

Visual-PR: Uma Abordagem Visual e Gamificada para o Apoio à Priorização de Requisitos

Luiza Lira¹[0000-0002-4428-395X], Maria Lencastre¹[0000-0002-8032-8801], João Pimentel²[0000-0002-7441-0796], Jaelson Castro³[0000-0002-4635-7297], Monica Simões Bandeira⁴[0009-0004-7306-6913]

¹Programa de Engenharia de Computação, Universidade de Pernambuco, Brasil
{lfpa,mlpm}@ecomp.poli.br

²Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
joao.hcpimentel@ufrpe.br

³CIN, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
jbc@cin.ufpe.br

⁴Agência Estadual de Tecnologia da Informação, Pernambuco, Brasil
monica.bandeira@ati.pe.gov.br

Abstract. This article aims to mitigate some barriers to adopting requirements prioritization, such as the complexity of the activity and the need for more engagement and interaction among its participants. The proposed process, called Visual-PR, integrates visual and gamified models and tools to support requirements prioritization, ranging from early to late requirements. A case study demonstrates the process's usefulness in supporting and motivating prioritization.

Keywords: Priorização, Requisitos, Gamificação, Visualização.

1 Introdução

Uma priorização de requisitos (PR) conduzida de forma eficiente reduz os riscos de falha no projeto final e auxilia o gerente de projetos a resolver conflitos, distribuir tarefas, planejar as entregas e tomar decisões coerentes ao longo do desenvolvimento do projeto. Quando a priorização é realizada antecipadamente, mesmo antes do planejamento e da codificação, pode se ter muitos benefícios [1].

Desenvolvedores e clientes precisam trabalhar em conjunto na tarefa de priorização, pois cada um entende bem das suas necessidades e saberá definir com mais precisão os valores de cada critério. Clientes tipicamente não entendem sobre as dificuldades técnicas de desenvolvimento, enquanto desenvolvedores nem sempre sabem quais requisitos são mais importantes para o cliente [1]. Porém, poucas empresas estão dispostas a seguir formalmente uma técnica de priorização de requisitos, por isso, na prática a maioria delas realiza o processo de modo informal, geralmente resultando em clientes insatisfeitos e produtos de baixa qualidade [2].

No contexto de desenvolvimento ágil de software (DAS), a Engenharia de Requisitos (ER) é contínua e cíclica, necessitando também de repriorização contínua,

contrastando com as abordagens tradicionais, onde a priorização é concentrada no início do projeto e, por muitas vezes, sua repriorização acontece de forma mais espaçada [14]. As metodologias ágeis, também, por definição, são fundamentadas para reagir positivamente e rapidamente a mudanças, além de primar por entregar maior valor ao *stakeholder* o mais cedo possível. De acordo com [14], a PR em DAS é mais difícil de manter pois requer um processo mais formal, essencial para tomar a decisão correta para lançamentos de um produto. Porém, para que tudo isso aconteça, a gestão, manutenção e priorização dos requisitos no processo de desenvolvimento de software é de suma importância.

Ainda no contexto de priorização de requisitos, a literatura indica vários problemas como escalabilidade e complexidade, dificuldade em manter a priorização contínua, questões de conflitos entre *stakeholders* [8], [9]; dificuldade em selecionar melhores critérios [8] e no gerenciamento de mudanças [3], [10], [11].

Não saber quais requisitos são críticos para os usuários pode resultar em insatisfação do cliente e produtos de baixa qualidade [15]. Além disso, motivar as partes interessadas a participar e contribuir para a priorização de requisitos ainda é uma questão em aberto [3], uma vez que exige tarefas trabalhosas e, por vezes, tediosas [18].

O principal problema abordado nesta pesquisa é como dar suporte à realização de uma priorização de requisitos com qualidade, contrapondo o negligenciamento presenciado na atualidade decorrente de fatores como dificuldade em manter os *stakeholders* envolvidos e redução da complexidade da PR. Como forma de abordar o problema, este trabalho toma como base práticas visuais e gamificadas adotadas em outras abordagens e ferramentas visuais [3, 4, 6], considerando os possíveis benefícios que esse tipo de representação agrega à ER, principalmente à PR. No contexto da especificação de requisitos, independente da forma de desenvolvimento de software, estudos mostram um aumento significativo na satisfação e na precisão dos *stakeholders* ao utilizarem artefatos visuais para PR [15].

Assim, o presente estudo busca mitigar as barreiras à adoção de PR relacionadas à complexidade da atividade e à falta de engajamento e de interação entre seus participantes *stakeholders*. Para tanto, propõe um processo visual e gamificado para apoio à priorização de requisitos. Esse processo incorpora modelos e ferramentas que beneficiem a atividade de PR na ER, voltados para reduzir a abstração na execução da PR e aumentar o engajamento dos envolvidos. O processo integra aspectos das linguagens de modelagem visual i*p [4], o piStar-Visualization [6] e o PRIUS [3]. As duas primeiras têm o objetivo de dar suporte a aspectos relacionados à PR ainda na fase de *goals*, através de uma extensão do modelo i*, permitindo usufruir de um conjunto rico de relações e de elementos visuais. Especificamente, o piStar-Visualization dá apoio à análise do impacto da PR, através da ferramenta que permite a visualização de cores, tamanhos e ícones. Já a proposta do PRIUS reforça a experiência, dando continuidade ao processo de PR a nível de histórias de usuário e sua ferramenta gamificada.

