

Processo para Incorporação do Conceito de Dívida Técnica de Requisitos em Projetos Acadêmicos

Fernando Guilherme
Universidade de Pernambuco
Recife – PE, Brasil
jfgs@ecomp.poli.br

Maria Lencastre
Universidade de Pernambuco
Recife – PE, Brasil
mlpm@ecomp.poli.br

Jaelson Castro
Universidade Federal de
Pernambuco
Recife – PE, Brasil
jbc@cin.ufpe.br

ABSTRACT

Although the concept of Technical Requirements Debt (DTR) is present in research and is applied in practice, its use in classroom projects is still restricted. An open question is, “How can we bring academic experience closer to the job market in Requirements Engineering (RE) activities, providing a realistic understanding of professional challenges?” This paper aims to define a process to incorporate DTR into academic projects, aligning the student experience with the professional environment. To achieve our objective, we conducted ad-hoc bibliographic research and a survey; then, we proposed a process and ran classroom experiments. The results show that the proposed process is helpful in RE disciplines and provides an enriching experience. It promotes the understanding and practical application of DTR, helping to identify its elements in projects, but it still requires more studies.

KEYWORDS

Requirement, Technical Debt, Academic projects

1 Introdução

A integração de práticas industriais no contexto acadêmico pode proporcionar uma série de benefícios significativos para a formação de estudantes. De acordo com Bushra e Saad, a adoção dessas práticas não apenas motiva os estudantes, mas também aumenta sua participação e interação em sala de aula, impactando positivamente sua aprendizagem e desenvolvimento de competências [4]. Essa abordagem prepara melhor os futuros profissionais para os desafios do mercado de trabalho.

No campo da Engenharia de *Software* (ES), é importante treinar profissionais em técnicas e ferramentas que agilizem a produção de *software* de qualidade, mantendo a Dívida Técnica (DT) sob controle [27]. Contudo, muitos estudantes de Computação ainda desconhecem o conceito de DT [20].

O termo DT foi introduzido por Cunningham em 1992 da seguinte forma [24]: “O envio inicial de um código é como contrair uma dívida. Um pouco de dívida acelera o desenvolvimento, desde que ela seja paga prontamente com uma reescrita. O perigo ocorre quando a dívida não é paga. Cada minuto gasto em um código errado conta como juros sobre essa

dívida”. Assim, a DT passou a contextualizar o problema das tarefas pendentes de desenvolvimento como uma dívida que traz benefícios a curto prazo, como aumento de produtividade ou menor tempo para liberação de versões de *software*. Entretanto, essa dívida pode ter que ser paga posteriormente com juros, impactando negativamente o processo de desenvolvimento [14].

O conceito de DT tem sido amplamente pesquisado em diversas áreas, incluindo arquitetura de *software*, design e garantia de qualidade. Foram identificados 15 conceitos de DT [14], que variam de acordo com as etapas do ciclo de desenvolvimento de *software*; estes incluem, além de código e *design*, dívidas relacionadas a testes, requisitos, entre outras.

Estudos recentes demonstram a relevância da Dívida Técnica de Requisitos (DTR) nas empresas [9]. Porém, embora a DTR seja amplamente discutida na indústria e nas pesquisas científicas, sua aplicação em projetos acadêmicos ainda é limitada, com pouca informação disponível na literatura.

Este artigo tem como objetivo definir um processo para incorporar o conceito de DTR em projetos acadêmicos em disciplinas de Engenharia de Requisitos (ER). A principal contribuição deste estudo está na integração da identificação e gestão da DTR nas atividades acadêmicas de disciplinas de ER. Isso não apenas preenche uma lacuna na literatura, mas também aprimora a abordagem de ensino baseado em projetos, ao proporcionar aos estudantes uma compreensão teórica e prática sobre os impactos da DTR no ciclo de vida do *software*, auxiliada por artefatos específicos que dão suporte a um ensino e especificação de DTR de qualidade, tais como um *template* específico para documentar a especificação de DTR. Além disso, a proposta estimula uma cultura de conscientização e mitigação da DTR, com foco na qualidade, desde a formação acadêmica, preparando melhor os futuros engenheiros de *software* para lidar com esses desafios em ambientes profissionais.

2 Fundamentação Teórica

Uma das primeiras definições de DTR é apresentada por [12], que descreve como “a distância entre a solução ótima para um problema de requisitos e a solução no mundo real, com relação a algum espaço de decisão”. Essa diferença surge de decisões que priorizam benefícios imediatos em detrimento de custos futuros.

De acordo com [9], essa definição vai além da perspectiva da documentação de requisitos, abrangendo problemas gerais relacionados aos requisitos. Enquanto a DT aplicada à documentação de requisitos se restringe aos artefatos de requisitos em si, o escopo da DTR abrange todo o processo da ER. A definição de [12] despertou o interesse na DTR e provocou o surgimento de vários outros artigos que exploram sua influência na qualidade do *software*.

A Figura 1 exemplifica, através de uma imagem, os três diferentes tipos de DTR e *stakeholders*, de acordo com [23]. Já a Tabela 1 detalha e exemplifica esses tipos de DTR.

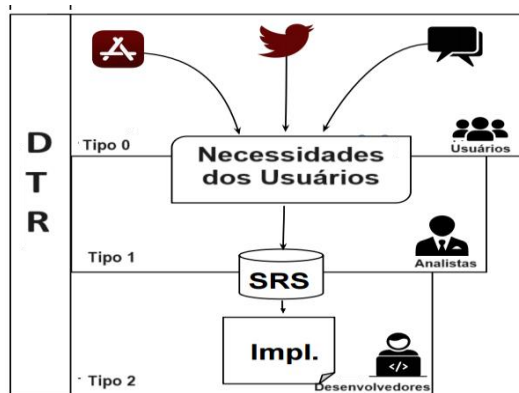


Figura 1: Tipos de Dívida Técnica de Requisitos

Tabela 1- Definições de Tipos de DTR

TIPO DE DT	DESCRIÇÃO
Tipo-0: Necessidades Incompletas dos Stakeholders	Necessidades Incompletas dos Stakeholders - referem-se à dívida contraída durante a fase de análise de requisitos ao negligenciar as necessidades de alguns stakeholders ou de um grupo específico de stakeholders. Por exemplo, a falta de requisitos de outras stakeholders, tais como negligenciar os requisitos legais.
Tipo-1: Requirement Smells	A dívida incorrida quando um engenheiro de requisitos, analista de negócios formaliza requisitos de usuários em um documento de Especificação de Requisitos. Usando linguagem natural ou modelos gráficos, podem ser identificados os requirements smells (ex: linguagem subjetiva, advérbios e adjetivos ambíguos, pronomes vagos), isto é, construções linguísticas que indicam violação na qualidade dos
Tipo 2- Implementação Incompatível	A dívida incorrida quando os desenvolvedores implementam uma solução inadequada para um problema de requisitos. Este tipo captura a incompatibilidade entre o objetivo dos stakeholders que está no SRS e a implementação real do sistema. Assim, a dívida incorre quando os desenvolvedores implementam uma solução para um problema de requisitos.

As atividades de ER são complexas, pois envolvem a integração de diferentes perspectivas das partes interessadas do sistema e têm impacto em várias fases do desenvolvimento de *software*, como codificação e planejamento de testes [3].

Para distinguir a origem da DT em um contexto específico, como no exemplo em que uma DT encontrada no código pode ter sido uma consequência de uma DTR, é necessário realizar uma análise de Causa e Efeito. Isso permite identificar se a DT no código resultou de requisitos mal definidos, incompletos ou alterações frequentes nos requisitos, o que pode indicar uma origem na fase de requisitos [9].

