referência de fornecedor), pelo que, apenas se torna útil efetuar a validação do campo AM-21 porquanto este será o que estará apto a ser cruzado com elementos informacionais existentes indicados;
- Quanto ao campo AM-22 o mesmo apenas se encontra inserido como necessário por motivos de validação da regra RN\_AM-11\_1 para o campo AM-11, referente ao total de IVA da fatura.

Também será relevante indicar que a generalidade das regras tem uma componente lógica direta, por exemplo quando apenas valida que o campo está preenchido de acordo com o esperado. Outras, são um pouco mais exigentes, comparam e cruzam dados na fatura com outros dados relacionados noutras fontes informacionais. Outras regras, embora lógicas, têm uma componente mais subjetiva, como é o caso das situações em que compara com um determinado número de dias (regras RN\_AM-17\_3 e RN\_AM-17\_5) ou uma determinada percentagem de desvio (regras RN\_AM-18\_3 e RN\_AM-



18\_4), nestes casos, os parâmetros indicados são exemplificativos e servem apenas o propósito de apresentar e estudar o potencial da regra, podendo, conforme as circunstâncias concretas da aplicação em casos reais, dos objetivos e necessidade de controlo, serem naturalmente ajustados.

## **6 Demonstração e avaliação**

Efetuada o estudo do modelo exploratório preconizado nos termos descritos no capítulo anterior, importa compreender se o mesmo apresenta eficácia para efeitos do problema de controlo pretendido, o que se fez pela construção de um protótipo exemplificativo, semi-funcional, para testar a validade do conjunto do modelo conceptual, desde a ideia de processo, passando pelo modelo de dados, o modelo de regras e modelo de utilização (relatórios e visualizações). Por fim efetua-se a avaliação global da adequação do modelo para efeitos dos objetivos pretendidos.

### **6.1 Demonstração com a construção de um protótipo semi-funcional em power BI**

Para efeitos de demonstração do modelo conceptual preconizado, procurou-se construir um artefacto de simulação. Para o efeito, utilizou-se a ferramenta Power-BI da Microsoft. Trata-se de um software de *Self Service* de *Business Intelligence* caracterizado por possibilitar uma utilização simples e intuitiva de análise de negócios, que permite a preparação de dados e criação de relatórios e visualizações interativas. Foi escolhida por apresentar alguma versatilidade para testar modelos de dados, visualizações e até regras (conforme se demonstra) de modo integrado, e assim pensada como relativamente adequada para testar a ideia do modelo preconizado.

O protótipo desenvolvido é no essencial semi-funcional, porquanto não permite o real tratamento de faturas eletrónicas, mas simula algum do ambiente em que tais faturas poderão vir a ser tratadas. O objetivo foi experimentar diferentes aspetos relevados no modelo, servindo por fim como base de demonstração e avaliação pretendida.

Importa assim resumir a demonstração desenvolvida de transposição das várias vertentes do modelo conceptual exploratório proposto no capítulo 5 para o referido protótipo:

- **Modelo de dados**

Com base no modelo de domínio geral referido em 5.4, transpôs-se o mesmo para um modelo de dados a ser tratado no power BI através de tabelas de dados em ficheiro de Excel (esta opção foi seguida por tornar mais fácil a estruturação e estudo do modelo de dados, contudo, era e é possível equacionar ligações diretas a ficheiros XML ou a bases de dados em SQL ou outras). A construção das tabelas e respetivos campos, foi baseada no modelo de dados das faturas a estudar bem como de elementos necessários a obter de outras entidades informacionais identificadas.

Os ficheiros XML, como é o caso do modelo de faturas eletrónicas referido neste trabalho, bem como do SAF-T, apresentam uma organização estruturada. Por exemplo, uma fatura terá dados únicos, campos gerais ou principais (por exemplo: o número de documento, uma data, o nome do emitente) e dados de detalhe (as linhas). As bases de dados relacionais tendem a ter essa estrutura. De modo a

respeitar essa lógica estrutural, no modelo de dados do protótipo evidenciamos a entidade informacional Fatura (assim identificada no modelo de domínio geral) com as referidas distinções: os elementos gerais (tabela Fatura) e as linhas (tabela FT\_detalle). A mesma lógica foi seguida para as restantes entidades. O resultado da transposição da estrutura de domínio geral para o modelo de dados no referido software power BI, de acordo com a estruturação referida, resulta no evidenciado na figura 12 seguinte.

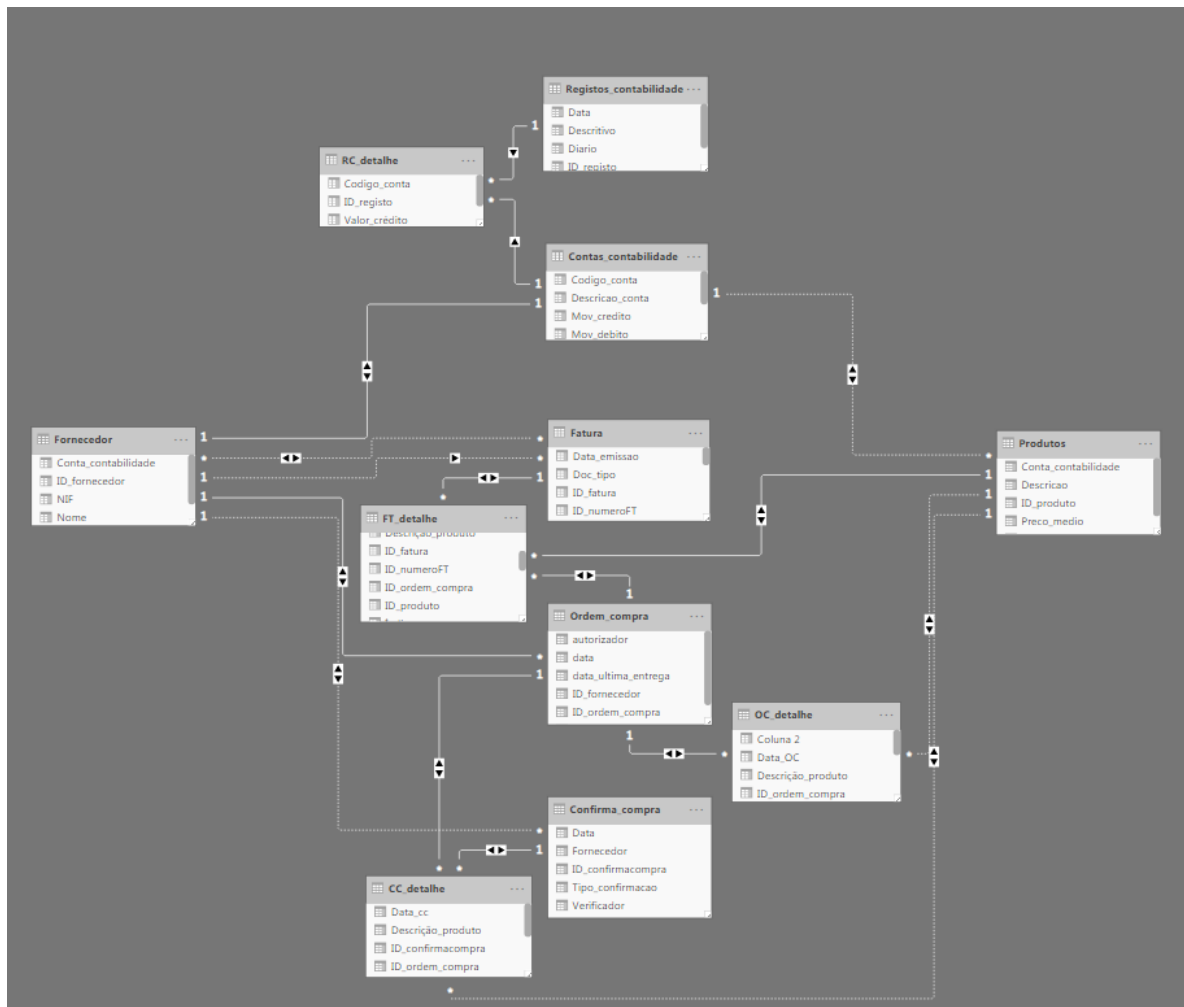


Figura 12 – Modelo de dados transposto para o power BI

- **Regras**

Para efeitos de demonstração e a aplicação das regras de controlo, ao modelo de dados no power BI foi acrescentada uma tabela, conforme evidenciado pela figura 13, relativa à identificação dessas regras, de acordo com a codificação identificada nos quadros 5 e 6 do ponto 5.6, bem como a correspondente matriz de decisão e respetivas mensagens em caso de erro (não validação automática), conforme resulta do exposto no ponto 5.6 e elementos indicados no quadro em anexo A.

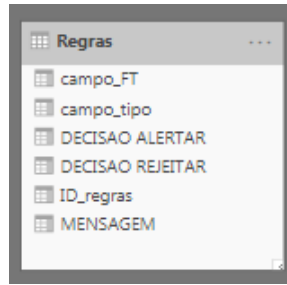


Figura 13 – Tabela no power BI de identificação da matriz de decisão e mensagens de erro

A exemplo da separação indicada no ponto 5.6, entre regras para campos gerais e regras para campos de linhas das faturas, descritas nos quadros 5 e 6 do ponto 5.6 respetivamente, foram também acrescentadas duas outras tabelas, conforme evidenciado pela figura 14, para efeitos de construção e aplicação de funções de controlo com base na linguagem DAX que integra o power-BI (trata-se de uma linguagem baseada em funções de relacionamento e análise de dados mas com potencial para estudo no desenvolvimento de algoritmos noutras linguagens de programação).