No restante deste artigo, a seção 2 descreve trabalhos relacionados. A seção 3 apresenta a Proposta. A seção 4 detalha o Estudo de Caso e a seção 5 conclusões.

2 Trabalhos Relacionados

Estes trabalhos incluem abordagens voltadas para facilitar a PR e motivar o engajamento. Inicialmente são abordados trabalhos voltadas para PR com alguma forma de visualização ou ferramenta; em seguida relacionados à ER com gamificação.

2.1 Priorização com Visualização ou Ferramenta

Os trabalhos incluem abordagens que definem processos, *frameworks* que visam dar apoio à priorização [8, 12, 13], modelos [8], e ferramentas [3, 6, 9, 12]. Todos oferecem suporte a metodologias ágeis, exceto [4], [8] e o [13] que não foram produzidas com esse foco. A maioria dos trabalhos oferece algum suporte visual. Os únicos trabalhos que possuem o apoio de uma ferramenta, são: PRIUS [3], piStar-Visualization [6], e o Framework for RP [12]. Desses, o único que permite troca de mensagens visando aumentar as discussões em torno da priorização é o PRIUS, assim como o DMGame.

Dos trabalhos analisados, as diferentes propostas incluem a priorização tanto objetivos, como atividades, histórias de usuários, requisitos não-funcionais ou épicos. O piStar-Visualization aparece como uma ferramenta com suporte visual efetivo, uma vez que a partir do preenchimento de atributos que representam critérios de priorizações que se refletem em um modelo com aspectos visuais diferenciados (ex: cores e tamanhos). O PRIUS apresenta, através da sua interface, alguns elementos visuais. Já o i*^p e o AHP&NFR apresentam modelos com apelo visual, mas não possuem ferramenta associada. No entanto, um ponto em comum entre os trabalhos é que eles adotaram algum critério para efetuar a priorização de requisitos, e alguns aplicam técnicas pré-definida, como MoSCoW, Kano, AHP ou Matriz de Wieggers e outros não.

Table 1. Trabalhos relacionados.

Aspetos	i* ^p [4]	piStar Visuali- zation [6]	PRIUS [3]	REACT [8]	Frame- Work PR [12]	AHP& NFR [13]	DM Game [9]
Elemento priorizado	<i>Goals, softgoals e tasks</i>	<i>Goals, softgoals e tasks</i>	<i>User Stories</i>	<i>User Stories</i>	<i>Epics e User stories</i>	<i>Soft goals</i>	<i>Requirement</i>
Suporte para DAS	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Modelo Visual	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não
Técnica de priorização	Matriz de Wieggers	Não	Matriz Wieggers	Gráfico de Priorização	MoSCoW e Kano	AHP	AHP
Gamificada	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
Ferramenta	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim
Troca de comentários	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim

2.2 Gamificação na Engenharia de Requisitos

Várias propostas na literatura integram elementos de gamificação com o processo de ER, como é o caso do PRIUS [3], DMGame [9], GARUSO [10], GREM [11], e Refine [15]. Todas possuem plataformas *web*; o GREM é o que mais possui elementos gamificados. O GREM, PRIUS e o GARUSO estão explicitamente focados em métodos ágeis. Entre as abordagens, apenas DMGame e PRIUS são especificamente focados na PR. Apesar de ambos – o DMGame e o PRIUS – incluírem elementos de gamificação, o DMGame utiliza a técnica de priorização AHP (que não é escalável [13]), enquanto o PRIUS adota Matriz de Wieggers. No DMGame os usuários podem assumir um de três papéis: supervisor, formador de opinião e negociador; quando as preferências expressas pelos formadores de opinião forem conflitantes, o negociador poderá optar por intervir. A Tabela 2 resume os trabalhos usados no processo proposto.

Table 2. Trabalhos usados na proposta Visual-PR

Trabalho	Justificativa para uso
i*p	É o único que possui modelo visual para o planejamento da priorização – o SPlan. O sPrio é uma alternativa à PR visual, pois incorpora hierarquias, interdependências e contribuições. Assim, pode dar apoio visual, desde a priorização de objetivos até à priorização de tarefas (como estórias de usuário), auxiliando todo o processo.
piStar-Visualization	Apenas esta ferramenta permite a visualização da árvore completa, incluindo goals, tarefas e qualidades (RNFs). Inclui diferentes formas de visualização (cores, tamanhos etc.)
PRIUS	Integra troca de comentários, estimulando as discussões e a qualidade sobre a priorização. Incorpora o processo de gamificação, usando diferentes elementos. As estórias de usuário são representadas com elementos visuais, assim como a priorização de cada critério. Usa a técnica Matriz de Wieggers [1] que aplica critérios bem definidos para priorizar requisitos: (benefício, penalidade, risco e custo); essa técnica recomenda que os critérios de benefício e penalidade sejam avaliados por um representante do cliente e que o risco e custo sejam avaliados por um representante da equipe de desenvolvimento, perfis compatíveis as metodologias ágeis.

3 Proposta de Abordagem para Priorização de Requisitos

A proposta do processo Visual-PR toma como base o i*, uma linguagem de modelagem organizacional aplicada na área da ER [4] amplamente investigada. Um grande diferencial do i* é ser mais próxima do negócio do que da solução técnica. Como o foco da priorização de requisitos é atender às necessidades dos *stakeholders*, o i* mostra ser adequado para servir de base à priorização [4]. A partir disso, propõe-se o suporte de duas outras abordagens visuais complementares para a execução da priorização de requisitos a nível de *goals*: o i*p e o piStar-Visualization; além, do PRIUS. Os aspetos de interação e gamificação permeiam o processo.