Vários trabalhos na literatura abordam, especificamente, a DT na fase da ER, sendo muitos destas aplicações de surveys na indústria com o objetivo de aprofundar o conhecimento em relação à sua existência, outros com o objetivo de modelar os termos que envolvem o seu contexto [16] [18] [3] [1] e [9].

A gestão das dívidas busca reduzir o seu impacto negativo, sendo um fator decisivo para o sucesso dos projetos de *software*. A gestão abrange uma série de atividades, voltadas para prevenir sua ocorrência, tanto de forma intencional quanto não intencional, assegurando que seja mantida em níveis aceitáveis de controle [28].

3 Metodologia

A nossa proposta de ensino busca alinhar-se às Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) de 2016 para os cursos de graduação na área de Computação. As DCNs destacam que os projetos pedagógicos dos cursos devem possuir, além de uma clara concepção do curso com suas peculiaridades, uma matriz curricular e sua operacionalização. Devem também incluir elementos como: gerenciar projetos de *software* conciliando objetivos conflitantes com limitações de custos e tempo, além de realizar análise de riscos; adaptar-se às mudanças tecnológicas e aos novos ambientes de trabalho; desenvolver a habilidade de identificar e analisar requisitos e especificações para problemas específicos; e planejar estratégias eficazes para suas soluções [11].

Para atingir o objetivo proposto de “Definir um processo para incorporar o conceito de DTR em projetos acadêmicos nas disciplinas de ER”, buscamos inicialmente responder às questões de pesquisa apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Questões para fundamentar o Processo

ID	QUESTÃO DE PESQUISA
Q1.	Quais são os conceitos de DT, e como estes vêm sendo abordados na ER?
Q2.	Como integrar, através da proposição de um processo, os conceitos de DT nas etapas de uma disciplina de ER?
Q3.	O processo proposto (definido para a questão Q2) é viável e relevante para aplicação nas disciplinas de ER?

Para responder a essas questões, foi realizada uma revisão do estado da arte no domínio através de consultas *ad-hoc* e *snowballing*, visando obter um entendimento de seu conteúdo. Entre os principais trabalhos encontrados na literatura estão os relacionados a: Conceitos de DTR [12, 15, 23]; Revisões Sistemáticas da Literatura [1, 6]; Mapeamentos Sistemáticos da Literatura [10, 13, 23]; Surveys na indústria sobre a prática de DTR [1, 3, 9, 16]; Modelos Conceituais DT [4, 13]; Ontologia relacionada a DT [8]; Template para especificação de DT na ES

[28]; Modelos Conceituais de DTR [10, 20]; além de Modelos Causas e Efeitos de DT [15].

Também foi realizado um *survey* com professores de ER visando a construção de um processo de incorporação do conceito de DTR em projetos acadêmicos. Na Tabela 3 é apresentado o perfil dos professores de ER selecionados.

Tabela 3: Perfil Professores de Engenharia de Requisitos

ID	NÚMERO DE VEZES QUE MINISTROU A DISCIPLINA
P1	Mais de 5 vezes
P2	Entre 2 e 5 vezes
P3	Entre 2 e 5 vezes
P4	Mais de 5 vezes
P5	Mais de 5 vezes

Para a criar o procedimento do Processo de Ensino, ver Figura 2, seguimos as etapas: Planejamento, Construção de um *template* para especificação de DTR, Construção do Processo de Ensino, Aplicação Piloto no Ensino, Aplicação do Processo de Ensino em Estudo de Caso e a Realização de Grupo focal.

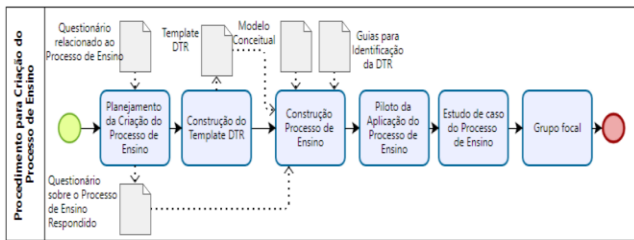


Figura 2: Procedimento de Criação do Processo de Ensino

3.1 Planejamento da Criação do Processo de Ensino

Na fase de planejamento, realizamos um estudo dos trabalhos resultantes de nossa revisão de literatura com o objetivo de analisar e identificar conceitos e atividades que pudessem oferecer uma visão sobre o ensino na ER e sobre DTR.

O procedimento foi conduzido seguindo as diretrizes de [19]. As consultas iniciaram com a busca por modelos que representassem os conceitos relacionados à DTR. Inicialmente encontrou-se o modelo conceitual voltado à ES [17]. Em seguida, através de *snowballing* para a frente, identificou-se um estudo terciário [6] que ampliou o modelo anterior. Por fim, através de outro *snowballing* para a frente chegou-se ao Modelo Conceitual de Quantificação de DTR [23], que inclui referências que ajudam a esclarecer os conceitos.

Também foi construído um modelo conceitual para a DTR, descrito em [21], que abrange conceitos fundamentais, propriedades e preocupações centrais relacionadas à compreensão e ao gerenciamento da DTR. O modelo amplia o entendimento teórico sobre o tema em relação aos modelos anteriores, fornecendo uma base para a aplicação prática no desenvolvimento de *software*.

3.2 Construção do *Template* de DTR

Visando padronizar e facilitar a documentação das DTRs identificadas nos projetos, foi criado um *template* para representação/documentação das DTRs, baseado em um *template* da ES [28], uma vez que não encontramos nenhum *template* específico para a DTR.

Um *template* inicial de DTR foi criado e usado na fase inicial do Estudo de Caso (ver seção 5) para a documentação da DTR de projetos trazidos de outras disciplinas. Posteriormente, este *template* foi refinado para incluir mais detalhes sobre DTR (vide Figura 3) e usado no Estudo de Caso para documentar a DTR final dos projetos.

ESPECIFICAÇÃO DE DÍVIDA TÉCNICA(NOME DO PROJETO):				UNIVERSIDADE:	ANO:	SEMESTRE:	DISCIPLINA:	PROF:					
EQUIPE:					2023	2023.2	Eng. de Requisitos						
ID_DTR	Arquivo & Localização	Responsável	Data & Hora	Tipos de DT (ver aba TipoDTR da planilha)	Descrição da DTR	Status da DTR	Etapa da ER em que foi identificado (Sim/Não)	Decisão da DTR (ver aba DecisãoDTR da planilha)	Custo de Retificação (R\$)	Correlação (sim/não) com outras DT (B/Baixo)	Causa (ver tipo na aba CausaDTR da planilha)	Impacto (ver tipo na aba ImpactoDTR da planilha)	Propagação da DTR (ver tipo na aba PropagaçãoDTR da planilha)
DTR-01	REQ-01_01	Proença	03/10/2024	Tipos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100	O requisito está impreciso	Para teste	ER Analise	Sim	500	Sim	C1.2 Problemas de extração de requisitos	1.2 Documentação inadequada	1.2 Documentação de Código
DTR-02													
DTR-03													

Figura 3: *Template* representação/documentação de DTR

O novo *template* foi validado por dois pesquisadores de ER, garantindo sua adequação ao contexto. Além disso, foi analisado por um profissional de mercado na área de ES, com mais de 30 anos de experiência, atualmente gerente de informação e suporte em uma empresa pública com mais de 350 funcionários de Tecnologia da Informação. Segundo o experiente profissional, a estrutura do *template* de DTR proposto facilita a coleta de informações relevantes, essenciais para uma análise posterior; além disso, o formato padronizado garante a completude da informação passada, permitindo uma avaliação e a implementação de melhorias no projeto.