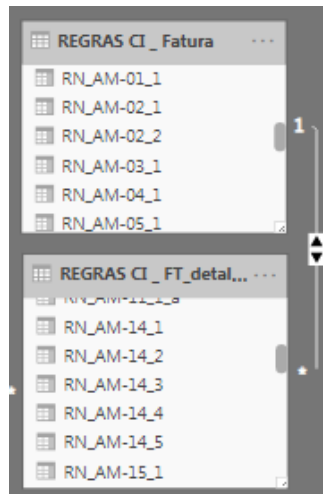


Figura 14 – Tabelas no power BI com as regras descritas em 5.6 transpostas em linguagem DAX

A titulo exemplificativo apresenta-se na figura 15 uma função DAX para testar a validação de uma regra, no caso a referenciada por “RN\_AM-05\_1” relativa a verificação da existência do NIF do fornecedor constante da fatura nos registos de fornecedores nas bases de dados.

```

1 RN_AM-05_1 =
2 //Verificar se o NIF_fornecedor consta dos dados de fornecedores
3 |   VAR FORN_NIF = LOOKUPVALUE(Fornecedor[NIF];Fornecedor[NIF];'REGRAS CI _ Fatura'
4 |   [NIF_fornecedor];Fornecedor[País];'REGRAS CI _ Fatura'[País_fornecedor])
5 |   VAR FORN_PAIS = LOOKUPVALUE(Fornecedor[País];Fornecedor[NIF];'REGRAS CI _ Fatura'
6 |   [NIF_fornecedor];Fornecedor[País];'REGRAS CI _ Fatura'[País_fornecedor])
7 |   RETURN
8 |   IF('REGRAS CI _ Fatura'[NIF_fornecedor]= FORN_NIF && 'REGRAS CI _ Fatura'
9 |   [País_fornecedor] = FORN_PAIS;"V";"E")

```

Figura 15 – Exemplificação de uma função em linguagem DAX para testar validação de uma regra

- **Visualizações e relatórios**

Para efeitos de análise do potencial relacional do modelo de dados conjugado com a testagem das regras e simultaneamente simular a interface em termos de relatórios e visualizações, construíram-se vários painéis no seguimento do previsto no ponto 5.5, conforme seguidamente se apresentam nas figuras 16 a 21, as quais refletem imagens dos painéis já com elementos de dados carregados para teste conforme descrito adiante (testes de simulação do modelo).

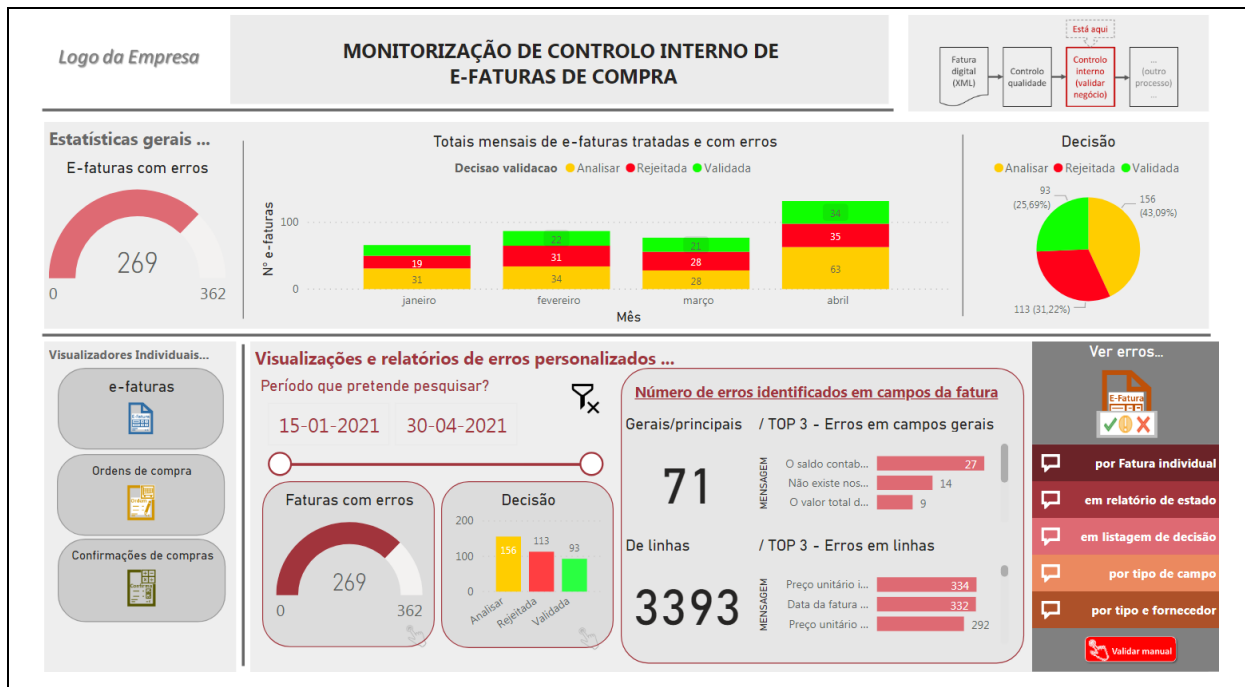


Figura 16 – Painel inicial de monitorização de controlo de faturas eletrónicas de compra

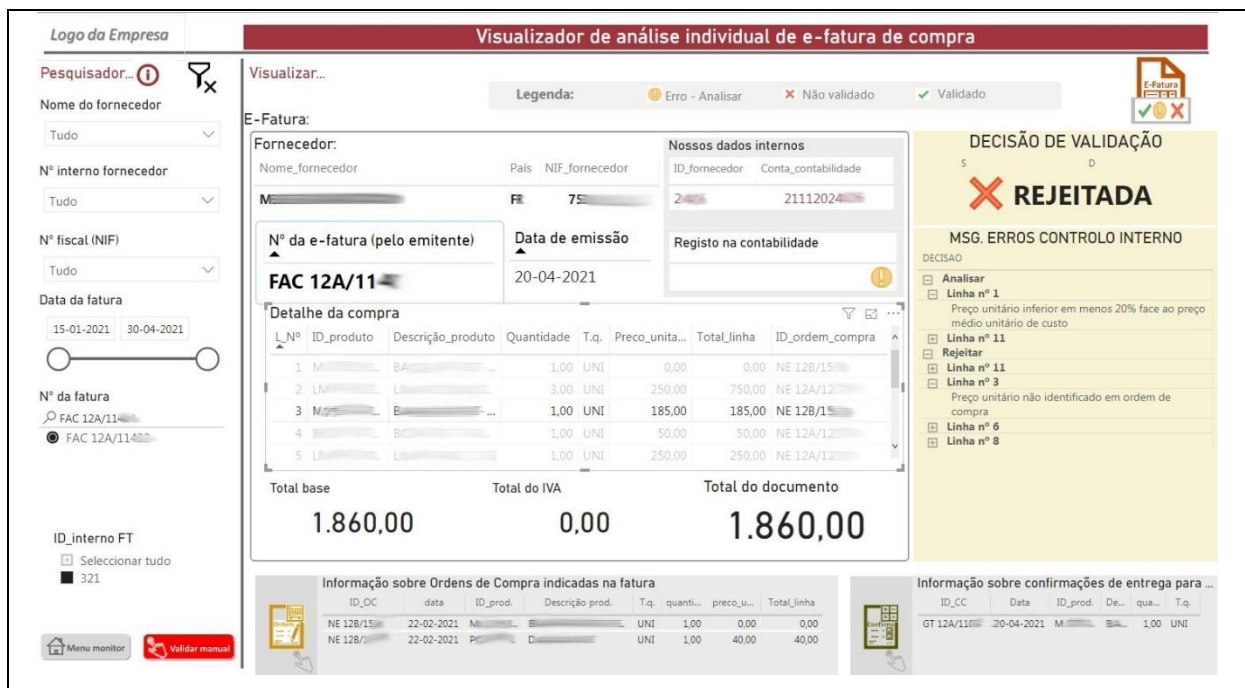


Figura 17 – Painel visualizador de análise individual de faturas eletrónicas de compra

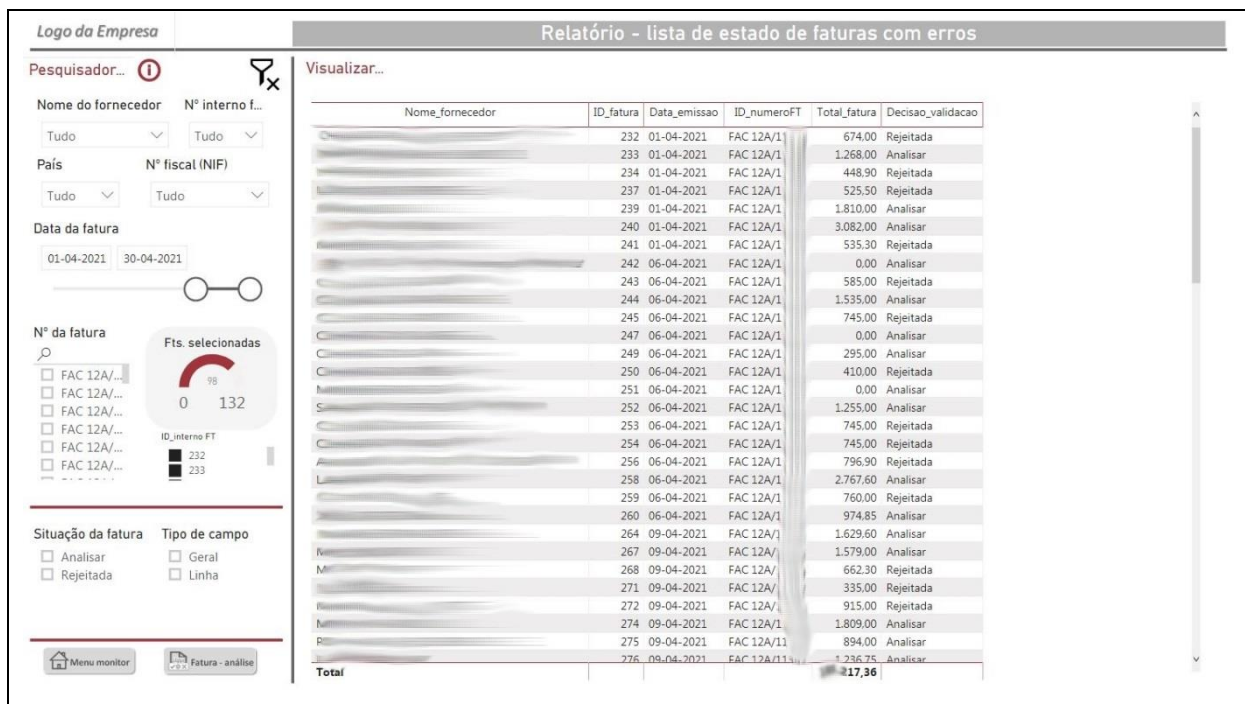


Figura 18 – Painel personalizável de relatório de estado de faturas eletrónicas com erros