O processo é composto pelas atividades e subprocessos (ver Fig. 1): Construir Modelo sPlan, Construir Artefato para Priorização, Priorização, Visualizar Modelos Priorizados, Priorizar *Late Requirements* (estórias de usuário) com o PRIUS. Todas as

atividades durante a priorização são motivadas pela gamificação, visando aumentar o engajamento dos participantes na realização das tarefas com qualidade, onde devem ser definidas algumas pontuações para contabilizar a interação dos envolvidos.

Nos tópicos a seguir são descritas cada uma das atividades e subprocessos.

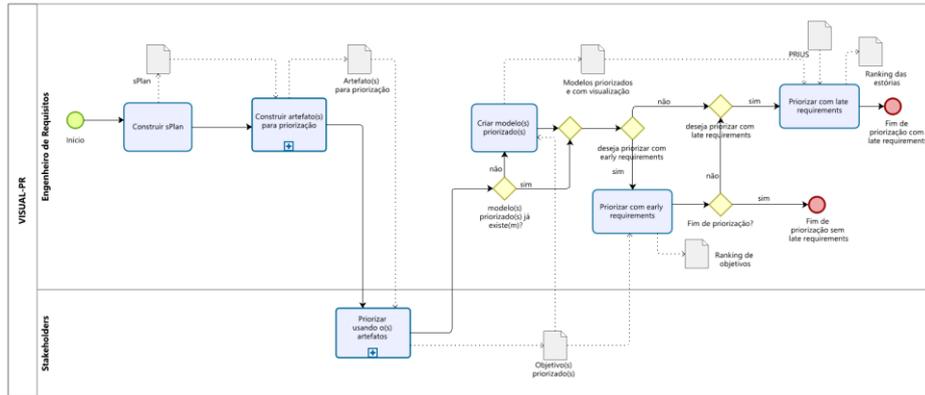


Fig. 1. Macro Processo do Visual-PR modelado com a notação BPM [5].

1 - Construir Modelo SPlan. Construção do modelo de planejamento sPlan (ver Fig. 2), onde se definem os papéis dos envolvidos na priorização e seus respectivos pesos; o projeto de software a ser priorizado (ou a parte dele); a técnica de priorização e os respectivos critérios a serem usados. No exemplo, na Fig. 2, a partir do modelo se tem que a priorização vai envolver 4 tipos de *stakeholders*, onde o gerente de projeto terá peso 2 e os restantes peso 1 (usuário, desenvolvedor e cliente), serão priorizados os elementos – *goal*, *task* e qualidades – do modelo *i** referente à Release-1 do sistema e será considerada a técnica de priorização será a matriz de Wiegers, sendo usados os critérios: benefício, penalidade e risco.

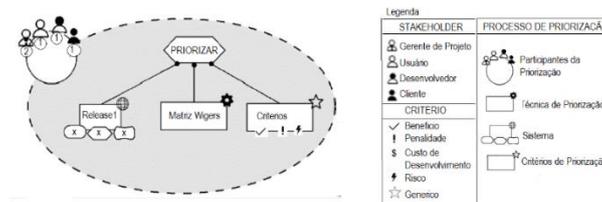


Fig. 2. Exemplo de Modelo SPlan

2 - Construir artefato(s) para priorização. É decomposto nas atividades apresentadas na Fig. 3, onde se tem três possibilidades; o objetivo é que haja o suporte de uma ferramenta ou artefato centralizador. O artefato criado representará a forma a ser usada para priorização, seja através: do modelo sPrio, com todas as suas matrizes inicialmente em branco, ver Fig.4 exemplo das matrizes do modelo com priorização em branco; ou

de uma planilha, ver Fig.7, onde se diferencia o nível de priorização através de cores; ou do piStar-Visualization, ver Fig.8

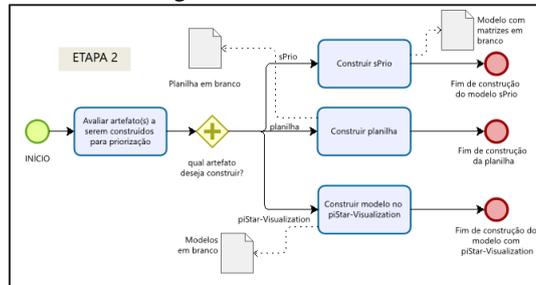


Fig. 3. Detalhamento do subprocesso da Etapa 2

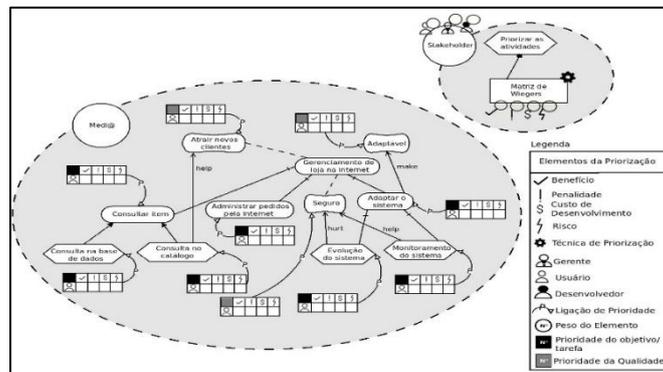


Fig. 4. Exemplo de um goal model sPrio do PE-Colabora com matriz vazia

3 - Priorizar usando os artefatos. É um subprocesso cuja expansão pode ser vista na Fig. 5, onde são definidas diferentes possibilidades. Idealmente, este subprocesso deve ser executado com os *stakeholders* de forma síncrona e conjunta, pois permitirá a interação e troca de informações dos envolvidos, o que além de contribuir positivamente na reflexão dos *stakeholders* particularmente, também permitirá o engenheiro de requisitos gamificar a atividade de priorização.