3.3 Construção do Processo de Ensino

Nesta fase, além da utilização das informações obtidas na revisão da literatura, foi realizado um *survey* com professores de ER, visando compreender como eles ministram as disciplinas de ER, suas experiências, perspectivas, e se utilizam DTR em projetos de *software* realizados em sala de aula.

Para o recrutamento dos participantes, utilizamos uma amostragem por conveniência com indivíduos de nossas redes pessoais [22]. No entanto, buscamos garantir a diversidade, contemplando diferentes instituições de ensino e incluindo tanto professores com muitos anos de experiência quanto professores menos experientes. O objetivo foi capturar a variabilidade nas formas de ensino e as percepções associadas. Este resultado foi essencial para projetar a proposta referente ao processo de ensino. Para alcançar esse objetivo, um questionário foi enviado por *e-mail* para 5 professores de diferentes instituições de ensino superior do Brasil, e um de Portugal.

As perguntas e as respostas do *survey* podem ser visualizadas por completo em [20].

Após a coleta das respostas ao *survey*, foram examinados os temas recorrentes e destacados trechos relevantes relacionados aos

projetos conduzidos, artefatos solicitados, práticas, desafios, problemas enfrentados, formas de mitigar erros, metodologias e percepções sobre o ensino de ER e aspectos de gestão da DTR nos projetos. Obteve-se, assim, uma visão prática de como os professores ministram as disciplinas de ER, os diferentes processos de ensino, com o uso de variados artefatos, suas experiências e perspectivas, e o uso de DTR em projetos de *software* em sala de aula. A experiência dos professores e a variabilidade das respostas permitiram capturar a diversidade nas abordagens de ensino, considerando diferentes instituições e níveis de experiência.

3.4 Aplicação Piloto do Processo de Ensino

A proposta foi aplicada de forma preliminar, buscando identificar possíveis pontos de melhoria para a metodologia e para os artefatos que seriam utilizados.

O escopo da disciplina foi recortado, considerando-se apenas a etapa inicial da ER, que abrange a elicitación e a descrição dos casos de uso. Com base nesses elementos, foi realizado um estudo piloto para facilitar a análise e realizar melhorias na proposta.

Como guia foi fornecido um questionário, para as equipes identificassem e registrassem os itens relacionados às DTR incorridas ao longo do processo. Durante a aplicação, os pesquisadores realizaram observações diretas para identificar possíveis dificuldades dos estudantes em relação aos instrumentos utilizados. As anotações realizadas foram categorizadas e analisadas, permitindo uma avaliação das áreas que necessitavam de ajustes e aprimoramentos.

3.5 Aplicação do Processo de Ensino em Estudo de Caso

O processo relacionado à aplicação do Processo de Ensino é apresentado na Figura 4. Inicialmente o professor fez a apresentação: dos conceitos fundamentais da DTR e de exemplos práticos que ilustram sua aplicação; do Modelo Conceitual e do *Template* de Especificação. Os Guias foram entregues à medida que as etapas de especificação de DTR forem ocorrendo. O professor também disponibilizou os artefatos necessários para o controle da DTR. Para os projetos iniciados em outras disciplinas, foi necessário a identificação, especificação e comunicação da DTR logo que tenham sido definidos os projetos dos alunos ou equipes, assegurando uma integração fluida e coerente no processo da disciplina.

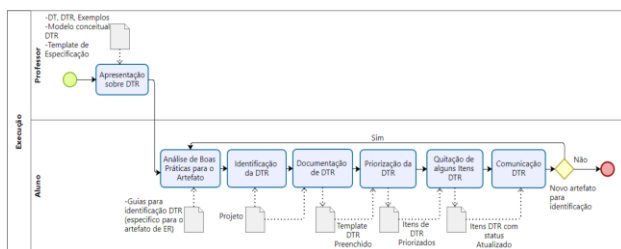


Figura 4: Etapas da Aplicação do Processo de Ensino

Com a especificação do projeto em andamento, ou dando continuidade ao que já foi iniciado, a equipe começou a execução da Identificação, Especificação e Comunicação da DTR, que pode ocorrer a cada etapa da ER ou a cada entrega de documentação. Cada equipe utilizou o *template* de Especificação DTR fornecido, o qual foi elaborado com base na literatura pertinente e em elementos de um modelo conceitual.

Como a disciplina incluía a etapa de Validação, pode se solicitar que as equipes realizassem essa atividade nos projetos nas quais elas não eram autoras, e que registrassem os pontos considerados DTR no *Template* correspondente, sendo essencial o envio dessas informações para os alunos/equipes correspondentes a fim de que elas fossem consideradas. Além disso, o professor também pode desempenhar um papel ativo na identificação das DTRs, contribuindo com sua expertise na identificação de DTR existente nos projetos

Por fim, cada equipe foi responsável por priorizar suas próprias DTRs, reconhecendo a importância de ordenar as decisões de acordo com sua relevância e impacto no projeto. Essa etapa de priorização é importante para direcionar os esforços de forma eficiente e maximizar os recursos disponíveis.

3.6 Grupo Focal

O grupo focal buscou avaliar o processo de ensino, junto aos alunos e professor, obtendo um panorama sobre a efetividade do processo, as dificuldades e as habilidades desenvolvidas pelos estudantes. Através da coleta das percepções, procurou-se identificar pontos fortes e áreas que necessitam de aprimoramento, visando o aperfeiçoamento do processo.

Também foi verificado se os instrumentos disponibilizados para a identificação da DTR foram eficazes e se os participantes alcançaram uma compreensão da DT, tanto em termos teóricos quanto práticos. Ao analisar como esses instrumentos foram usados e quais resultados foram obtidos, foi possível ver se eles contribuíram para o desenvolvimento das habilidades e conhecimentos necessários aos estudantes. Essa avaliação permitiu aprimorar a utilização dos instrumentos de DTR, otimizando o processo de ensino e aprendizagem da disciplina.

Por fim, buscou-se identificar o impacto da incorporação do conceito de DTR na formação dos estudantes. As informações coletadas foram importantes para o aperfeiçoamento do ensino, garantindo que os estudantes recebam a melhor formação possível e estejam preparados para os desafios do mercado de trabalho. De forma complementar, buscou-se compreender a percepção do professor, ouvindo a sua avaliação sobre a integração de DTR na disciplina. Isto garantiu que se considerasse o esforço e benefício da aplicação do processo proposto.

4 Proposta de Ensino

As etapas do processo de ensino proposto incluem: Planejamento da Disciplina, Execução e Análise de Documentação. Essas etapas estão detalhadas a seguir. Elas asseguram uma aplicação consistente dos conceitos de DTR no ensino e no desenvolvimento dos projetos nas disciplinas.

4.1 Planejamento da Disciplina

Nesta etapa, uma série de elementos importantes precisam ser considerados para assegurar uma abordagem adequada. A Figura 5 mostra o processo relacionado ao Planejamento da Disciplina, onde focamos em disciplinas orientadas a projetos.

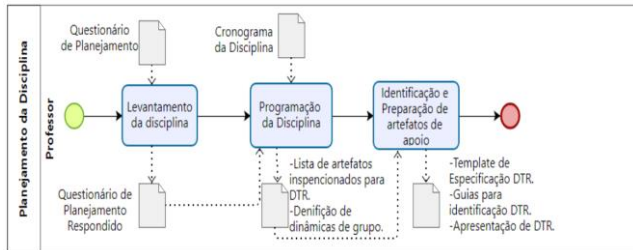


Figura 5: Processo de Planejamento da Disciplina

O planejamento começa a etapa de Levantamento de como será a Disciplina. Para isso foram elaboradas algumas questões a serem respondidas pelo professor que vai ministrar a disciplina (ver Tabela 4); estas vão orientar nas decisões a serem tomadas durante o processo.