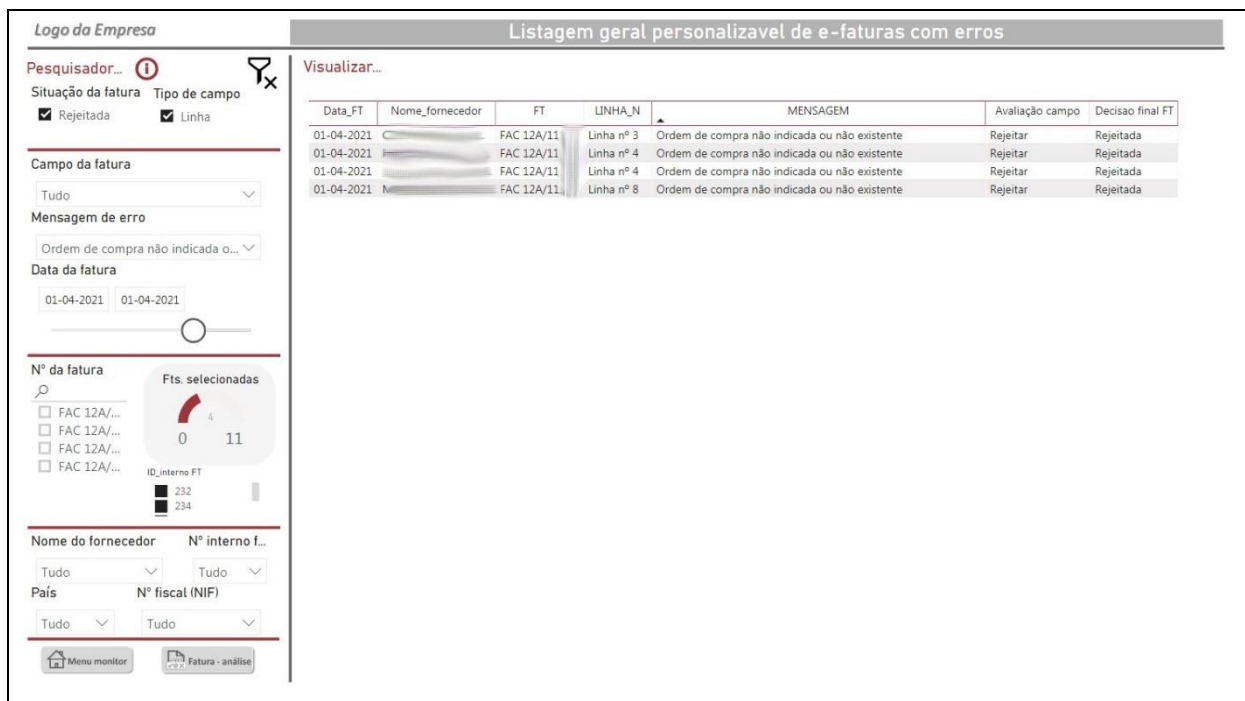


Figura 19 – Painel de listagem personalizável de faturas eletrónicas com erros

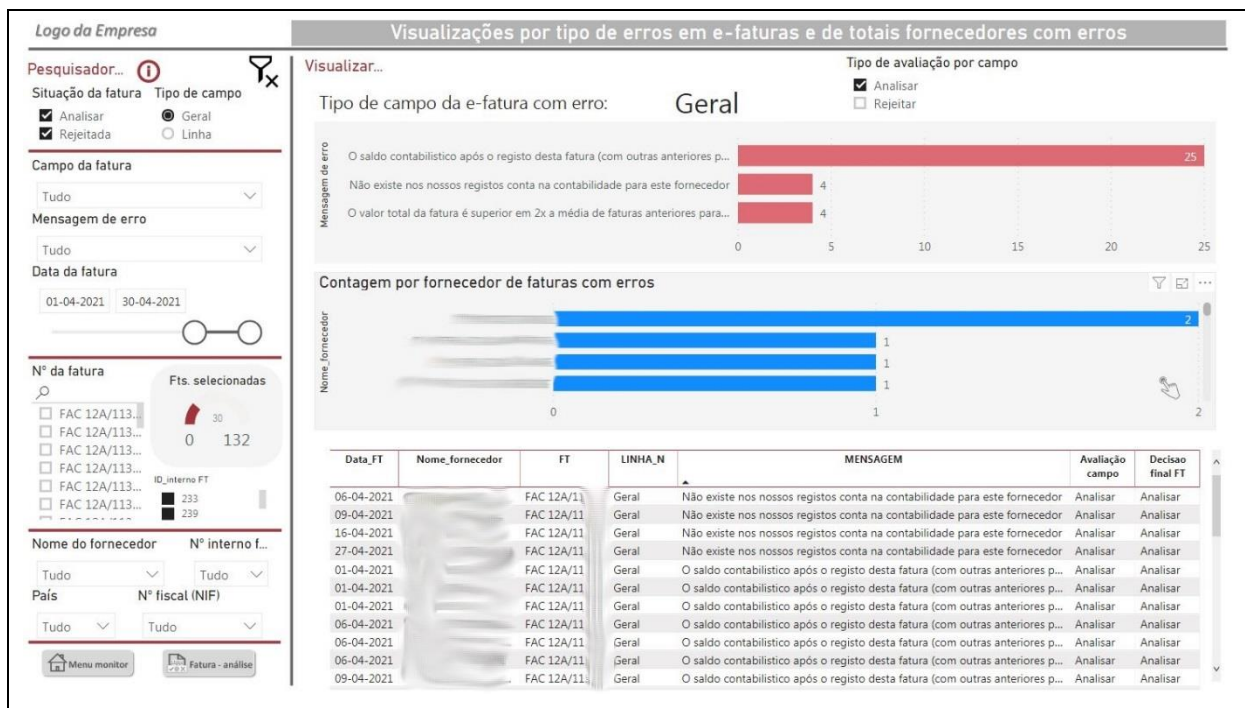


Figura 20 – Painel de visualização personalizável de faturas eletrónicas com erros

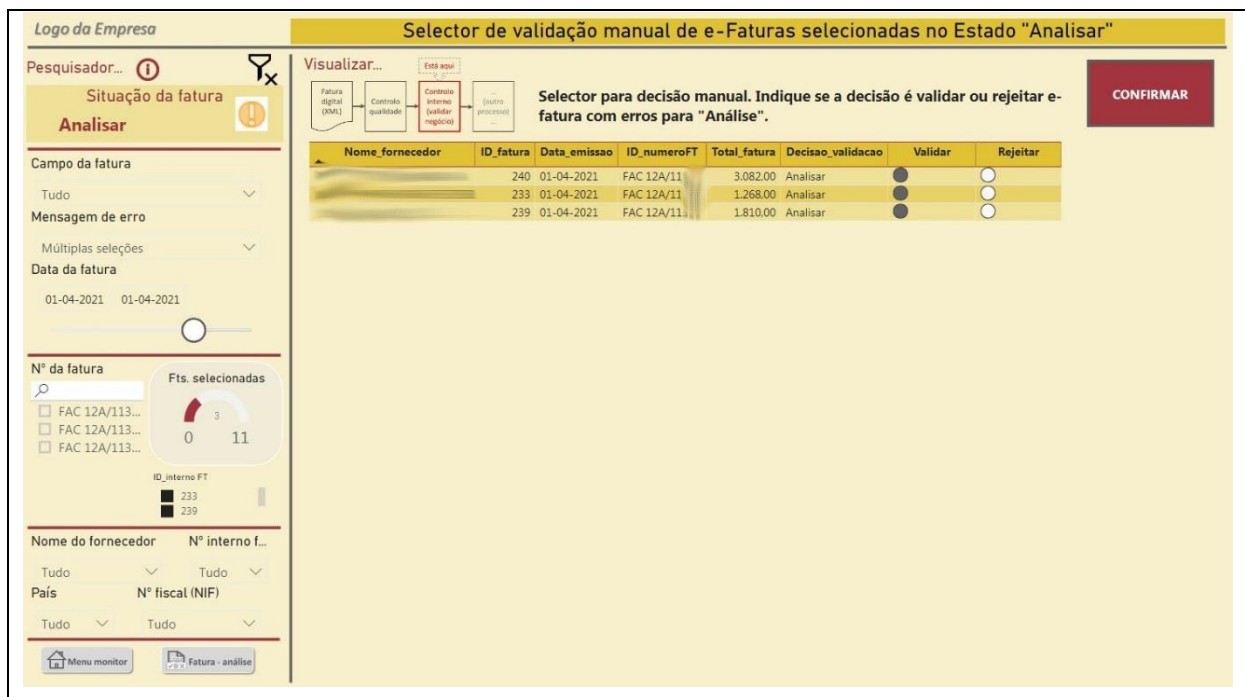


Figura 21 – Painel de simulação de seletor para validação manual de e-faturas no estado "Analisar"

- **Testes de simulação do modelo**

Com uma ideia mais sedimentada do modelo, ainda na fase de desenvolvimento das regras, foi iniciada a construção do protótipo referido no ponto anterior. Inicialmente as tabelas foram carregadas com um pequeno conjunto de dados fictícios (relativos a 7 faturas), o que permitiu nesse processo iterativo avaliar e estudar as dinâmicas de relacionamento da informação. Ao fazer ajustes nos dados introduzidos foi possível compreender as dinâmicas e necessidades de ajuste no próprio modelo, no caminho de uma proposta de solução mais sólida.

Decorrido esse ciclo de design iterativo, construído um modelo com as respectivas regras (nomeadamente as indicadas no ponto 5.6), estando o processo de construção do modelo e protótipo inicial numa fase avançada, no sentido de se analisar e avaliar o comportamento com elementos mais reais, foram carregados dados com recurso a ficheiros SAF-T de uma empresa (gentilmente facultado e autorizado pela mesma para os efeitos explicados, mantendo a sua identificação confidencial).

Uma vez que não foi possível ter acesso a faturas eletrónicas de compras, optou-se pelo recurso ao referido ficheiro SAF-T, dado que o mesmo apresenta elementos estruturados em XML, nomeadamente de faturas de vendas, podendo assim fazer-se alguma transposição de dados, seguindo o mapeamento demonstrado no quadro 3 no ponto 5.4. Por outro lado, o mesmo ficheiro contém elementos de identificação de entidades, diferentes tipos de documentos emitidos, e registos de contabilidade, que de forma adaptada podem recriar um cenário de informação útil para o fim pretendido para os testes.