Alternativa Priorizar com sPrio - As matrizes do modelo sPrio são impressas e preenchidas, não havendo suporte de ferramenta específica para a realização da priorização. O modelo trará os mesmos benefícios de visualização do modelo i*.

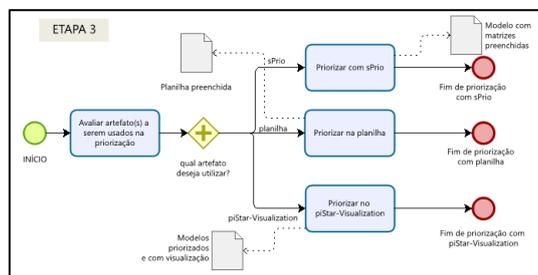


Fig. 5. Detalhamento do subprocesso da Etapa 3

Um exemplo de um elemento do um modelo i* sPrio com uma matriz preenchida é ilustrado na Fig 6, no caso para 2 participantes.

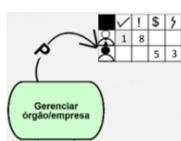


Fig. 6. Exemplo de apenas um goal no modelo sPrio com matriz preenchida

Alternativa Priorizar no planilha (editor) - à medida que os *stakeholders* analisam os artefatos em área comum (por exemplo, em um *drive online*), eles podem fazer a priorização do elemento, realizar algum comentário, ler comentários de outros, e interagir com o comentário de outros *stakeholders* (por exemplo, curtir). Este processo pode incluir o suporte visual do modelo i*, além de outros elementos que auxiliam cognitivamente. Um exemplo de planilha de priorização é mostrado na Fig.7, que reproduz a Matriz de Wieggers e utiliza uma escala de coloração para auxiliar a visualização tanto dos critérios que possuem métricas inversas, quanto dos requisitos com mais e menos prioridade.

PESOS:		2	1	1	0,5	
ID	Item	Benefício	Penalidade	Risco	Custo	Prioridade
1	Gerenciar ecossistema de inovação do governo	9	9	6	9	8,47
2	Gerenciar órgão/empresa	9	9	1	1	5,63
3	Gerenciar representantes legais	3	3	1	1	2,16
4	Gerenciar elixos	6	6	1	1	3,89
5	Gerenciar Áreas de Conhecimento	9	9	1	1	5,63
6	Gerenciar usuários	9	9	1	3	6,12
7	Aprovar coordenador de inovação	9	9	1	1	5,63
8	Gerenciar notificações	9	9	6	9	8,47
9	Gerenciar iniciativas	9	9	6	6	7,74
10	Gerenciar inscritos	9	9	3	3	6,47
11	Gerenciar mentores	6	6	3	3	4,74
12	Gerenciar desafios	9	9	3	3	6,47
13	Gerenciar avaliadores	6	6	6	6	4,39
14	Convidar avaliadores	6	6	6	6	6,00
15	Enviar prazos e documentação	6	6	6	6	6,00
16	Gerenciar divulgações	9	9	3	3	6,47

Fig. 7. Exemplo de planilha de suporte para priorização preenchida

Alternativa Priorizar no piStar-Visualization - através da ferramenta é possível preencher os valores dos critérios para cada um dos objetivos, permitindo gerar modelos com escalas de coloração e/ou tamanho, semelhante à Fig.8. Cada *stakeholder* executará sua priorização individualmente, a visualização das dependências e hierarquias de cada objetivo e qualidade é feito simultaneamente à atribuição dos

valores; o que pode impactar na decisão dos envolvidos, fazendo-os refletir sobre valores inseridos.

Para gamificar essa atividade, foi elaborada a Tabela 3, que atribui principalmente pontuações aos participantes que mais interagirem em forma de comentários e se preencherem o modelo *i** utilizando a ferramenta *piStar-Visualization*.

Table 3. Pontuações sugeridas.

Atividade	Pontuação
Ser o primeiro a comentar um requisito	+15 pontos por requisito
Adicionar um comentário em um requisito	+10 pontos por comentário
Responder uma dúvida ou comentário de outro participante	+5 pontos por resposta
Receber resposta de outro participante em um comentário	+2 pontos por resposta
Preencher o modelo <i>piStar-Visualization</i> com suas respostas	+20 pontos

4 - Visualizar modelo(s) priorizado(s). Independente de qual tenha sido o(s) artefato(s) adotado(s) durante a execução da priorização, o engenheiro de requisitos poderá gerar modelos com visualizações diferentes. A Fig. 8 a) traz um exemplo de um modelo priorizado com coloração, onde o critério selecionado para ser visualizado foi o “Custo” e a escala varia do mais vermelho representando o com maior custo ao mais amarelo representando o com menor custo. Esse resultado é obtido a partir da inserção dos valores numéricos na ferramenta *piStar-Visualization* e será capaz de auxiliar visualmente, etapas posteriores do desenvolvimento de software ágil, como por exemplo, a priorização das histórias de usuário. Se o *piStar-Visualization* tiver sido usado na etapa anterior, esta visualização já é inerente.