Deve-se observar onde o conceito de DTR será aplicado no projeto, isto é, em quais artefatos e em quais etapas da ER (elicitação, análise e negociação, especificação, priorização, validação e gerenciamento de requisitos). Como exemplo podemos citar, artefatos como Documento de Visão e Escopo, Documento de Especificação de Requisitos, Modelos, padrões de Cartões de Especificação (para Requisitos Funcionais e Não Funcionais), ferramentas, etc.

Tabela 4: Questões Para Planejamento da Disciplina

ID	QUESTÃO RELACIONADA COM A DISCIPLINA
QD1	Quais são as etapas da ER ensinadas na Disciplina?
QD2	Quais os artefatos usados?
QD3	Quais guias podem ser usados para identificar/mitigar DTR não intencionais?
QD4	Os projetos foram propostos por clientes reais, pelo professor ou pelos alunos?
QD5	Existe um projeto único para todas as equipes ou cada equipe tem o seu?
QD6	O professor pretende disponibilizar as DTR que ele identificou nos projetos ao final da disciplina?

Para mitigar erros no projeto, são identificados artefatos complementares disponibilizados pelo professor para a disciplina, que podem ser guias para a identificação da DTR de projetos (DTR não intencionais). A apresentação de exemplos de documentos e a definição clara de padrões propostos na literatura (como questões relacionados a *requirements smells*, erros mais comuns em modelos) contribuirão para a consistência e a qualidade do trabalho dos estudantes.

Ao determinar o tipo de projeto a ser abordado, é importante considerar se ele é proposto por um cliente real, pelo professor ou pelos próprios alunos. Caso o cliente faça parte, isto impacta

diretamente nas atividades e no cronograma. Além disso, é importante definir se o projeto será igual para todos os alunos ou se haverá variações entre equipes, o que também influencia no tempo.

Após o Planejamento da Disciplina, inicia-se a etapa de Programação da Disciplina. Deve-se definir o cronograma, programando a lista de artefatos da ER que serão inspecionados para a identificação da DTR, além de estabelecer quais serão as dinâmicas de grupo e a condução das atividades de acordo com o tempo e o escopo da disciplina. O cronograma será influenciado pela necessidade de mais tempo, especialmente em casos de múltiplos projetos, bem como pela necessidade do professor comunicar a DTR identificada e pela interação com o cliente.

Por fim, a etapa de Identificação e Preparação de Artefatos de Apoio a serem disponibilizados para os estudantes. Estes incluem: Apresentação de Conceitos de DT, do Modelo Conceitual de DTR, e do *Template* de documentação e dos Guias de auxílio à identificação. Entre os guias que podem ser usados tem-se: a) literatura relacionada a *requirement smells* (DTR do tipo-2); b) *checklist* para orientar na identificação de *stakeholders* (DTR do tipo-0); c) Disponibilização de padrões, abrangendo todos os tipos de DTR, exemplo IEEE Std 830-1998 [29] ; d) diferentes *checklists*, como descrito em [27, 30]; observação de boas práticas na literatura.

4.2 Execução do Processo de Ensino

O processo relacionado à Execução do Processo de Ensino é apresentado na Figura 5. Inicialmente o professor faz a apresentação: dos conceitos fundamentais da DTR e de exemplos práticos que ilustram sua aplicação; do Modelo Conceitual e do *Template* de Especificação. Os Guias serão entregues à medida que as etapas de especificação de DTR forem ocorrendo. O professor também disponibiliza os artefatos necessários para o controle da DTR. Caso o projeto tenha sido iniciado em outra disciplina, é necessário que a DTR seja levantada, especificada e comunicada logo que tenham sido definidos os projetos dos alunos ou equipes, assegurando uma integração fluida e coerente.

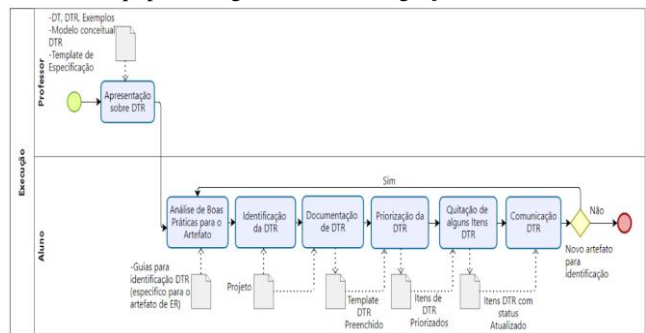


Figura 5: Etapas da Execução do Processo de Ensino

Com o projeto em andamento ou dando continuidade ao que já foi iniciado, a equipe começa a execução da Identificação, Especificação e Comunicação da DTR, que pode ocorrer a cada

etapa da ER ou a cada entrega de documentação. É importante que a equipe utilize o *template* de Especificação DTR fornecido, o qual foi elaborado com base na literatura pertinente e em elementos de um modelo conceitual desenvolvido [20].

No caso da disciplina incluir a etapa de Validação, pode se solicitar que as equipes realizem essas atividades nos projetos nas quais elas não são autoras, e que registrem os pontos considerados DTR no *Template* correspondente, sendo essencial o envio dessas informações para os alunos/equipes correspondentes a fim de que sejam anexadas.

Além disso, se previsto (ver Tabela 4, questão QD6), o professor também pode desempenhar um papel ativo na identificação das DTRs, contribuindo com sua expertise na identificação de DTR existente nos projetos.

4.3 Análise de Documentação

Após as fases de planejamento e execução, entramos na etapa de Análise de Documentação, onde os projetos são avaliados e os resultados são comunicados para garantir a coerência e a qualidade do trabalho desenvolvido.

Nessa fase o professor realiza uma reunião com os alunos, destinada à apresentação e discussão sobre as decisões técnicas tomadas em um ou mais projetos, conforme previamente planejado no passo inicial. Nesse encontro, os alunos têm a oportunidade de compartilhar suas decisões, discutir possíveis alternativas e receber *feedback* dos colegas e do professor, enriquecendo assim o processo de aprendizado colaborativo.

Se houver um cliente envolvido no projeto (ver Tabela 4, questão (QD4), os resultados da DTR serão comunicados ao mesmo. Isso garante transparência e alinhamento entre as decisões tomadas pela equipe e as expectativas do cliente, promovendo uma parceria sólida e uma maior confiança no processo de desenvolvimento do projeto.

Durante essa comunicação com o cliente, é importante estar aberto para relatos sobre possíveis DTRs identificadas pelo cliente ou que ainda persistam ou que tenham surgido ao longo do processo. Essa troca de informações é fundamental para garantir que todas as decisões relevantes sejam consideradas e que o projeto avance de acordo com as expectativas e requisitos do cliente.

Em resumo, a etapa de Análise de Documentação é uma fase crítica do processo, em que as decisões tomadas são avaliadas, documentadas e comunicadas, garantindo assim a qualidade e o alinhamento do projeto com os objetivos e expectativas estabelecidos. Essa fase é essencial para o sucesso do projeto e para o desenvolvimento de habilidades por parte dos alunos envolvidos.

5 Aplicação do Processo de Ensino

A aplicação do Processo constou da aplicação da realização de um Piloto, seguido de um Estudo de Caso e um Grupo Focal.

5.1 Piloto de Aplicação do Processo

Um experimento piloto foi realizado para testar a viabilidade do processo proposto, visando identificar possíveis falhas em questões práticas, como dificuldades na implementação, resistência dos participantes ou limitações técnicas, além de áreas de melhoria. Esses passos foram seguidos para evitar que tais problemas comprometam o estudo de caso.