Deste modo, dado que os elementos de faturação no SAF-T se referem a vendas, foram os mesmos transpostos para o modelo como se de compras se tratassem, a tabela de clientes transposta como se de fornecedores se tratassem, as notas de encomendas transpostas como ordens de compras, e as guias de transporte transpostas como confirmações de entrega. Nos registos contabilísticos inverteram-se débitos e créditos, de modo a refletir as contas de clientes como se de fornecedores se tratassem.

O período de dados das faturas carregado refere-se de janeiro a abril de 2021, relativos a 362 documentos de faturação emitidos (incluindo 7 notas de crédito). Posteriormente, dado que haveria necessidade de registos associados às faturas anteriores a janeiro de 2021, nomeadamente com referência às encomendas, foram carregados também dados referentes a esse tipo de registos documentais de agosto a dezembro de 2020.

No carregamento dos documentos de faturação, não se retiraram faturas anuladas, nem notas de crédito, permitindo assim avaliar-se também situações de faturas emitidas em substituição, com referências eventualmente às mesmas ordens de compras e documentos que não devem ser validados (ainda) neste modelo (neste caso as notas de crédito), e que desse modo permitem simular situações que as regras devem sinalizar.



Foram efetuados três testes baseados na mesma fonte de dados, com algumas características diferentes, conforme descrito adiante, resultando em resultados distintos que importará ter em conta na avaliação final.

#### Teste de simulação – cenário 1

O primeiro teste foi efetuado com base na transposição inicial dos dados sem verificação de potenciais erros que pudessem existir na criação do próprio ficheiro SAF-T, tendo a validação reportado o resultado descrito na Figura 23 (imagem de gráfico retirado do painel inicial de monitorização do protótipo conforme apresentado na figura 16). Das 362 faturas analisadas, apenas 93 (25,69%) foram totalmente validadas, 113 (31,22%) rejeitadas, e 156 (43,09%) com erros de sinalização para análise humana.

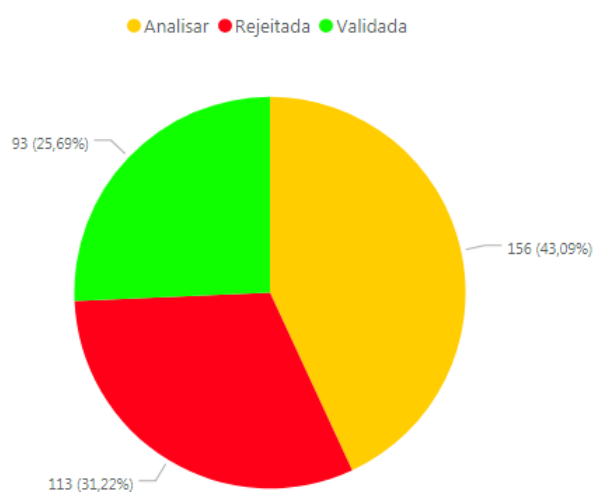


Figura 23 – Resultado de validação simulada pelo protótipo no conjunto de dados do cenário 1

#### Teste de simulação – cenário 2

Dado em particular o elevado número de faturas rejeitas no teste cenário 1, foi analisada a razão de ser, verificando-se que a causa maior seria a inexistência de referências às ordens de compras em algumas das linhas de faturas (no total de 103 faturas). Essa situação decorre de um erro nos dados carregados para o ficheiro SAF-T, em que se “perdeu” a referenciação em algumas das linhas da fatura às ordens de compra. Este erro, acabou por conferir alguma aleatoriedade de erros a serem detetados pelo modelo. Corrigida a referenciação das ordens de fatura em falta em algumas faturas (no total de 79), foi efetuado novo teste, cenário 2, com os resultados descritos na figura 24. Das 362 faturas analisadas, 126 (34,81%) foram totalmente validadas, 33 (9,12%) rejeitadas, e 203 (56,08%) com erros de sinalização para análise humana.



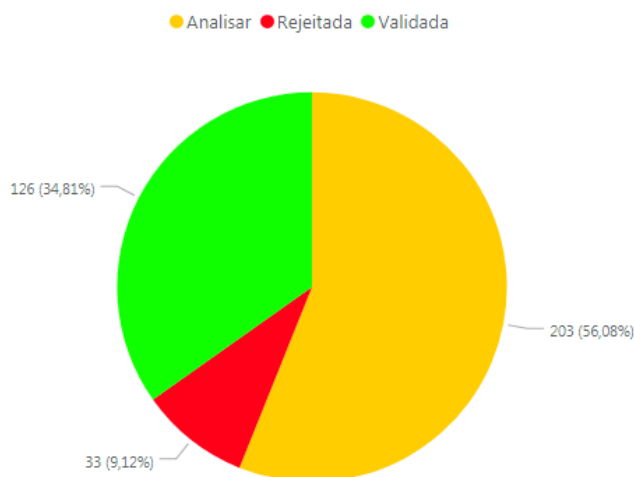


Figura 24 – Resultado de validação simulada pelo protótipo no conjunto de dados do cenário 2

### Teste de simulação – cenário 3

Considerando os resultados dos testes de simulação do cenário 2, em particular o elevado número de faturas para analisar, foi estudada a razão de ser, verificando-se que decorria da aplicação de duas regras em particular, a RN\_AM-18\_3 e RN\_AM-18\_4. Dado serem regras com parâmetros de análise potencialmente ajustáveis de acordo com o a realidade e nível de controlo pretendido, efetuou-se dois ajustes, no RN\_AM-18\_3 passou-se de 20% para 50%, e no RN\_AM-18\_4, quando o preço unitário seja zero (decorrente de ofertas e substituição) a operação passou a ser considerada válida. Os ajustes descritos tiveram o efeito descrito na figura 25. Das 362 faturas analisadas, 222 (61,33%) foram totalmente validadas, 33 (9,12%) rejeitadas, e 107 (29,56%) com erros de sinalização para análise humana.

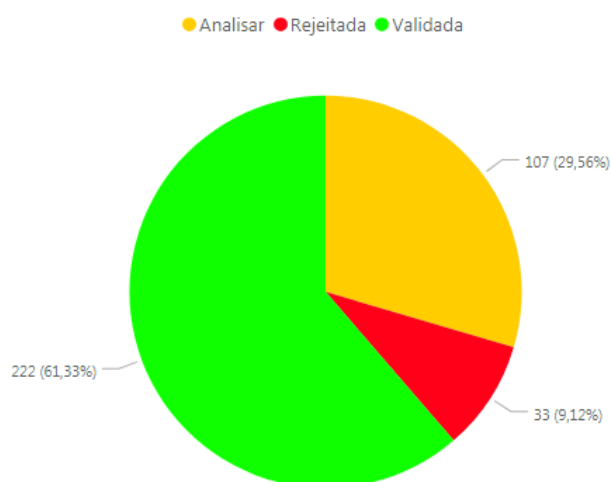


Figura 25 – Resultado de validação simulada pelo protótipo no conjunto de dados do cenário 3

## 6.2 Avaliação de resultados e de conceito

Uma vez que se está a avaliar dados históricos e não uma real situação de tratamento de faturas em tempo real, a regra de verificação do mês em curso, RN\_AM-02\_2, acabou por ser desativada para efeitos de avaliação de dados finais com base nesses elementos de janeiro a abril de 2021, pois de outro modo apontaria erros não necessariamente reais, tendo sido, contudo, vista a sua validade funcional. Os resultados descritos refletem assim o uso de 42 regras (das 43 possíveis retirada a referida RN\_AM-02\_2), 15 relativas à aplicação a elementos gerais da fatura e 27 relativas às linhas da fatura.

Efetuada a demonstração da versão final do artefacto, consubstanciado no modelo conceptual descrito no capítulo 5, através do protótipo desenvolvido para demonstração e com recurso a testes de simulação, descrito na parte final do ponto anterior, importa compreender se o modelo conceptual exploratório preconizado cumpre com os objetivos propostos ou não.

Era um objetivo geral compreender como potenciar o uso das faturas digitais, de forma automatizada, designadamente os controlos técnicos que sirvam o processo de controlo interno, para prevenir e assim reduzir erros com impacto contabilístico, e conceber uma proposta de modelo conceptual de um sistema de controlo interno automatizado para faturas eletrónicas de fornecedores.

Com base nos dados carregados para efeitos de simulação e testes, foi possível avaliar a dinâmica do modelo nas várias vertentes, modelo de dados, regras, visualizações e relatórios.

Evidentemente os resultados estatísticos indicados refletem também a qualidade dos dados usados no teste, conforme resulta do descrito e evidenciado nos 3 cenários de testes apresentados. Contudo, permitem concluir que o nível de análise e deteção de erros em 362 faturas, constituídas ainda por 2790 linhas de produtos faturados, multiplicadas pelas regras em causa, totalizaram 80.760 operações de verificação. Este número de operações permite concluir que é difícil de ser executado por humanos. A análise humana tendencialmente será menos abrangente e tende, por vezes, a simplificar alguns procedimentos de verificação, sendo ainda propensa a falhas naturais o que tende a originar erros, os quais se devem procurar reduzir.

Importa referir relativamente às rejeições, que as mesmas se encontram influenciadas pelo facto de nestas se incluírem um tipo de documento não previsto no modelo, as notas de crédito, num total de 7, e como tal, face à aplicação da regra RN\_AM-03\_1 resulta em erro de rejeição.

Note-se ainda que há erros nas linhas da fatura, como faltas de correspondência de quantidades, preços unitários, unidades de medida, que poderiam estar condicionadas a apenas serem aplicadas se a referência à ordem de compra exista, pois, sem esta, não é possível a validação pretendida. E como esse tipo de validações condicionadas, poderia haver outras. Tal não foi introduzido no modelo, nesta fase, pois pretendia-se compreender e estudar as várias vertentes das regras implementadas.