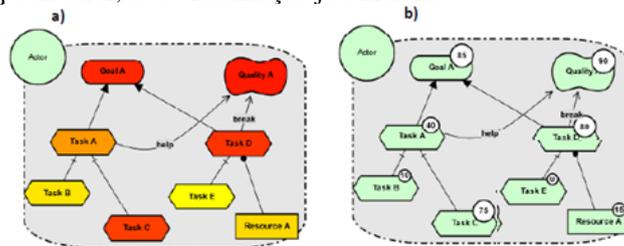


Fig. 8. Exemplo de modelo priorizado com cores (a) e com valores para um critério (b) usando *piStar-Visualization*

5 - Priorizar *early requirements*. O engenheiro de requisitos pode optar por gerar o ranking de objetivos a partir de dados de priorização obtidos dos *stakeholders* na etapa anterior. A partir dessa etapa, é possível finalizar o processo sem priorizar os *late requirements*.

6 - Priorizar *late requirements* com o PRIUS. Ao final, o engenheiro de requisitos pode optar por fazer a priorização dos *lates requirements* (estórias de usuário), através

da ferramenta PRIUS, que também aplica gamificação. Nessa fase, os modelos priorizados estarão como artefatos que oferecem uma visualização dos objetivos hierarquizados e com interdependências, porém com escalas de cores. Permitem, assim, a análise com mais criticidade das hierarquias, dos objetivos, qualidades (requisitos não funcionais) e suas interdependências. A etapa seguinte será resultado das estórias de usuário priorizadas fornecidas pela ferramenta, ver Fig. 9.



Fig. 9. Lista de estórias priorizadas no PRIUS [3]

4 Estudo de Caso

O objetivo foi avaliar os aspectos visuais e motivadores da abordagem Visual-PR em relação ao seu suporte à PR, a partir da qual pode se analisar as interdependências e hierarquias, ao contrário de abordagem sem visualização, apenas através de listas textuais. Além disso a avaliação e engajamento dos participantes também foi observada com relação aos elementos de gamificação inseridos. Na realização do estudo de caso seguiu-se as seguintes etapas [7]: 1) Projetar o estudo de caso: descrição dos objetivos e planejamento do estudo de caso; 2) Preparação para coleta de dados: definição dos procedimentos e protocolos para o estudo de caso; 3) Coleta de dados: execução da coleta de dados no estudo de caso; 4) Análise dos dados coletados: aplicação de procedimentos aos dados coletados; 5) Elaboração de Relatórios: apresentação do estudo e conclusões. Ver mais detalhes do estudo de caso em avaliações em [2]. As avaliações estão resumidas na Fig. 10, onde se usou a técnica de PR Matriz de Wiegers. A Tabela 4 detalha a aplicação dos elementos do *Design* do Estudo de Caso [7].

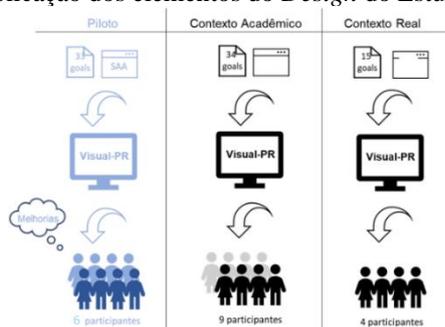


Fig. 10. Avaliações realizadas

Antes de iniciar a coleta de dados do estudo de caso, no contexto do projeto da Plataforma PE-Colabora [2], fez-se um recorte no escopo a partir do qual foi feito um estudo piloto, para facilitar a análise e realizar melhorias na proposta e no questionário aplicado, com 6 alunos da Universidade de Pernambuco (UPE), priorizando 33 objetivos. A partir dessa avaliação foi possível coletar melhorias, que foram aplicadas nas avaliações seguintes. A execução piloto envolveu alunos da turma da pós-graduação em Engenharia da Computação da UPE, em janeiro de 2022. Os participantes foram divididos em 2 equipes, e associados a papéis (*product owner* e *desenvolvedor*), a ferramenta usada foi o *piStar-Visualization*.

Table 4. Elementos do *Design* do Estudo de Caso.