O experimento piloto foi aplicado em um curso de graduação em Ciência da Computação no Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco (Cin - UFPE), durante o segundo semestre de 2023. A disciplina alvo foi “Especificação de Requisitos e Validação de Sistemas”, na qual, estavam matriculados 29 estudantes divididos em 7 grupos de composição homogênea, cujo artefatos que deveriam ser entregues durante a disciplina eram: Modelagem Organizacional i*, Modelagem de Negócio BPMN, Modelagem de Casos de Uso e Modelagem de Requisitos Não-Funcionais.

Durante a preparação do experimento, houve a seleção do material instrucional realizada para garantir a compreensão uniforme dos conceitos entre os estudantes. Inicialmente, apresentou-se o conceito de DTR, assim como o Modelo Conceitual. Observou-se que alguns alunos já estavam familiarizados com o termo, enquanto outros não. A abordagem facilitou uma compreensão homogênea do DTR, além de fornecer as ferramentas necessárias para a aplicação prática desse conhecimento.

Após a apresentação, ocorreu uma discussão e os estudantes foram incentivados a dar suas opiniões sobre a DTR e compartilhar experiências próprias. A discussão durou cerca de uma hora. Posteriormente, cada equipe ficou encarregada da tarefa de analisar o projeto de outro grupo. O objetivo foi oferecer diversas perspectivas sobre o trabalho, seguindo o conceito dos ‘Três Amigos’ [5]. Nesse conceito, um *Product Owner*, um *Developer* e um *Tester*, podendo ser pessoas que exerçam outros papéis no projeto, discutem sobre algo que o sistema em desenvolvimento deve realizar. O *Product Owner* descreve a história do usuário, enquanto o *Developer* e o *Tester* fazem perguntas e sugestões até que todos cheguem a um consenso sobre os critérios básicos.

Após a análise, os estudantes preencheram um questionário detalhado, no qual documentaram as possíveis DTR identificadas nos projetos. Posteriormente, ouviram o líder do grupo que foi responsável pela criação do documento, discutindo os pontos identificados no projeto.

No experimento piloto foram analisados 7 projetos, fez-se um recorte no escopo da disciplina considerando inicialmente apenas a etapa inicial da ER, de elicitação e os casos de uso descritos, a partir dos quais foi feito o estudo experimental, para facilitar a análise e realizar melhorias na proposta. Foram também entregues guias que orientaram na identificação de DTRs.

Os resultados do experimento foram coletados através do questionário no qual detalharam as DTs, e observações diretas dos pesquisadores. Alguns dos resultados dos estudantes nos projetos, em relação aos requisitos, incluíram: prioridade de requisitos incorretos, inconsistência nos requisitos, requisitos faltantes e requisitos mal formulados. No que diz respeito aos casos de uso,

foram demonstradas evidências nas pré-condições, ambiguidade nas pré-condições, ausência de pós-condições e falta de coesão na descrição do caso de uso.

A realização deste Experimento Piloto que fez a Aplicação do Processo de Ensino proposto evidenciou a necessidade de um refinamento. Considerou-se importante deixar claro quais etapas da ER seriam contempladas na avaliação da DTR e quais artefatos seriam observados para a identificação dessas dívidas. A delimitação dessas etapas e artefatos é fundamental para assegurar que o resultado final do projeto esteja alinhado com as entregas planejadas para a disciplina.

5.2 Aplicação de Processo em Estudo de Caso

No contexto da avaliação deste Estudo de Caso, participaram 12 estudantes matriculados no curso de pós-graduação (mestrado e doutorado) em Engenharia da Computação da Universidade de Pernambuco, os quais estavam cursando a disciplina de “Engenharia de Requisitos”, no semestre de 2023.2. Estes 12 estudantes foram divididos em 4 equipes com tamanho homogêneo. Para a condução das atividades, o professor responsável pela disciplina exerceu um papel ativo em todo o processo, contando com a colaboração de um pesquisador na área e um monitor da disciplina. O perfil dos estudantes da disciplina está em <https://doi.org/10.5281/zenodo.12811106>.

Na condução do estudo de caso foi seguida a estrutura de descrição delineado por [24], que contribuiu para a condução realizada:

- **Objetivo:** O estudo de caso busca avaliar a viabilidade do processo proposto, mas também entender como sua aplicação influencia a formação acadêmica dos estudantes, proporcionando uma experiência mais alinhada com as demandas e desafios enfrentados na indústria.
- **Caso:** Disciplina Engenharia de Requisitos do curso de mestrado do programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Engenharia da Computação da Universidade de Pernambuco, durante o semestre 2023.2.
- **Teoria:** Benefícios da integração do conceito de DTR no ambiente acadêmico, mediante a aplicação da metodologia PBL no âmbito da disciplina de ER.
- **Questões de investigação:** Como a incorporação do conceito de DTR nos projetos desenvolvidos em sala de aula contribui para influenciar a percepção dos estudantes sobre a complexidade dos desafios enfrentados no mercado de trabalho.
- **Métodos:** Durante a disciplina, o pesquisador esteve envolvido na coleta de dados, empregando métodos como *survey* e análise da documentação gerada, para obter informações relevantes. Conforme destacado por [24], essa abordagem representa um método direto de primeiro grau, caracterizado pelo contato direto do pesquisador com os participantes, permitindo a coleta de dados em tempo real.

- **Estratégia de seleção:** Os dados foram identificados e agrupados com base nas questões do questionário e análise da documentação. Ambos os instrumentos abordaram questões relacionadas à percepção dos participantes em relação à execução do processo.

Na primeira aula, foi feita uma apresentação abordando tanto a condução da disciplina quanto os artefatos que seriam produzidos ao longo do curso. Nas aulas seguintes, foram detalhadas as etapas da ER. Posteriormente, os estudantes foram desafiados a entregar um documento contendo a problemática do projeto a ser conduzido na disciplina.

Foram identificados 3 projetos (sendo dois projetos reais e um proposto por estudantes) vindos de outra disciplina, que estavam em processo preliminar (um já com alguma implementação), e que poderiam ser utilizados na disciplina. Para serem continuados, esses 3 projetos, precisariam identificar suas DTRs. Assim, o professor deu início às apresentações sobre DTR, e descrição e entrega do *template* de documentação/especificação de DTR (versão inicial).

Em seguida, apenas os estudantes destes projetos (vindos de outra disciplina) especificaram as respectivas DTR através do *template* fornecido, e responderam a um questionário estruturado em categorias, com o objetivo de avaliar a usabilidade, a efetividade e a relevância do *template* e da proposta. As categorias de avaliação incluíram percepções relativas: à identificação das DTR, às informações requisitadas pelo *template* de descrição das DTR, ao uso do *template* na descrição das DTR, aos aspectos positivos e negativos na utilização do *template* para especificação de DTR e percepções gerais relativas à experiência com DTR na disciplina de ER. Os resultados são apresentados a seguir.

5.2.1 Percepções relativas à identificação das DTR. Os dados revelaram que no projeto este aspecto foi percebido como moderadamente fácil por 60% dos participantes. Por outro lado, 20% expressaram uma avaliação neutra, enquanto outros 20% consideraram a tarefa difícil.

5.2.2 Percepções relativas às informações do *template*. Fez-se a avaliação do nível de entendimento atribuído pelos participantes. Identificou-se uma distribuição igualitária nas respostas, onde 20% dos respondentes achou a compreensão "fácil", enquanto outros 20% manifestaram uma avaliação "neutra" a esse respeito. Adicionalmente, 40% indicaram que o entendimento era "moderadamente difícil", e outro grupo de 20% considerou o nível de compreensão como sendo "difícil". Esta distribuição evidencia uma diversidade de percepções quanto à clareza e acessibilidade do *template* de DTR entre os participantes do estudo.