Para descrever a avaliação geral do modelo com base nos resultados da demonstração efetuada com o protótipo e testes de simulação, iremos assim sintetizar as conclusões relativas aos principais componentes do modelo:

- Processo

O objetivo do processo era o controlo interno de validação de faturas eletrónicas de fornecedores. Em termos gerais o modelo apresenta os elementos essenciais para o efeito. As condicionantes a ter em conta serão o cumprimento de uma estrutura de dados da fatura eletrónica adequada ao modelo de dados descrito, devendo os fornecedores emitirem ainda as faturas com a referenciação da ordem de compra dada pelo cliente (o número interno atribuído por este) bem como a referenciação de identificação dos produtos de acordo com o cliente (ainda que possa ter também campo com a referência do próprio fornecedor).

Se no caso da ordem de compra a identificação não será uma questão difícil de ultrapassar na indicação por fornecedores, já a questão da referenciação de produtos de acordo com o pretendido pelo cliente, obrigará a uma qualidade acrescida na forma de comunicação entre empresas de modo a cumprir essa formalidade essencial ao processamento automatizado.

Conforme foi possível verificar pelos dados simulados, a utilização, de referencias de ordens de compra facilita todo o processo de validação.

O processo proposto foi pensado para potenciar os automatismos de controlo e validação. Algumas validações foram tidas como essenciais e o não cumprimento levaria à rejeição das faturas. Outras foram tidas como indicadoras de potenciais erros que deveriam por isso constituir alertas para análise e decisão humana. Esta diferenciação resulta da necessidade de melhorar a utilização das faturas eletrónicas, por um lado observar situações fundamentais à qualidade da informação e do processo de compra e validação da fatura automatizada, e por outro melhorar o nível de prevenção de erros informativos e operacionais por mecanismos de alerta, permitindo a melhoria nos processos aquisitivos e controlos internos preventivos mais abrangentes. Os resultados da simulação permitem precisamente perceber o processo e o potencial de descoberta preventiva de erros, pelo que o processo em termos genéricos se pode considerar válido.

- Modelo de dados

O modelo de dados testado mostrou-se funcional e exequível, tendo potencial de adaptação para aplicação em situações reais. A estrutura de dados da fatura eletrónica em XML permite a conjugação dos dados desta com os elementos informacionais apontados. Será possível equacionar outras possibilidades de controlo, quer dos campos apontados, quer de outros possíveis de acrescentar numa fatura eletrónica. O demonstrado permite perceber a possibilidade, a partir de uma base de alguns elementos principais genericamente presentes em qualquer fatura, de ser validamente possível equacionar o uso da fatura eletrónica de forma a potenciar automatismos nos sistemas de informação integrados.

- Regras de controlo

Será porventura a área mais dinâmica, uma vez que as possibilidades são inúmeras. No modelo apresentamos 43 possíveis regras para alguns dos principais campos presentes numa fatura eletrónica. Algumas das regras são de aplicação lógica direta, outras baseiam-se em parâmetros que podem indiciar erros de controlo, pelo que se apontaram as mesmas como indiciadoras de potenciais erros, carecendo de posterior análise humana para validação, permitindo assim despistar situações concretas, compreender anomalias e erros, de modo a potenciar a melhoria informativa e operacional da entidade.

Os testes descritos, nomeadamente nos 3 cenários apresentados no final do ponto anterior, permitem compreender a importância no modelo de regras da adequada referência das ordens de compra, conforme é percecionado entre os testes do cenário 1 (com maior falta) e o cenário 2 (mais completo), o que no modelo tem grande impacto, pois se no cenário 1 houve 113 faturas rejeitadas (31,22%), já no cenário 2 houve apenas 33 rejeitadas (9,12%), ou seja, menos 80 faturas (22,10% do total de faturas). Conclui-se que a referência adequada em todo o processo de compra é muito relevante de modo a tornar o processo automatizado possível e eficiente como pretendido, dado que a eficácia do controlo é garantida.

Outra conclusão relevante, retirada dos testes descritos, mais evidente entre os cenários 2 e cenário 3, é a necessidade de eventual adequação das regras conforme o contexto real e o nível de controlo pretendido, sendo particularmente evidente na aplicação de regras de controlo parametrizáveis com métricas de avaliação, como as duas indicadas corrigidas para o cenário 3.

O modelo contempla vários tipos de regras, só de validação técnica, de validação mista (técnica e de negócio) e de validação puramente de negócio. O que importa sublinhar é que as regras de controlo, além dos mecanismos técnicos, devem ter em conta regras de controlo interno utilizados na validação de negócio. Dessa conjugação resulta uma sinergia. Por um lado, concretizam-se objetivos de gestão no que diz respeito aos controlos e, por outro, melhora-se a qualidade do conteúdo informacional processado pelos sistemas de informação. Porém, a aplicação de regras baseadas em métricas parametrizáveis terá de ser usada com cuidados acrescidos, pois as variáveis decorrem do contexto em que são aplicadas (por exemplo, conforme haja variações relevantes nos preços dos produtos a diferença percentual aceitável pode ser variável).

- Visualizadores e relatórios

Para que o modelo, assente sobretudo em regras de controlo, pudesse ser melhor perceptível e até demonstrável, era importante compreender como o mesmo poderia ser materializado, sobretudo visualmente, conforme relevado no ponto 5.5. Com o referido intuito, no protótipo, além do modelo de dados e estudo das regras, era relevante idealizar o tipo de painéis de interação máquina-humano, em particular de monitorização do processo de validação idealizado. Foram criados vários painéis, tendo-se destacado alguns nas figuras 16 a 21.

Na figura 16, procurou-se evidenciar um painel tipo de entrada na fase de processo em causa, o controlo interno de validação de negócio, permitindo o acesso interativo a outros painéis por via de botões para o efeito. É fornecido na parte superior elementos estatísticos gerais, de forma visual, que permite acompanhar e ter uma ideia do número total de faturas processadas ao longo dos meses e o número também por erro e tipo de decisão de validação por máquina. Na parte inferior central e direita, é possível obter informação pesquisável, em grandes totalizadores e por botões de acesso a outros painéis (como por exemplo os referidos nas figuras 17 a 21).

Na figura 17, apresenta-se um painel de visualização das faturas eletrónicas de forma individual e a avaliação e erros detetados. Na parte esquerda do painel, o pesquisador serve o propósito de procurar e identificar a fatura que se queira, ao centro, a estrutura visual legível por humanos dos dados da fatura eletrónica, à direita a decisão de validação que recaiu sobre a fatura bem como as mensagens de erros de controlo (por aplicação das regras), sendo possível consultar por tipo de avaliação (analisar ou rejeitar) e tipo de elemento da fatura (geral ou linha nº) a(s) mensagem(ns) de erro(s) associadas. Em baixo consta ainda outra informação associada à fatura, designadamente sobre ordens de compra e confirmações de entrega, permitindo uma visualização e compreensão mais rápida, no mesmo painel, de eventuais erros indicados.

Nas figuras 18 e 19, apresentam-se dois painéis com tipos de relatórios em forma de listagens, com dois mecanismos de pesquisa (à esquerda, em ambos os painéis) diferentes, e na parte central e direita a listagem de acordo com os elementos seleccionados. Os painéis são dirigidos ao objetivo de relatório pretendido em cada um. Na figura 18 mais em termos gerais, uma listagem geral de identificação de faturas por estado de decisão automático (analisar e/ou rejeitada), e na figura 19 com mais elementos de detalhe, permitindo uma identificação mais pormenorizada do tipo de erros e campos em causa.

Na figura 20, apresenta-se um painel de relatório com uma estrutura mais visual, mantendo uma estrutura de painel em parte semelhante às da figura 20 no que diz respeito ao pesquisador à esquerda, e na parte central e direita o recurso a elementos gráficos para melhor identificação do tipo de erros, de acordo com as mensagens de controlo, e quantidade, bem como por fornecedores.

Por fim, na figura 21, apresenta-se um painel, ilustrativo de um seletor a ser usado pelo decisor humano para validação manual de faturas que tenham sido classificadas na validação automática de “analisar”. Segue a mesma estrutura visual de painéis anteriores no que diz respeito ao pesquisador à esquerda, e de reporte da informação no centro e direita do ecrã. Porém, por não se tratar de um mero painel de consulta, mas de decisão, o fundo segue um tom amarelo alaranjado, contrastante com o seguido nos outros painéis, precisamente para servir de alerta visual ao utilizador de onde se encontra.

Os painéis demonstram a grande versatilidade possível, face aos dados e modelo apresentado, permitindo a leitura por humano de uma fatura eletrónica, bem como perceber o tipo de erros. É possível uma pesquisa e filtragem muito abrangente, e a identificação das situações concretas

dos erros, torna possível uma análise mais focada e informada para o decisor humano, e a prevenção de erros. Pelo que se entende que também neste caso se cumpre o objetivo proposto.

O recurso ao power BI como base para construir o protótipo de demonstração acabou por tornar o estudo da componente visual bastante rico em recursos visuais e de pesquisa, concluindo-se também, nesse aspeto, não ser de descurar este tipo de ferramentas, de BI, como um auxiliador para quem estuda componentes a integrar um sistema de informação.

Além da avaliação efetuada nos termos descritos, procurou-se ainda a avaliação, em particular do conceito, com base noutra instrumento, no caso na modalidade de entrevista em *focus-group* com três responsáveis da empresa que forneceu os dados usados nos testes de simulação descritos, nomeadamente a CEO, a contabilista certificada e o funcionário responsável pela validação de faturas de fornecedores (a identificação das pessoas participantes, tal como da empresa, é mantida confidencial a pedido dos mesmos).

Foi organizado um guião para expor o modelo e 4 questões para debate: Q1- concordância com o processo de validação; Q2- entendimento do modelo proposto de regras; Q3- a perceção, através do protótipo, do conceito e usabilidade; Q4- possibilidade de aplicabilidade real, por exemplo, na sua empresa.

O resultado da discussão mantida, em face dos pontos colocados a debate, sublinha-se algumas das conclusões de avaliação efetuada pelos participantes:

- Q1- concordância com o processo de validação:

- Concordaram que o processo de validação de compras manual seguida na empresa é semelhante ao descrito na figura 6, e que o processo de validação automático proposto na figura 9 lhes parece lógico e correto;

- Q2- entendimento do modelo proposto de regras:

- Perceberam o modelo e as regras, mas acham que se fosse aplicado na realidade atual (em papel), haveria muitos erros em quase todas as compras por mau preenchimento das faturas;
- Parece-lhes difícil de implementar, mas com o tempo, adaptação de processo na empresa e nos fornecedores pode ser possível;
- Fizeram a observação de que se poderia incluir uma regra de validação com alerta para os casos de ordens de compra com fornecimentos incompletos e seguimento dessas situações.