Elemento	Aplicação do elemento
Justificativa	A priorização de requisitos impacta na qualidade dos <i>softwares</i> .
Objetivo	Analisa se o processo Visual-PR (<i>early requirements</i>) auxilia na redução da complexidade, orientando o processo de modelagem e priorização de requisitos com seus aspectos visuais e os voltados para a motivação. O nível de <i>late requirements</i> foi avaliado pelos autores do PRIUS [2]
Caso	Plataforma PE-Colabora, de suporte a questões governamentais.
Unidade de análise	<u>Contexto acadêmico</u> : turma de graduação da UPE, que já incluí no seu ensino a modelagem e a prática do <i>i*</i> . Além disso, 1 <i>stakeholder</i> do projeto UFPE e 2 alunos da univesidade Y, com conhecimento em <i>i*</i> . <u>Contexto da empresa real</u> : A equipe é constituída de representantes da empresa, gerentes do produto e a fábrica de software (com um representante do time de desenvolvimento).
Estrutura teórica	Benefícios referenciados na estrutura teórica sobre os modelos visuais além dos benefícios do uso da gamificação.
Questões da pesquisa	Quais são as contribuições da abordagem sobre a diminuição da complexidade, aumento do engajamento e motivação no apoio à atividade de priorização de requisitos. Qual a percepção dos alunos/ <i>stakeholders</i> sobre: “Quais contribuições da visualização dos modelos <i>i*</i> na redução da complexidade?”, “Quais contribuições da gamificação no aumento e/ou manutenção do engajamento?”, e “Qual a percepção sobre a integração das propostas adotadas no Visual-PR? Houve benefício?”
Conceitos e medidas	Medidas levantadas: foram dadas alternativas (opções ou escala intervalar). Exemplo: Sim, Não e Talvez; Muito difícil, Difícil, Nem fácil, nem difícil, fácil e muito fácil, além da análise qualitativa (questões abertas).
Métodos da coleta de dados	Contato direto do pesquisador com a coleta de dados durante a disciplina através de questionário eletrônico, via <i>Google Forms</i> e grupo focal.
Métodos da análise de dados	As questões quantitativas foram analisadas através de frequência absoluta e percentual. As questões abertas foram categorizadas em unidades mais amplas e adotou-se a análise de frequência.
Estratégia de seleção de dados	Os dados foram identificados e agrupados a partir das questões de um questionário e do grupo focal, ambos contemplavam questões sobre a percepção dos envolvidos na execução da abordagem.
Estratégia de replicação	Só foram coletados os resultados da primeira realização. Dessa forma, apenas em trabalhos futuros se terão os resultados das replicações.

Garantia de qualidade, validade e confiabilidade	Existiu uma triangulação de método, onde a proposta foi avaliada em duas populações diferentes e a execução de um estudo piloto com escopo reduzido foi executado para garantir maior qualidade ao estudo. Algumas ameaças à validade: os dados não foram de múltiplas origens, assim não houve triangulação de dados, nem triangulação do observador (mais de um); teve-se a percepção de dois grupos diferentes, porém a análise de apenas um avaliador. Os dados registrados e permitem outras análises.
--	---

Posteriormente, no escopo do projeto, foi realizada a avaliação em contexto acadêmico, na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), com a participação de 9 alunos, que priorizaram 36 objetivos. Sete alunos eram da graduação de Ciência da Computação na UFPE (disciplina de Especificação de Requisitos e Validação de Sistemas), além de 2 alunos da pós-graduação da UPE, e 1 *stakeholder* do projeto real. As equipes foram associadas a papéis (*product owner* e desenvolvedor). A Tabela 5 apresenta o questionário aplicado na academia e seus resultados. No caso, 4 participantes priorizaram 16 objetivos, relacionados ao mesmo projeto; os papéis associados a cada *stakeholders* refletiram a sua função real. Já a Tabela 6 apresenta o questionário e os resultados dos *stakeholders* que participaram do estudo de caso.

Artefatos usados no Estudo: Planilha em editor *on-line* correspondente ao conteúdo do modelo *i**, incluindo espaço para troca de mensagens sobre priorização e local para *avatar*; Modelo *i** da aplicação do estudo de caso (tanto para o piStar-Visualization, quanto ao adicionado à planilha); Questionário; e questões norteadoras do grupo focal.

Table 5. Respostas ao questionário aplicado na academia

1. Com qual facilidade você conseguiu realizar a priorização de requisitos? 33,3% consideraram fácil e 66,7% nem fácil, nem difícil;
2. Quais dificuldades enfrentou ao realizar a priorização de requisitos? A maior dificuldade foi entendimento do caso selecionado.
3. A possibilidade de inserir/ler comentários em cada requisito ajudou no processo de priorização? Todos concordaram. Um deles mencionou “achei uma ótima estratégia ajudou no esclarecimento junto à equipe para identificar se estamos alinhados e no caminho certo para entregar algo de valor para o cliente.
4. Com relação a técnica Matriz de Wieggers, qual sua avaliação sobre o nível de dificuldade do entendimento da técnica? 33,3% consideraram fácil e 66,7% nem fácil, nem difícil;
5. As visualizações do modelo <i>i*</i> (objetivos, atividades, qualidades e suas interdependências), ajudaram positivamente na execução da priorização de requisitos? (Sim, Não, Talvez). 33,3% consideraram que “Talvez” e 66,7% responderam “Sim”.
6. Explique sua resposta anterior. Um dos participantes pontuou “Apesar de simples não é tão trivial pra quem está vendo pela primeira vez. Neste caso o modelo é relativamente complexo. Todos os outros mencionaram que ofereceu grande contribuição, pois, por exemplo, “consigo identificar com mais clareza as dependências dos elementos e tomar a decisão de quais requisitos devem subir na lista de prioridades” mencionou um deles.
7. Dê sua opinião sobre o uso do modelo <i>i*</i> para priorização de requisitos e o que poderia ser melhorado. Mencionaram pontos positivos referente a visão macro, com visualização de softgoals apoiada pelo modelo. Um deles pontuou: “É importante que seja possível ocultar elementos menos importantes para facilitar a visualização do core do sistema.”
8. Na sua opinião, quais foram os elementos da gamificação que mais contribuíram na manutenção de seu engajamento/motivação? A pontuação foi o elemento mais mencionado.