5.2.3 Percepções relativas ao uso do *template*. Estas percepções foram diversas. Um participante relatou uma experiência positiva, destacando a facilidade no seu preenchimento e considerando-o adequado tanto para projetos acadêmicos quanto comerciais. Por outro lado, houve uma observação inicial de achar o *template* confuso, “A princípio achamos o *template* bem confuso, pelo fato de ainda não termos trabalhado com Dívida Técnica de Requisitos (utilizado em

nossos trabalhos, no dia a dia). Achamos ele bem detalhado e demoramos um pouco para aplicarmos em nosso projeto.” Algumas sugestões para a **melhoria do template** foram apresentadas. Uma delas, foi a criação de uma planilha com campos pré-formatados, visando facilitar o preenchimento e a tabulação dos resultados.

5.2.4 Percepções sobre aspectos positivos e negativos na utilização do template para especificação/documentação DTR na disciplina de ER. A análise destas percepções revelou o destaque de aspectos positivos sobre a organização e estrutura do *template*, que ajudaram na documentação das DTRs. No entanto, as críticas quanto à clareza e acessibilidade do *template* levaram à criação de um novo *template*, mais intuitivo e adaptado às necessidades dos participantes.

5.2.5 Percepções gerais relativas à experiência com DTR na disciplina de ER. Os participantes qualificaram a proposta como “Muito boa”, “Boa proposta de levantamento” e “Bom aprendizado”, indicando que o conteúdo apresentado na disciplina contribuiu efetivamente para a assimilação dos conceitos relacionados às DTR. No entanto, uma resposta divergente foi registrada, caracterizando a experiência como “péssima” e considerando-a uma perda de tempo; questionava a relevância do processo no mercado, e em que medida essa prática é realmente utilizada no cenário empresarial. Os resultados completos do questionário estão em [20].

Paralelamente, foi apresentado um modelo conceitual em DTR, com o objetivo fornecer uma compreensão mais ampla da DTR aos participantes, incluindo também exemplos práticos para ilustrar a aplicação dos conceitos discutidos.

Os participantes que desenvolveram os projetos durante a disciplina foram orientados a utilizar o *template* apresentado na Figura 3 para a identificação das DTRs de seus projetos. Esta prática permitiu uma aplicação imediata do que foi aprendido e possibilitou a coleta de dados adicionais sobre a usabilidade e a efetividade do novo *template*.

Os resultados de identificação das DTR nos projetos são apresentados na Tabela 5. A coluna 1 um apresenta o código da equipe, a coluna 2 as DTR identificadas pelo Tipo (de acordo com a Tabela 2). A coluna 3 indica as Etapas do Processo de ER onde foram identificadas as DTR, já a coluna 4 apresenta as Causas associadas à geração da DTR enquanto a coluna 5 informa os Impactos gerados pelas DTR.

Tabela 5- DTRs Identificadas nos Projetos em Aula

EQP	Identificação Tipo de DTR	Etapas de Identificação	Causas	Impactos
E1	5 DTR: - 1 do Tipo-0 - 2 do Tipo-1 - 2 do Tipo-2 - 4 não intencionais - 1 Parcialmente Intencional	Especificação, Implementação, Testes e Análise.	Problemas de elicitação de requisitos.	Mudanças de <i>design</i> ; Documentação inadequada; Constante necessidade de reteste; Baixa qualidade externa;
E2	13 DTR: - Todas do Tipo-	Especificação	Problemas de elicitação de	Documentação Inadequada e

	0 e Não Intencionais		requisitos.	Retrabalho
E3	3 DTR: - 2 do Tipo-0 ; - 1 do Tipo-2 ; - 3 Intencionais	Especificação	Prazo e gerenciamento do projeto não eficazes. Requisitos imprecisos ou complexos.	Aumento do esforço da equipe e mudanças de <i>design</i> .
E4	8 DTR: - 5 do Tipo-1; - 3 do Tipo-2 - 7 Intencionais, e 1 Não Intencional	Testes, Implementação, Especificação e Validação.	Teste inadequado/ mal planejado/ mal executado; Problemas de elicitação de requisitos; Requisitos Imprecisos ou complexos; Falta de profissionais qualificados.	Retrabalho; Atraso na Entrega; Insatisfação dos <i>stakeholders</i> ; Constante necessidade de reteste; Aumento do esforço da equipe.

5.3 Condução de um Grupo Focal

Após o estudo de caso, foi conduzido um grupo focal com todos os estudantes e professor para avaliar o processo de DTR incorporado na disciplina, além de verificar se os instrumentos disponibilizados auxiliaram. Durante o grupo focal, os pesquisadores registraram temas, conceitos e padrões recorrentes relacionados à proposta. Utilizando técnicas de análise de conteúdo, os dados transcritos foram codificados e categorizados para identificar tendências.

Além disso, para enriquecer a captura de informações, os estudantes foram convidados a enviar suas percepções de forma assíncrona por *e-mail*, discutindo suas experiências com a proposta e os artefatos utilizados ao longo da disciplina.

5.3.1 Ensino da Disciplina ER com DTR - Perspectiva dos Alunos. Os estudantes relataram percepções variadas sobre a utilidade e a eficácia do processo. Ressaltaram que o detalhamento proporcionado pelo modelo conceitual em DTR facilitou a compreensão dos conceitos de DT, incentivando reflexões sobre a priorização do “pagamento da DT” e destacando a importância do processo de validação para identificar débitos frequentemente negligenciados na etapa de requisitos. Além disso, foi mencionada a contribuição significativa dos profissionais experientes na compreensão prática dos conceitos teóricos.

Os estudantes também valorizaram a dinâmica de validação e a colaboração entre alunos e profissionais da indústria, que enriqueceram o aprendizado. Houve elogios à utilidade das ferramentas disponibilizadas, como a planilha para descrição de DT, e ao método padronizado que facilitou a troca de informações. Apesar de questionamentos sobre a capacidade de alunos de graduação em acompanhar conceitos mais avançados, o *feedback* geral foi positivo, enfatizando a eficácia do modelo conceitual em DTR para melhorar a compreensão e a aplicação prática dos conceitos de DT, destacando a importância da integração entre teoria e prática no processo educacional. Além do

grupo focal, ao final da disciplina foi solicitado que os estudantes enviassem as percepções por *email*.

5.3.2 *Ensino da Disciplina ER com DTR - Perspectiva do Docente*. De acordo com o professor que ministrou a disciplina, a inclusão das DTR mostrou ser enriquecedora e viável, levando os alunos a uma maior conscientização dos resultados de seus projetos. O uso de um modelo conceitual de DTR revelou-se muito útil para aprofundar a compreensão dos alunos sobre o tema. A existência de um *template* específico facilitou significativamente o processo. Em termos de esforço, observa-se há uma maior demanda tanto para o professor quanto para os alunos. O cronograma precisa ser cuidadosamente planejado, especialmente quando envolve várias etapas do DTR e a interação com o cliente. A presença de vários alunos com experiência na indústria e em projetos reais trouxe motivação para a aplicação das DTR e para a compreensão de sua relevância. No entanto, alguns alunos ainda demonstraram resistência na especificação das DTR. De forma geral, a disciplina com DTR proporcionou aos alunos uma compreensão da DT na prática, complementando o conhecimento teórico. Através dos projetos, os estudantes desenvolveram habilidades para gerenciar e mitigar DTRs, ficando preparados para os desafios do mercado de trabalho.

6 Trabalhos Relacionados

Identificamos na literatura 2 trabalhos relacionados à nossa proposta, que aplicaram a DT em projetos acadêmicos.