- Q3- a perceção, através do protótipo do conceito e usabilidade:

- O protótipo permitiu-lhes perceber melhor o potencial do conceito para validar as faturas eletrónicas e o tipo de erros sinalizados;
- A visualização da fatura no ecrã, com os erros, parece correto e interessante num cenário de faturas eletrónicas. Também os elementos de análise permitem perceber o tipo de erros, e

questionaram se se poderia personalizar outras análises (visuais e regras) para prevenir erros, pois tornaria a ferramenta ainda mais interessante em termos de gestão da empresa (indicação da CEO);

- Q4- possibilidade de aplicabilidade real, por exemplo, na sua empresa:

- O conceito e ideia é muito interessante, e parece uma ideia que pode ser aplicada na empresa, talvez não num futuro próximo, mas daqui a uns anos, à medida que a evolução do uso das faturas eletrónicas se tornar mais geral.

Conclui-se que o artefacto cumpre o objetivo de validação de negócio de faturas eletrónicas, tendo potencial para prevenir erros subsequentes. A implementação de regras com recursos técnicos para validação de negócio, é um mecanismo válido de controlo. É possível conceber automatismos que tenham por base a fatura eletrónica e a conjugação com outros elementos dos sistemas de informação, desde que cumpridos alguns critérios essenciais que permitam a interação da informação. É possível com a estrutura proposta acompanhar e monitorar os controlos efetuados com visualizações e relatórios e, assim, prevenir erros, melhorar a qualidade dos dados de outras vertentes processuais e o próprio uso dos sistemas de informação. Porém, nas regras, em particular as mais subjetivas decorrentes de métricas parametrizáveis, a aplicabilidade terá de ser avaliada em função da realidade e contexto a inserir.

A avaliação, em particular em resultado do *focus group*, permitiu perceber que o modelo motivou interesse entre os participantes. Se num primeiro momento acharam difícil implementar, baseado na realidade documental com que se deparam diariamente (faturas de fornecedores mal preenchidas), já após discutirem e compreenderem melhor a ideia, e considerando o uso mais generalizado das faturas eletrónicas e alterações nos processos, que será eventualmente possível aplicar à sua realidade no futuro, mas não no curto prazo, a avaliação geral acabou por ser positiva.

Os sistemas de informação serão tão ou mais eficazes e eficientes, quanto melhor tratarem e lidarem com a informação que processam. A diminuição de erros, por via de regras que impedem registos indevidos, ou a melhoria de processos que conduzam à melhoria da qualidade da informação, são assim relevantes para a qualidade dos sistemas de informação. O recurso a faturas eletrónicas de fornecedores para integração automática nos SI, conjugado com processos técnicos de controlo, nomeadamente decorrentes de controlos internos com objetivos de validação de negócio, podem ajudar a tornar os sistemas de informação, designadamente com fins contabilísticos, mais eficientes, porquanto potenciam a melhoria da qualidade dos dados que processam. Porém, para que seja possível tornar a automatização uma realidade para os fins de qualidade informacional referido, será necessário garantir e dotar os processos de negócio internos e B2B de elementos que permitam a comunicação e tratamentos automatizado nos SI, destacando-se no caso das faturas eletrónicas de fornecedores a referência adequada das ordens de compra e dos produtos.

## 7 Conclusões

Neste capítulo apresentam-se algumas considerações finais sobre o desenvolvimento da presente dissertação. Descrevem-se as principais conclusões, as limitações observadas, bem como sugestões para trabalhos futuros.

### 7.1 Síntese do trabalho realizado

O trabalho teve a sua génese numa questão levantada de “como pode o sistema digital reduzir os erros no registo de faturas digitais?”, a pesquisa sobre o tema, acabou por conduzir à perceção da relevância em garantir a redução de erros nos sistemas de informação contabilísticos, existindo uma interligação e paralelismo entre controlos internos e os controlos de TI, e simultaneamente a possibilidade e também a necessidade de otimizar e garantir processos automatizados sem ocorrência de erros, nomeadamente por via das faturas eletrónicas.

Na revisão de literatura inicial não se identificaram modelos de referência que abordassem como pode o sistema digital reduzir os erros no registo de faturas digitais no contexto dos sistemas de informação, pelo que se procurou assim apresentar nesta dissertação um modelo conceptual que pudesse contribuir nesse sentido.

A evolução significativa das tecnologias e sistemas de informação nos últimos anos, e a conseqüente evolução e crescente importância do “digital” no seio das organizações, torna fundamental a compreensão de como tirar proveito organizacional das tecnologias de informação de forma eficiente e eficaz face ao contexto, como por exemplo a utilização de faturas eletrónicas em B2B, melhorando a qualidade dos dados rececionados e nos SI por via da redução de erros de forma preventiva.

No presente documento é apresentada a formalização e exemplificação de aplicação de um modelo conceptual de um sistema de controlo interno automatizado para faturas eletrónicas de fornecedores, procurando-se assim contribuir no estudo de mecanismos automatizados de redução de erros nos sistemas de informação contabilísticos e, simultaneamente, na melhoria da qualidade dos dados históricos necessários à aplicação e estudo de processos como a aprendizagem de máquina.

Procurou-se encontrar um processo e mecanismo de controlo automatizado na área dos SI, que servisse as necessidades organizacionais de controlo interno, designadamente sobre as faturas eletrónicas de fornecedores. Além do processo, procurou-se identificar um modelo de dados adequado que servisse o processo e regras de validação, bem como um modelo de monitorização assente em relatórios e visualizações desse controlo prévio. Com base num conjunto de dados e de um protótipo de simulação, foram validados o modelo de dados e regras, servindo ainda a validação do modelo de monitorização assente em painéis de visualizações e relatórios. Foi também efetuada uma validação através de um *focus-group* com três responsáveis de uma empresa em que foi possível validar o interesse do conceito, e identificar alguns problemas atuais, sugestões, e perceber, que apesar de considerarem a ideia interessante e possível de aplicar, só o perspectivam quando o uso das faturas eletrónicas for mais generalizado.



Um aspeto a salientar relativo à construção do protótipo para demonstração, foi o ter possibilitado tornar o modelo mais compreensível. Também a utilização da ferramenta do power BI, eventualmente não a mais indicada, permitiu, ainda assim, a demonstração das várias vertentes do modelo, revelando-se, em particular nas componentes de modelo de dados e construção de visualizações, uma ferramenta a considerar no estudo de eventuais soluções particulares a inserir em SI.

A avaliação final permite concluir que o modelo conceptual proposto, tendo por base faturas eletrónicas e modelo de dados estruturado, oferece uma base eficaz para controlos automatizados inserida num processo conforme o preconizado. Foi possível verificar que as regras indicadas são lógicas e exequíveis, permitindo uma abrangência significativa em número, qualidade e rapidez, face à que seria possível por processos manuais. Mesmo nas situações em que se optou por validações menos restritas, por serem mais subjetivas (por vezes assentes em parâmetros que terão de ser adequados ao contexto de negócio real em que se pretendam aplicar), além de constituírem alertas, permitem ao decisor humano um acesso a informação de análise rápida estruturada, através de relatórios e visualizações potencialmente muito variáveis e com opções de pesquisa e filtragem significativas, potenciando-se a descoberta atempada de anomalias, melhorando a qualidade dos registos e informação disponível no SI.

Contudo, também foi possível verificar que existem limitações para que uma implementação em cenário real seja possível, desde logo pela constatação de que mesmo num modelo relativamente simples como o proposto, assente em alguns campos genericamente presentes em qualquer fatura, há elementos organizacionais que se não estiverem presentes, tornam o processo menos viável. A começar pelo modelo de organização do comprador, assente numa estrutura conforme a identificada neste estudo e do lado do fornecedor, a identificação da ordem de compra e utilização de códigos de identificação de produtos compatíveis com o cliente, reconhecidos entre as duas partes do negócio. Por último, o modelo assenta a identificação do fornecedor em particular por via do número fiscal, conjugado com o código do país, o que é válido quando os fornecedores sejam nacionais, do espaço europeu e de outros países que utilizem um protocolo de identificação semelhante, mas já não será o mesmo quando o fornecedor seja de país onde não haja obrigação de número de identificação fiscal.

Conclui-se por fim que os sistemas de informação serão tão ou mais eficazes e eficientes, quanto melhor tratarem e lidarem com a informação que processam. A diminuição de erros, por via de regras que impedem registos indevidos, ou a melhoria de processos que conduzam à melhoria da qualidade da informação, são assim relevantes para a qualidade dos sistemas de informação. O recurso a faturas eletrónicas de fornecedores para integração automática nos SI, conjugado com processos técnicos de controlo, nomeadamente decorrentes de controlos internos com objetivos de validação de negócio, podem ajudar a tornar os sistemas de informação (designadamente com fins contabilísticos), mais eficientes, porquanto potenciam a melhoria da qualidade dos dados que processam.

## **7.2 Limitações do trabalho**

Como primeira limitação no desenvolvimento desta dissertação aponta-se a dificuldade de identificar a melhor forma de estudar o modelo preconizado, o qual acabou por ir sendo desenvolvido de modo

muito gradual, de estudo, tentativa, erro e aprendizagem, num processo iterativo conforme a própria metodologia seguida (a DSR), acaba por preconizar. O processo implicou avançar por pequenas partes, pesquisando, construindo as bases do protótipo, testando o modelo de dados, regras e ideias de visualização aos poucos, e ajustando tudo à medida que se obtinha e avaliava o resultado, pelo que as versões foram diversas ao longo do processo.

Uma outra limitação sentida para o trabalho, foi a falta de conhecimento técnico que permitisse a construção de um protótipo numa plataforma eventualmente mais adequada. A utilização do software power BI foi um recurso sentido como potencialmente possível de utilizar para o pretendido demonstrar, mas que constituiu um desafio, porque foi essencialmente estudado e dominado ao mesmo tempo da necessidade para a dissertação. Apesar das características positivas do power BI, referidas no trabalho, é essencialmente uma ferramenta de tratamento e análise de dados de forma visual, pelo que, requereu, além de estudo, imaginação e adaptação para o efeito pretendido.