9. <i>Quais outros elementos da gamificação você acredita que poderiam trazer benefícios positivos para a abordagem de priorização de requisitos?</i> Um pontuou: “acho que um temporizador ou "vida" ajudaria a tornar a atividade mais ágil, como também gerar a preocupação em comentar com qualidade.”
10. <i>Você sugere modificação na pontuação adotada?</i> Uma participante relatou: “Poderia pontuar os 3 primeiros e não apenas o primeiro. Responder comentário poderia valer mais.”
11. <i>Em geral, como você classifica a experiência na execução dessa abordagem?</i> Todos mencionaram ser boa ou muito interessante.
12. <i>Você recomenda o seu uso em uma empresa?</i> Todos “Sim” ou “Sim, tem potencial”.

Table 6. Respostas do questionário aplicado aos *stakeholders*

1. <i>Você já possuía conhecimento ou já tinha executado priorização de requisitos?</i> Apenas 66,7 disseram que sim já possuíam conhecimento ou tinham executado priorização.
2. <i>Com relação ao entendimento dos critérios, qual sua avaliação sobre o nível de dificuldade?</i> Nos resultados 33,3% acham muito fácil, e 66,7% nem fácil, nem difícil.
3. <i>Sobre o experimento, com qual facilidade você conseguiu realizar a priorização de requisitos?</i> Todos concordaram que a priorização de requisitos do experimento foi fácil.
4. <i>Sobre o experimento, quais dificuldades enfrentou no momento de realizar a priorização de requisitos?</i> “Equilibrar a equação benefício e custos”; “o mais complexo é dimensionar as prioridades de um requisito em relação a outros e manter o padrão de coerência”
5. <i>A possibilidade de inserir/ler comentários em cada requisito ajudou no processo de priorização?</i> Os participantes pontuaram que “sim ajudou, mas acredito que a leitura dos comentários pode ficar para outra etapa”; “gostei, pode gerar insights e ser esclarecedor”
6. <i>Você conhecia ou já tinha experiência com a modelagem i*?</i> Apenas 33,3% relataram não ter experiência com a modelagem i*
7. <i>Se sim, conte sobre o contexto do uso da modelagem i* e suas considerações sobre ela.</i> Um mencionou: “considero positivo, o uso da ferramenta por funcionar de maneira parecida a outras de engenharia de software e de organizar o pensamento na priorização”. Outro pontuou: “o software poderia ser mais amigável”
8. <i>Você considera que a visualização do modelo i* contribuiu na execução da priorização de requisitos? (Escala de 1 a 5, onde 1 contribuiu pouco e 5 contribuiu muito).</i> A distribuição dos participantes ficou em 33,3% para 3, 4 e 5 na escala de contribuição.”
9. <i>As visualizações do modelo i* com seus objetivos, atividades, qualidades e suas interdependências, ajudaram na execução da priorização de requisitos?</i> 100% disse que sim.
10. <i>Qual a sua opinião sobre o uso do modelo i* para priorização de requisitos? O que poderia ser melhorado.</i> Algumas respostas: “Acho um modelo interessante. Entretanto sua aplicabilidade depende da modelagem correta do Diagrama e suas interdependências”; e: “Considero um avanço em relação a priorização tradicional. Uma melhoria possível poderia ser a criação de um método que ajudasse o usuário a dar pesos relativos aos requisitos.”
11. <i>Modelos i* priorizados com escala de coloração ajudam na visualização de quais objetivos têm maior ou menor impacto sobre algum critério?</i> Todos concordaram que sim e pontuaram que: “o formato do diagrama facilita a identificação das prioridades”.
12. <i>Modelos i* priorizados com escala de coloração auxiliam nas fases de priorização posteriores (ex: de histórias de usuários)?</i> Todos concordaram, “pode-se trabalhar de maneira análoga” e que “o formato visual ajuda bastante na compreensão de parte e do todo.”
13. <i>Possui conhecimento ou experiência com gamificação?</i> Apenas 33,3% relataram não t
14. <i>Se sim, conte sobre o contexto do uso da gamificação e faça considerações.</i> Alguns participantes disseram ter conhecimento apenas pela literatura, “Apenas de literatura. Penso que o principal e o mais difícil é conquistar as pessoas, ou seja, elas devem comprar a ideia.”; outro pontuou: “Seria mais positiva se houvesse sincronismo entre os participantes.”.

15. <i>Na sua opinião, elementos adotados de pontuação/ranking são capazes de contribuir no engajamento/motivação na execução da atividade de priorização de requisitos?</i> Todos concordaram e responderam também: “pontos/ranking devem estar alinhados com o crescimento, conquista e satisfação.” Outro mencionou que os comentários o motivaram mais.
16. <i>Quais outros elementos da gamificação você acredita que poderiam trazer benefícios positivos para uma abordagem de priorização de requisitos?</i> “Recompensas, feedbacks” e “Exibição do ranking dos usuários” foram citados pelos participantes.
17. <i>Em geral, como classifica a experiência na execução dessa abordagem?</i> “Muito boa”; “Boa experiência, penso que é um modelo promissor”
18. <i>Quais mudanças você sugere na execução dessa abordagem?</i> “Avaliar a priorização macro, e refinar em vários subciclos de priorização por funcionalidade de forma detalhada.”; “que os decisores participem fortemente nas priorizações, sem a participação deles pode haver retrabalho e insucesso.”; “A ferramenta visual é um pouco precária, principalmente pela falta de uso da nuvem para armazenar os arquivos.”.