O estudo conduzido por [7] realiza uma análise sobre a aplicação da DT no ambiente acadêmico do curso XP Lab, que inclui alunos de graduação e pós-graduação da Universidade de São Paulo. Este curso visou proporcionar uma experiência prática em um ambiente real de desenvolvimento de *software*, utilizando os princípios e práticas do *Extreme Programming* (XP). A pesquisa teve como objetivo entender como a visibilidade dos elementos de DT influencia as equipes, considerando as percepções de seus membros. Nesse contexto, a principal motivação foi investigar os efeitos da conscientização sobre DT nas equipes envolvidas em projetos acadêmicos. O escopo do estudo abrangeu duas edições do XP Lab, com quatro equipes acompanhadas na edição de 2013 e cinco equipes na edição de 2014. Para coletar dados, foram utilizados questionários e entrevistas, e também foi analisado o código-fonte dos projetos por meio de algumas ferramentas específicas, *Sonar Qube*. Como resultados da pesquisa, se teve um comprometimento das equipes em tornar os itens de DT visíveis, e na medida que a comunicação na equipe melhorou, todos os membros da equipe começaram a pensar mais na qualidade.

O estudo de [26] ressalta a importância da gestão da DT na formação de estudantes de ES. Ele analisa o efeito de duas estratégias de avaliação no contexto educacional: uma baseada na penalização e a outra em recompensas, comparando o impacto de ambas na qualidade do código e no nível de DT dos projetos dos alunos. Na disciplina os alunos têm o foco de manter um baixo nível de DT e obter um código de alta qualidade. O estudo

também compara os resultados dos alunos em termos de métricas medidas nos seus projetos. Trata-se de uma proposta prática, onde métricas relacionadas a DT e qualidade do código desenvolvido estão integradas na pontuação dos estudantes. O *design* do ambiente de execução prioriza o uso do *SonarQube*, que comumente é usado em produção, mas adicionando os elementos do jogo (pontuações, *ranking* e tabelas de classificação). Os resultados mostram que a estratégia de recompensa baseada na gamificação, num contexto educativo, funciona melhor do que a estratégia de penalidade, para encorajar e ajudar os alunos a manterem o DT baixo e a produzirem um código de alta qualidade.

Os estudos conduzidos por [7] e [26] estendem o estado da arte na aplicação da DT em projetos acadêmicos ao introduzirem práticas e ferramentas da indústria em contextos educacionais, como o *Extreme Programming* (XP) e o programa *SonarQube*, além de explorar estratégias de gestão da DT, incluindo visibilidade, penalização e gamificação. Em contrapartida, nossa pesquisa adota uma abordagem para ampliar a compreensão da DTR. Nosso objetivo é definir um processo para incorporar o conceito de DTR em projetos acadêmicos nas disciplinas de ER.

7 Conclusões e Trabalhos Futuros

A principal contribuição deste trabalho inclui a criação de um processo para incorporar o conceito de DTR em projetos acadêmicos nas disciplinas de ER, integrado a artefatos específicos relacionados a DTR. A construção do processo foi fundamentada em um levantamento do estado da arte no domínio, realizado por meio de consultas *ad-hoc* e *snowballing*, com o objetivo de obter um entendimento mais completo. Além disso, foi conduzido um *survey* com professores de ER. O processo foi desenvolvido com base em um modelo conceitual de DTR proposto, que serviu tanto como referência teórica quanto prática. O processo foi aplicado na prática através de um experimento Piloto e de um Estudo de Caso. Mostrou-se útil, viável e enriquecedor.

No início deste artigo nos propusemos a responder a 3 questões de pesquisa que nortearam nossa investigação sobre a implementação da DTR no ambiente acadêmico, em disciplinas de ER. A Tabela 6 apresenta as respostas a estas questões, detalhando práticas e percepções em relação a Proposta e ao experimentado com o uso da DTR em projetos de *software* conduzidos em sala de aula em disciplinas de ER.

Tabela 6: Respostas às Questões de Pesquisa

ID	Questão
Q1.	Quais são os conceitos de DT, e como estes vêm sendo abordados na ER? Recorremos a uma revisão da literatura, juntamente com a realização de um <i>survey</i> direcionado a professores da área de ER. Essa abordagem permitiu identificar um <i>gap</i> relacionado ao tema em projetos realizados na academia. Essa lacuna ressalta a necessidade de uma maior atenção e investigação no contexto acadêmico, visando contribuir para o avanço do

	conhecimento nesse campo.
Q2.	Como integrar, através da proposição de um processo, os conceitos de DT nas etapas de uma disciplina de ER?
	Propusemos um processo fundamentado nas práticas usadas na academia quanto à execução de projetos em sala de aula e consideramos a demanda de artefatos específicos. Para isso, realizamos um levantamento junto aos professores de ER, a partir do qual podemos analisar variabilidades existentes no ensino e formas de mitigar erros relacionados a DTR. Também identificamos conceitos-chave, propriedades e preocupações centrais associadas à compreensão e ao gerenciamento da DTR, incluindo causas, impactos e estratégias de mitigação.
Q3.	O processo proposto (definido para a questão Q2) é viável e relevante para aplicação nas disciplinas de ER?
	Considerando o <i>feedback</i> dos participantes do estudo de caso em relação à aplicação do conceito de DTR, foi possível concluir que o processo é importante e viável para ser implementado nas disciplinas de ER. Apesar da ER já ter práticas como validação (que ajudam a identificar itens de DTR, porém não completamente), estas muitas vezes não são incluídas nas disciplinas e também não contemplam todos tipos de DTR como, por exemplo, DTR auto-admitida e DTR do Tipo-2. Estratégias de rastreabilidade de artefatos de requisitos, relevantes no processo de ER são essenciais para gerenciar DTR.

Para discutir as ameaças à validade, usamos diretrizes propostas por [3]:

- **Validade externa:** A pesquisa foi realizada em duas instituições de ensino superior com diferentes currículos e métodos de ensino, utilizando uma amostra diversificada de participantes. Isso permitiu uma maior generalização dos resultados obtidos. Porém o número é ainda muito reduzido.
- **Validade interna:** Foi realizado um experimento piloto buscando identificar falhas no processo e realizar melhorias para a aplicação posterior no estudo de caso. Sugere-se, em futuras pesquisas, a replicação do estudo em diferentes contextos.
- **Constructo:** Na pesquisa realizada, nos questionários, pode ter existido dificuldade dos envolvidos compreenderem as diferentes perguntas do instrumento de coleta de dados, assim como o objetivo da pesquisa. Para mitigar essas dificuldades foi realizado sempre um piloto e mantido um canal aberto de comunicação com os participantes.
- **Confiabilidade:** Com relação à confiabilidade das respostas às perguntas abertas, estas foram codificadas e validadas para garantir uma inferência confiável das opiniões dos participantes. Para evitar a perda de aspectos relevantes, foi realizada uma leitura adicional.

Com base nas análises realizadas, se chegou à conclusão de que o processo proporciona aos estudantes uma compreensão da DTR, promovendo a aplicação prática do conceito e a identificação de elementos relacionados à DTR nos projetos. Esse entendimento é facilitado pelas etapas que compõem o processo, que abrange desde o planejamento até à execução e análise final dos projetos, bem como a documentação resultante. Isso

proporciona uma abordagem abrangente e integrada para o desenvolvimento e implementação de soluções relacionadas à DTR.

Como trabalhos futuros, planeja-se aprimorar o Processo de Ensino e aplicá-lo em mais projetos acadêmicos com diferentes amostragens. Além disso, planeja-se ampliar o levantamento com professores de ER, abrangendo diferentes formas de ensino, visando contemplar uma ampla gama de abordagens. Inclusão de guias de orientação para a prevenção e identificação de DTR, bem como a realização de análises detalhadas do impacto no esforço dos professores e no tempo gasto na disciplina de ER com a inclusão das DTR.