As faturas eletrónicas, ainda não são usadas entre empresas de uma forma generalizada, pelo que não foi possível ter acesso a dados de faturas nesse suporte emitidas por fornecedores num contexto empresarial. Para testar minimamente o modelo conceptual foi necessário recorrer aos dados estruturados em XML presentes em ficheiros SAF-T, no caso de elementos de faturas de vendas, tratados como se fossem faturas de compras a fim de verificar o modelo transposto para o protótipo.

### **7.3 Trabalho futuro**

Nenhuma obra na área do conhecimento se pode ter por totalmente terminada. O trabalho apresentado é apenas uma pequena peça nessa procura e partilha de conhecimento. Não tem a pretensão de ser a única “solução”, antes apenas uma humilde “sugestão”, resultado do estudo de uma resposta que pareceu a mais adequada ao problema identificado. Espera-se assim que este trabalho de investigação não termine aqui, podendo ser usado e melhorado noutras variáveis, em particular na área dos sistemas de informação onde se insere. Assim, com a finalidade de contribuir para o desenvolvimento do tema do tratamento de faturas eletrónicas no âmbito dos sistemas de informação, sugere-se o desenvolvimento de futuras pesquisas nas seguintes vertentes:

- Estudo de validação do modelo em contextos de diferentes organizações e de profissionais;
- A integração do modelo preconizado com um sistema integral de tratamento de faturas eletrónicas;
- Considerar outras vertentes e conceitos de regras na validação de faturas eletrónicas;
- Como validar outro tipo de situações de compras de bens ou serviços que não apenas o tipo considerado, ou seja, situações de aquisição fora do padrão descrito no modelo;
- A integração do modelo preconizado com processos de aprendizagem de máquina no tratamento de faturas eletrónicas.

## 8 Referências Bibliográficas

- Adalı, S., & Kızıl, C. (2017). A Research on the Responsibility of Accounting Professionals to Determine and Prevent Accounting Errors and Frauds: Edirne Sample. *Emerging Markets Journal* 7(1), 53-64. doi:10.5195/emaj.2017.129
- Amelio, A., Falcone, A., Furfaro, A., Garro, A., & Saccà, D. (2019). A knowledge-based platform for the classification of accounting documents. *27th Italian Symposium on Advanced Database Systems. 2400*. Castiglione della Pescaia, Grosseto, Italy: CEUR-WS. Obtido de <http://ceur-ws.org/Vol-2400/paper-08.pdf>
- Anderson, S. W., & Lanen, W. N. (2002). Using Electronic Data Interchange (EDI) to Improve the Efficiency of Accounting Transactions. *The Accounting Review* 77(4), 703-729. doi:10.2308/accr.2002.77.4.703
- Andriushchenko, K., Rudyk, V., Riabchenko, O., Kachynska, M., Marynenko, N., Shergina, L., . . . Kuchai, O. (2019). Processes of managing information infrastructure of a digital enterprise in the framework of the «Industry 4.0» concept. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 97(3), 60-72. doi:10.15587/1729-4061.2019.157765
- Bardelli, C., Rondinelli, A., Vecchio, R., & Figini, S. (2020). Automatic Electronic Invoice Classification Using Machine Learning Models. (M. AG, Ed.) *Machine Learning and Knowledge Extraction* 2(33), 617-629. doi:10.3390/make2040033
- Christensen, J. (2010). Accounting Errors and Errors of Accounting. (A. A. Association, Ed.) *Accounting Review*, 1827–1838. doi:10.2308/accr.2010.85.6.1827
- Cristani, M., Bertolaso, A., Scannapieco, S., & Tomazzoli, C. (junho de 2018). Future paradigms of automated processing of business documents. *International Journal of Information Management* 40(0), 67-75. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2018.01.010
- Cuylen, A., Kosch, L., & Breitner, M. H. (2016). Development of a maturity model for electronic invoice processes. *Electronic Markets*, 26, 115–127. doi:10.1007/s12525-015-0206-x
- Díaz Córdova, J. F., Coba Molin, E., & Bombon Mayorga, A. (2016). Facturación electrónica versus facturación clásica. Un estudio en el comportamiento financiero mediante estudios de casos. *Ciencia UNEMI*, 9(18), 63-72. doi:10.29076/issn.2528-7737vol9iss18.2016pp63-72p
- Elayan, F. A., Li, J., & Meyer, T. O. (2008). Accounting irregularities, management compensation structure and information asymmetry. *Accounting and Finance* 48(5), 741-760. doi:10.1111/j.1467-629X.2008.00266.x
- Entidade de Serviços Partilhados da Administração Pública, I. P. (eSPap). (26 de fevereiro de 2021). *Guia do modelo de dados semânticos dos documentos de faturação eletrónica: CIUS-PT*. Obtido de web site da eSPap: [https://www.espap.gov.pt/Documents/servicos/sp\\_fin/Guia\\_Modelo\\_Dados\\_Semanticos\\_Documentos\\_FE\\_CIUS-PT.pdf](https://www.espap.gov.pt/Documents/servicos/sp_fin/Guia_Modelo_Dados_Semanticos_Documentos_FE_CIUS-PT.pdf)

- Faccia, A., Al Naqbi, M. Y., & Lootah, S. A. (2019). Integrated Cloud Financial Accounting Cycle: How Artificial Intelligence, Blockchain, and XBRL will Change the Accounting, Fiscal and Auditing Practices. *ICCBDC 2019: Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Cloud and Big Data Computing* (pp. 31-37). Oxford United Kingdom: Association for Computing Machinery. doi:10.1145/3358505.3358507
- Geerts, G. L. (2011). A design science research methodology and its application to accounting information systems research. *International Journal of Accounting Information Systems*, 12(2), 142-151. doi:10.1016/j.accinf.2011.02.004
- Grant, G. H., Miller, K. C., & Alali, F. (2008). The effect of IT controls on financial reporting. *Managerial Auditing Journal* 23(8), 803-823. doi:10.1108/02686900810899536
- Gurău, M., & Grigore, M. Z. (2016). The Influence of Accountancy Errors on Financial and Tax Reports. *Global Economic Observer* 4(2), 123-128.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (março de 2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, 75-105. doi:10.2307/25148625
- Icerman, R. C., & Hillison, W. A. (1990). Distributions of Audit-Detected Errors Partitioned by Internal Control. *Journal of Accounting, Auditing & Finance*, 527-543. doi:10.1177/0148558X9000500405
- ISACA. (2010). *Monitoring Internal Control Systems and IT: A Primer for Business Executives, Managers and Auditors on How to Embrace and Advance Best Practices*. ISACA.
- Islam, M. A. (10 de fevereiro de 2017). *Future of Accounting Profession: Three Major Changes and Implications for Teaching and Research*. Obtido em 27 de dezembro de 2020, de IFAC - International Federation of Accountants: <https://www.ifac.org/knowledge-gateway/preparing-future-ready-professionals/discussion/future-accounting-profession-three-major-changes-and-implications-teaching-and-research>
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for performing systematic reviews*. Keele University. UK: Keele University Technical Report TR/SE-0401.
- Koch, B. (2017). *E-Invoicing / E-Billing: Significant market transition lies ahead*. Obtido de web site de Billentis: [www.billentis.com/einvoicing\\_ebilling\\_market\\_report\\_2017.pdf](http://www.billentis.com/einvoicing_ebilling_market_report_2017.pdf)
- Kolářová, E., Kolarova, V., & Homola, D. (2019). The Impact of Errors in the Area of Taxable Expenses and Revenues on Economic Indicators. *Journal of Competitiveness* 11(1), 41-51. doi:10.7441/joc.2019.01.03
- Kruskopf, S., Lobbas, C., Meinander, H., Söderling, K., Martikainen, M., & Lehner, O. (2020). Digital Accounting and the Human Factor: Theory and Practice. *ACRN Journal of Finance and Risk Perspectives* 9(1), 78-89. doi:10.35944/jofr.2020.9.1.006
- Paseková, M., Svitaková, B., Kramná, E., & Otrusínová, M. (2017). Towards financial sustainability of companies: Issues related to reporting errors. *Journal of Security & Sustainability Issues* 7(1), 141-153. doi:10.9770/jssi.2017.7.1(12)

- Peppers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, 45-77. doi:10.2753/MIS0742-1222240302
- Poel, K., Marneffe, W., & Vanlaer, W. (2016). Assessing the electronic invoicing potential for private sector firms in Belgium. *The International Journal of Digital Accounting Research*, 16, 1-34. doi:10.4192/1577-8517-v16\_1
- Romanova, S., Nazarenko, I., Oriekhova, A., Milka, A., & Tsvirko, O. (2019). Organizational and Accounting Basis of Electronic Document Management of Enterprise. *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, 23(2).
- Romney, M. B., & Steinbart, P. J. (2018). *Accounting information systems* (14<sup>th</sup> ed.). Pearson Education Limited.
- Rubino, M., & Vitolla, F. (2014). Internal control over financial reporting: opportunities using the COBIT framework. *Managerial Auditing Journal* 29(8), 1-29.
- Stefanovova, Z., Bartkova, H., & Peterkova, J. (2020). Evaluation of the Effects of Digitization in the Process of Accounting Operations in a Selected Manufacturing Company. *The 19th International Scientific Conference Globalization and its Socio-Economic Consequences 2019 – Sustainability in the Global-Knowledge Economy* (p. 02016 (7)). SHS Web of Conferences 74(0). doi:10.1051/shsconf/20207402016
- Tang, P., Qiu, W., Huang, Z., Chen, S., Yan, M., Lian, H., & Li, Z. (2020). Anomaly detection in electronic invoice systems based on machine learning. *Information Sciences*, 535, 172-186. doi:10.1016/j.ins.2020.03.089
- Turner, L., Weickgenannt, A., & Copeland, M. K. (2017). *Accounting Information Systems: controls and processes* (3<sup>rd</sup> ed.). John Wiley & Sons Inc.