5 Conclusões e Trabalhos Futuros

A priorização de requisitos ainda é uma atividade que enfrenta grandes e diferentes desafios. Neste artigo buscou-se propor um primeiro estudo, viabilizado através da definição de um processo Visual-PR, que reunisse diferentes propostas (modelos e ferramentas) visando mitigar questões relacionadas à complexidade da atividade, à falta de engajamento e de interação entre *stakeholders*. O processo considerou desde o planejamento da priorização, passando pela priorização de objetivos até à priorização de histórias de usuário (etapa opcional).

O processo mostrou ajudar a reduzir algumas dificuldades identificadas, entre elas: auxiliar na redução da complexidade (através de elementos visuais, cognitivamente mais favoráveis, e de interação entre *stakeholders* – visando convergir suas opiniões); orientar no processo de modelagem e priorização de requisitos através da necessidade de definição de diferentes elementos; além de trabalhar aspectos voltados para a motivação e engajamento. Por fim, evidenciamos que o modelo e ferramentas foram satisfatórios de acordo com resultados adquiridos através do estudo de caso.

Também foram identificadas algumas limitações relativas ao estudo: a proposta foi aplicada parcialmente (2 vezes na academia e 1 vez num ambiente de empresa). É importante executá-la mais vezes após realizar as sugestões de melhorias feitas pelos participantes do estudo. Não foi possível validar a proposta de ponta a ponta, ou seja, incluindo a etapa que utiliza o PRIUS, devido a limitações na ferramenta.

Entre as sugestões de trabalhos futuros, visando refinar e adequar a Visual-PR, temos: realização de mais experimentos completos, com a integração do PRIUS e com maior quantidade de participantes; implementação de um ambiente único, integrado com o PRIUS, com uma interface que garanta boa usabilidade; melhorias no *piStar-Visualization* que mitiguem problemas encontrados ao longo da avaliação da proposta; analisar o uso do DMGame para identificar novas funcionalidades relevantes no contexto; e desenvolver uma abordagem de modelos de argumentação para melhor suporte à tomada de decisão na priorização de requisitos.

Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente suportado pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de PE (FACEPE), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Referências

1. Wieggers, K.: First things first: prioritizing requirements, *Software Development* (1999).
2. Lira, L.; Lencastre, M.; Pimentel, J.: Visual-PR: Um processo visual e gamificado para apoio à Priorização de Requisitos. Dissertação de Mestrado. Programa de Engenharia de Computação, Universidade de Pernambuco (2022).
3. Silva, D., Lencastre, M, Pimentel, J., Castro, J., Lira, L.: Applying Gamification to Prioritize Requirements in Agile Projects". *ACM Symposium on Applied Computing* (2023).
4. Flório, C.: Planejamento e Priorização de Requisitos em Modelos i*, Dissertação de Mestrado, UPE, Recife, PE, 2017.
5. B. P. Model, Notation version 2.0. OMG Specification, Object Management Group, 2011
6. Pimentel, J. Lencastre, M., Lira, L.: Visualization of the Values of Requirements Attributes with Goal Models. *Cadernos do IME, Série Informática* (2021).
7. Runeson, P., Höst, M.: Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. *Empirical Software Engineering* (2009).
8. Silva, B.: REACT-M: O Relato de um Estudo de Caso de Aplicação de um Método Ágil para Gerência de Requisitos de Software, 23 Workshop em Engenharia de Requisitos (2020)
9. Kifetew, F., Munante, D., Perini, A., Susi, A., Siena, A.: Gamifying Collaborative Prioritization: Does Pointsification Work, *IEEE 25th International Requirements Engineering Conference* DOI: 10.1109/RE.2017.66 (2017)
10. Kolpondinos, M., Glinz, M.: GARUSO: a gamification approach for involving stakeholders outside organizational reach in requirements engineering. *Requirements Eng 25*, (2020).
11. Lombriser, P. Dalpiaz, F. Lucassen, G., Brinkkemper, S.: Gamified requirements engineering: model and experimentation," *International Working of Conference no Requirements Engineering: Foundation for Software Quality*, 171-187 (2016).
12. Muhammad, K., Moawad, K., Elfakharan, E.: A Framework for Requirements Prioritization Process in Agile Software Development. *Journal of Physics: Conference Series* (2020)
13. Kassab, M.: An integrated approach of AHP and NFRs framework," *IEEE 7th International Conference on Research Challenges in Information Science*, 1-8 (2013).
14. Cao, L., Ramesh, B.: Agile Requirements Engineering Practices: An Empirical Study *IEEE Software*, IEEE, v. 25, n. 1 (2008).
15. Popli, R., Chauhan, N., Sharma, H.: REfine: A gamified platform for participatory requirements engineering. In *Proceedings of the International Conference on Issues and Challenges in Intelligent Computing Techniques, ICICT* (2014).
16. Kolpondinos, M., Glinz, M.: Behind Points and Levels: The Influence of Gamification Algorithms on Requirements Prioritization. In *International Requirements Engineering Conference*, IEEE (2017)
17. Bano, M., Zowghi, D.: A Systematic Review on the Relationship Between User Involvement and System Success. *Information and Software Technology*, Vol. 58, Elsevier. (2015).