Também está prevista a exploração de ferramentas genéricas de gerenciamento de DTR e a definição de uma ferramenta específica para proporcionar recursos práticos e tecnológicos para apoiar docentes e discentes. Adicionalmente, pretende-se realizar levantamentos na indústria sobre o gerenciamento de DTR para melhorar as práticas que serão aplicadas na academia.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi parcialmente suportado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

- [1] Ana Melo, Roberta Fagundes, Valentina Lenarduzzi, and Wylliams Barbosa Santos. Identification and measurement of requirements technical debt in software development: A systematic literature review. 2022. *Journal of Systems and Software*, Vol. 194.
- [2] Ampatzoglou Apostolos, Bibi Stamatia, Avgeriou Paris, Verbeek Marijn, and Chatzigeorgiou Alexander. 2019. Identifying, categorizing and mitigating threats to validity in software engineering secondary studies. *Information and Software Technology*, Vol 106, 201–230.
- [3] Barbosa, Larissa, Freire, Sávio, Rios, Nicolli, Ramaç, Robert, Taušan, Nebojša, Pérez, Boris, Castellanos, Camilo, Correal, Darío, Pacheco, Alexia, López, Gustavo, Mandić, Vladimir, Maciel, Rita S.P., Mendonça, Manoel, Falessi, Davide, Izurieta, Clemente, Seaman, Carolyn, Spínola, Rodrigo, 2022. Organizing the TD management landscape for requirements and requirements documentation debt. 25^a Workshop em Engenharia de Requisitos (WER 22)..
- [4] Bushra Malik and Saad Zafar. 2012. A systematic mapping study on software engineering education. *International Journal of Educational and Pedagogical Sciences*, Vol 6, 11, 3343–3353
- [5] Dinwiddie, George. 2012. If you don't automate acceptance tests. URL <https://blog.gdinwiddie.com/2009/06/17/if-you-dont-automate-acceptance-tests/>.
- [6] Helvio Jeronimo Junior and Guilherme Horta Travassos. 2022. Consolidating a Common Perspective on Technical Debt and its Management Through a Tertiary Study. 2022. *Information and Software Technology* 149.
- [7] Graziela Simone Tonin, Alfredo Goldman, Carolyn Seaman, and Diogo Pina. 2017. Effects of Technical Debt Awareness: A Classroom Study. In *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming*, Hubert Baumeister, Horst Lichter, and Matthias Riebisch (Eds.). Springer, 84--100.
- [8] Howard Kleinwaks, Ann Batchelor, and Thomas H. Bradley. 2023. Ontology for Technical Debt in Systems Engineering. *IEEE Open Journal of Systems Engineering*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/OJSE.2023.3316395>.
- [9] Julian Frattini, Davide Fucci, Daniel Mendez, Rodrigo Spínola, Vladimir Mandić, Nebojša Taušan, Muhammad Ovais Ahmad, and Javier Gonzalez-Huerta. 2023. An Initial Theory to Understand and Manage Requirements Engineering Debt in Practice. *Information and Software Technology* 159, 107201. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2023.107201>
- [10] Judith Perera, Ewan Tempero, Yu-Cheng Tu, and Kelly Blincoe. 2023. Quantifying Requirements Technical Debt: A Systematic Mapping Study and a Conceptual Model. 2023. *IEEE 31st International Requirements Engineering Conference (RE)*, 04-08 September 2023. IEEE, 1-10.

- [11] Ministério da Educação MEC. 2016. Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em Computação. (2016).
- [12] Neil A Ernst. On the role of requirements in understanding and managing technical debt. 2012. Third International Workshop on Managing Technical Debt. IEEE Press, 61--64.
- [13] Nicolli S.R. Alves, Thiago S. Mendes, Manoel G. de Mendonça, Rodrigo O. Spínola, Forrest Shull, and Carolyn Seaman. 2016. Identification and Management of Technical Debt. *Information and Software Technology* 70, 100-112.
- [14] Nicolli Rios, Manoel Gomes de Mendonça Neto, and Rodrigo Oliveira Spínola. 2018. A tertiary study on technical debt: types, management strategies, research trends, and base information for practitioners. *Information and Software Technology* 102, 1, 117--145.
- [15] Nicolli Rios, R.O. Spínola, M. Mendonça, and C. Seaman. 2019. Supporting Analysis of Technical Debt Causes and Effects with Cross-Company Probabilistic Cause-Effect Diagrams. In *Proceeding of the 2nd International Conference on Technical Debt (TechDebt)*, Montreal, QC, Canada, 3--12
- [16] Nicolli Rios, Rodrigo Spínola, and Manoel Mendonça. 2021. Organização de um Conjunto de Descobertas Experimentais sobre Causas e Efeitos da Dívida Técnica através de uma Família de Surveys Globalmente Distribuída. In *Anais Estendidos do Congresso Brasileiro de Software: Teoria e Prática (CBSOFT)*. SBC, 80--94. https://doi.org/10.5753/cbssoft_estendido.2021.17296 ISSN: 0000-0000.
- [17] Paris Avgeriou, Philippe Kruchten, Ipek Ozkaya, and Carolyn Seaman. 2016. Managing Technical Debt in Software Engineering. *Dagstuhl Seminar 16162*. In *Dagstuhl Reports*. vol. 6, n. 4. Schloss Dagstuhl-Leibniz-Zentrum fuer Informatik.
- [18] Qianneng Wang and Yujie Huang. 2020. Identification and Management of Requirements Debt: Systematic Mapping Study and Survey
- [19] Raul Sidnei Wazlawick. 2009. *Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação* (2 ed.). Elsevier, Rio de Janeiro.
- [20] José Fernando Guilhermino da Silva. 2024. *Aplicação do conceito de Dívida Técnica de Requisitos em Projetos Acadêmicos: Uma Abordagem para uma Formação Alinhada com o Mercado de Trabalho*. Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia da Computação da UPE, Pernambuco.
- [21] José Fernando Guilhermino da Silva, Maria Lencastre, and Jaelson Castro. 2024. Modelagem Conceitual de Dívida Técnica na Engenharia de Requisitos. 25a Workshop em Engenharia de Requisitos (WER 24).
- [22] Sebastian Baltes and P. Ralph. 2020. Sampling in software engineering research: A critical review and guidelines. *arxiv:2002.07764* (2020).
- [23] Valentina Lenarduzzi and Davide Fucci. 2019. Towards a Holistic Definition of Requirements Debt. 13th International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement.
- [24] Ward Cunningham. 1992. The WyCash portfolio management system. *ACM SIGPLAN OOPS Messenger* 4, 2 (1992), 29--30
- [25] Yania Crespo, A. Gonzalez-Escribano, and M. Piattini. 2021. Carrot and Stick approaches revisited when managing Technical Debt in an educational context. In *Proc. of Technical Debt*. 99--108.
- [26] Yania Crespo, Carlos López-Nozal, Raúl Marticorena-Sánchez, Margarita Gonzalo-Tasis, and Mario Piattini. 2022. The Role of Awareness and Gamification on Technical Debt Management. *Information and Software Technology* 150, 106946. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.106946>.
- [27] Wiegers, K. E., & Beatty, J. *Software Requirements*. Pearson Education, 2013.
- [28] Zengyang Li, P. Avgeriou, and P. Liang. A systematic mapping study on technical debt and its management. *Journal of Systems and Software*, 101:193--220, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2014.12.027>.
- [29] IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications," in *IEEE Std 830-1998*, vol., no., pp.1-40, 20 Oct. 1998, doi: 10.1109/IEEESTD.1998.88286.
- [30] Jarke, M., Klamma, R., Pohl, K., & Sikora, E.. *Requirements Engineering in complex domains. Graph Transformations and Model-Driven Engineering: Essays Dedicated to Manfred Nagl on the Occasion of his 65th Birthday*, 602-620.