## ANEXO A - Quadro geral de referência de regras de controlo interno das faturas eletrónicas

Modelo de dados da fatura		ID de Referência de regra	Matriz de origem de elementos informacionais a utilizar na regra de validação						Descrição das regras de validação de negócio (caso de uso automatizado)	Mensagem de erro	Matriz de decisão se regra não validar (erro)	
Nome do atributo (campo)	ID refª		Fatura	Fornecedor	Ordens de compra	Conf. entregas	Produto	Contabilidade			Rejeitar	Alertar
ID_numeroFT	AM-01	RN_AM-01_1	X						Verificar se o número do documento já existe nos registos existentes anteriormente recebidos do mesmo emitente (NIF_fornecedor), ou seja, duplicado	Já consta pelo menos uma fatura com o mesmo número e fornecedor em registo anterior	x	
Data_emissao	AM-02	RN_AM-02_1	X						Verificar se data_emissao corresponde ao ano em curso	Ano da fatura é diferente do ano em curso		x
		RN_AM-02_2	X						Verificar se data_emissao corresponde ao mês em curso, com tolerância de até 1 mês anterior	Fatura emitida há mais de um mês		x
Doc_tipo	AM-03	RN_AM-03_1	X						Confirmar que o Doc_tipo é fatura	Tipo de documento não é válido como "Fatura"	x	
Nome_fornecedor	AM-04	RN_AM-04_1	X	X					Verificar se o nome_fornecedor na fatura é coerente com nome nos dados de fornecedores	Nome do fornecedor na fatura não corresponde com o nome nos nossos registos		x
NIF_fornecedor	AM-05	RN_AM-05_1	X	X					Verificar se o NIF_fornecedor consta dos dados de fornecedores	Número fiscal do fornecedor não consta dos nossos registos de fornecedores	x	
		RN_AM-05_2	X	X					Verificar se para o NIF do fornecedor consta número de conta corrente na contabilidade	Não existe nos nossos registos conta na contabilidade para este fornecedor		x
Pais_fornecedor	AM-06	RN_AM-06_1	X	X					Verificar coerência do país com os dados de fornecedores	Número fiscal do fornecedor por país não consta dos nossos registos de fornecedores	x	
Nome_cliente	AM-07	RN_AM-07_1	X						Verificar se o nome_cliente na fatura é coerente com o nome da organização	Nome cliente não corresponde ao da nossa empresa		x
NIF_cliente	AM-08	RN_AM-08_1	X						Verificar se o NIF_cliente na fatura corresponde ao NIF da organização	NIF cliente não corresponde ao da nossa empresa	x	
Pais_cliente	AM-09	RN_AM-09_1	X						Verificar se o País_cliente na fatura corresponde ao País da organização	Nome cliente não corresponde ao da nossa empresa	x	
Total_base	AM-10	RN_AM-10_1	X						O valor total_base da fatura deve ser igual ao somatório do Total_linha da fatura	O valor total base da fatura não corresponde ao somatório das linhas	x	
Total_IVA	AM-11	RN_AM-11_1	X						O valor total_IVA da fatura deve ser igual ao somatório do valor por linha (= [Total_linha] x [Taxa_IVA_item])	O valor total de IVA da fatura não corresponde ao somatório das linhas (IVA aplicado à base por linha)	x	
Total_fatura	AM-12	RN_AM-12_1	X						O valor total_fatura deve ser igual ao somatório do total_base com total_IVA	O valor total da fatura não corresponde ao somatório dos totais por linha (incluindo o IVA)	x	

		RN_AM-12_2	X	X				X	O saldo do fornecedor após o potencial registo da fatura deve ser credor de valor >= ao valor do Total_fatura	O saldo contabilístico após o registo desta fatura (com outras anteriores por registar) é inferior ao valor total da fatura podendo resultar de erros na conta		x
		RN_AM-12_3	X						Compara se valor total_fatura com a valor médio de faturas do mesmo Doc_tipo do mesmo fornecedor é superior em 2x	O valor total da fatura é superior em 2x a média de faturas anteriores para o mesmo fornecedor		x
Num_linha	AM-13	RN_AM-13_1	X						A fatura tem de conter pelo menos uma linha de identificação preenchida	A fatura não tem linhas de detalhe	x	
Quantidade	AM-14	RN_AM-14_1	X						A quantidade deve estar preenchida e o valor deve ser sempre > que 0 (zero)	Quantidade não preenchida ou igual ou inferior a zero	x	
		RN_AM-14_2	X		X				A quantidade referenciada na fatura por ID_produto e ID_ordem_compra deve ser <= que a quantidade referenciada por ID_produto e ID_ordem_compra nas ordens de compra (Implica cruzar com informação nas ordens de compra)	Quantidade indicada é superior à ordem de compra	x	
		RN_AM-14_3	X		X				A quantidade referenciada na fatura por ID_produto e ID_ordem_compra deve ser <= ao saldo da quantidade referenciada nas ordens de compras deduzido nas entregas já faturadas (Implica cruzar com informação nas ordens de compra e faturas anteriores)	Quantidade indicada na fatura excede quantidades para a ordem de compra referenciada considerando faturas anteriores	x	
		RN_AM-14_4	X		X				A quantidade referenciada na fatura por ID_produto e ID_ordem_compra deve ser <= ao saldo da quantidade as entregas confirmadas já efetuadas por referência às ordens de compras (Implica cruzar com informação nas confirmações de entrega)	Quantidade indicada na fatura excede quantidades confirmadas entregues para a ordem de compra referenciada considerando faturas anteriores	x	
		RN_AM-14_5	X		X	X			Confirmar se para o ID_produto e ID_ordem_compra não foram excedidas as quantidades entregues para a ordem de compra referenciada (Implica cruzar com informação nas confirmações de entrega e ordens de compras)	As entregas excederam a quantidade indicada nas ordens de compra	x	
Tipo_quantidade	AM-15	RN_AM-15_1	X		X				A unidade de medida referenciada na fatura por ID_produto e ID_ordem_compra deve ser igual à unidade de medida referenciada por ID_produto e ID_ordem_compra nas ordens de compra (Implica cruzar com informação nas ordens de compra)	A unidade de medida não corresponde à da encomenda	x	

		RN_AM-15_2	X			X			A unidade de medida referenciada na fatura por ID_produto e ID_ordem_compra deve ser igual à unidade de medida referenciada por ID_produto e ID_ordem_compra nas confirmações de entrega (Implica cruzar com informação nas confirmações de entrega)	A unidade de medida não corresponde à registada na entrega	x	
		RN_AM-15_3	X				X		A unidade de medida referenciada na fatura por ID_produto deve ser igual à unidade de medida referenciada por ID_produto nos produtos (Implica cruzar com informação nos produtos)	A unidade de medida não corresponde ao referenciado nos nossos registos de produtos	x	
Total_linha	AM-16	RN_AM-16_1	X						O valor do total_linha deve ser igual à multiplicação da quantidade com preço_unitário	O valor total da linha não corresponde à multiplicação da quantidade e preço unitário	x	
ID_ordem_compra	AM-17	RN_AM-17_1	X		X				A ordem de compra deve estar preenchida e ser confirmada a sua existência na base de dados de ordens de compras	Ordem de compra não indicada ou não existente	x	
		RN_AM-17_2	X		X				A ordem de compra deve estar preenchida e ser confirmada a sua existência na base de dados de confirmação de entregas	Ordem de compra não confirmada nas entregas	x	
		RN_AM-17_3	X		X				Verificar se data_emissao da fatura é igual ou superior à data da ordem de compra, e não excede os 90 dias	Data da fatura excede em 90 dias a data de ordem de compra		x
		RN_AM-17_4	X		X				Verificar se data de ordem de compra é inferior ou igual à data_emissao da fatura	Data da ordem de compra é superior à data da fatura	x	
		RN_AM-17_5	X		X				Verificar se data_emissao da fatura é igual ou superior à data de confirmação de entrega, e não excede os 30 dias	Data da fatura excede a data de entrega em mais de 30 dias		x
		RN_AM-17_6	X		X				Verificar se data de confirmação de entrega é superior à data_emissao da fatura	Data da fatura é inferior à data de entrega	x	
		RN_AM-17_7	X		X	X			Verificar se data_emissao da fatura é >= à data de confirmação de entrega da compra/aquisição e >= data de ordem de compra	Data de ordem de compra e de entrega não são inferiores à data da fatura	x	
Preço_unitário	AM-18	RN_AM-18_1	X						O preço unitário deve estar preenchido e o valor deve ser >= que 0 (zero)	Preço unitário não preenchido ou inferior a zero (negativo)	x	
		RN_AM-18_2	X		X				O preço_unitário referenciado na fatura por ID_produto e ID_ordem_compra deve ser = ao preço unitário referenciado por ID_produto e ID_ordem_compra nas ordens de compra (Implica cruzar com informação nas ordens de compra)	Preço unitário não identificado em ordem de compra	x	



		RN_AM-18_3	X				X	O preço_unitário referenciado na fatura por ID_produto não deve ser superior a 20% o preço médio unitário de custo referenciado por ID_produto na tabela de produtos	Preço unitário superior em mais de 20% face ao preço médio unitário de custo		x
		RN_AM-18_4	X				X	O preço_unitário referenciado na fatura por ID_produto não deve ser inferior a 20% o preço médio unitário de custo referenciado por ID_produto na tabela de produtos	Preço unitário inferior em menos 20% face ao preço médio unitário de custo		x
Descrição do produto	AM-19	RN_AM-19_1	X				X	A Descrição_produto deve estar preenchido e ser confirmada a sua semelhança com o existente na base de dados de produtos	Descrição do produto não preenchida ou não corresponde à definida na nossa tabela de produtos		x
		RN_AM-19_2	X		X			A Descrição_produto referenciado por ID_produto e ID_ordem_compra deve existir na ordem de compra correspondente	A descrição do produto não tem correspondência com ordem de compra		x
		RN_AM-19_3	X			X		A Descrição_produto referenciado por ID_produto e ID_ordem_compra deve existir na confirmação de entrega correspondente	A descrição do produto não tem correspondência na confirmação de receção		x
ID_produto	AM-21	RN_AM-21_1	X				X	O ID_produto deve estar preenchido e ser confirmada a sua existência na base de dados de produtos	Código de identificação do produto não preenchido ou não corresponde às definidas na nossa tabela de produtos	x	
		RN_AM-21_2	X		X			O ID_produto referenciado por ID_ordem_compra deve existir na ordem de compra correspondente	O código de produto não foi identificado em ordem de compra	x	
		RN_AM-21_3	X			X		O ID_produto referenciado por ID_ordem_compra deve existir na confirmação de entrega correspondente	O código de produto não consta na confirmação de receção	x	