

# Análise da abordagem de Aprendizagem Baseada em Projeto na aprendizagem de Gerência de Configuração de Software

Daniel Henrique Vargas<sup>1</sup>, Rafael Araújo Badaró<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bacharelado em Engenharia de Software

Instituto de Ciências Exatas e Informática – PUC Minas

Ed. Fernanda. Rua Cláudio Manoel, 1.162, Funcionários, Belo Horizonte – MG – Brasil

{daniel.vargas,rafael.badaro}@sga.pucminas.br

**Abstract.** *There are several challenges in teaching software engineering. Such challenges are more frequent in the software configuration management area. Several pedagogical approaches are proposed trying to overcome these challenges, among them we highlight Project-Based Learning (PBL). However, there is still a lack of studies that relate the use of the PBL approach to the area of software configuration management. In this study, we analyze the application of PBL in learning software configuration management. We analyze 111 PBL projects, which have a semester duration, in two distinct semesters. Employing descriptive and inferential statistical analysis, relationships between learning the skills and attributes of configuration management and the use of PBL are studied. Our results show: 1) an increasing trend in the use of certain practices that refer to configuration management attributes in the first, second and third experience with PBL; 2) trend of dissemination of practices between projects at different stages throughout the semesters; 3) high positive correlation between different attributes associated with the practice of creating pull requests.*

**Keywords–** *Project Based Learning, Software Configuration Management, Software Engineering Education*

**Resumo.** *Há diversos desafios no ensino de engenharia de software. Tais desafios são mais frequentes na área de gerência de configuração de software. Diversas abordagens pedagógicas são propostas tentando superar esses desafios, dentre elas destaca-se a Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP). Entretanto, ainda há uma carência de estudos que relacionem o uso da abordagem de ABP com a área de gerência de configuração de software. Neste estudo, analisa-se a aplicação da ABP no aprendizado de gerência de configuração de software. São analisados 111 projetos de ABP, que possuem um semestre de duração, em dois semestres distintos. Empregando análise estatística descritiva e inferencial, são estudadas relações entre o aprendizado das competências e atributos de gerência de configuração e o uso de ABP. Nossos resultados mostram: 1) tendência de aumento no uso de determinadas práticas que remetem aos atributos de gerência de configuração na primeira, segunda e terceira experiência com ABP; 2) tendência de disseminação das práticas entre projetos de diferentes estágios ao longo dos semestres; 3) alta correlação positiva entre diferentes atributos associados à prática de criação de pull requests.*

**Palavras chave–** *Aprendizagem Baseada em Projeto, Gerência de Configuração de Software, Educação em Engenharia de Software*

**Bacharelado em Engenharia de Software - PUC Minas**  
**Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)**

Orientador de conteúdo (TCC I): Laerte Xavier - laertexavier@pucminas.br  
Orientador acadêmico (TCC I): Lesandro Ponciano - lesandrop@pucminas.br  
Orientador do TCC II: Lesandro Ponciano - lesandrop@pucminas.br

Belo Horizonte, 14 de novembro de 2021.

## 1. Introdução

Sabe-se que o ensino de conceitos teóricos sem vínculo com suas aplicações práticas ou sem exemplos no contexto do aluno pode desestimular a aprendizagem, justificando porque o ensino e o aprendizado são grandes desafios da educação nas universidades [Fioravanti et al. 2018]. Segundo Garousi et al. (2020), baseado em 33 estudos de 12 países diferentes, as áreas de conhecimento nas quais os alunos de engenharia de software (ES) apresentam maior disparidade com o que é exigido no mercado são: gerência de configuração de software, modelos e métodos, processo, *design* (e arquitetura) e testes. Na tentativa de preencher a lacuna entre teoria e prática, várias abordagens têm sido propostas e aplicadas para melhorar o ensino e aprendizagem em ES [Fioravanti et al. 2018].

Uma das abordagens de ensino mais conhecidas é a Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP). Essa abordagem é um dos métodos educacionais centrado no aluno mais bem sucedido e amplamente utilizado nos cursos de Ciência da Computação e Sistemas de Informação, assim como em cursos de Engenharia [Souza et al. 2019]. Entretanto, ainda existe uma carência de estudos que mostrem como a ABP auxilia no aprendizado da área de gerência de configuração de software. Nesse contexto, o problema que este trabalho busca solucionar é a **ausência de análises da aprendizagem de tópicos da área de gerência de configuração de software em um curso baseado em ABP**. Busca-se compreender o quanto a abordagem de ABP auxilia no aprendizado de estudantes da ES nessa área, como forma de endereçar essa disparidade.

O objetivo geral deste estudo é **caracterizar a ocorrência de atributos da área de gerência de configuração de software em um curso baseado em ABP**. Para atingir esse objetivo, são propostos os seguintes objetivos específicos: 1) Propor métricas de gerência de configuração de software a partir de repositórios de projetos de alunos do curso de Engenharia de Software; 2) Montar, em um estudo de caso, um conjunto de análises estatísticas utilizando as métricas coletadas de repositórios; 3) Apresentar uma análise comparativa entre o nível de conhecimento em competências e atributos da área de gerência de configuração de software e o nível de experiência com ABP.

Para realizar o estudo são identificadas e coletadas métricas provenientes de repositórios de projetos de desenvolvimento de software conduzidos em ambiente acadêmico. As métricas são associadas as respectivas competências e atributos na área de gerência de configuração de software. É realizada uma análise desses dados, utilizando métodos de variação e tendência central, percentual de presença e correlação. Os resultados mostram que as competências gestão do processo de gerenciamento de configuração de software, identificação de configuração de software, controle de configuração de software, contabilidade de *status* de configuração de software e auditoria de configuração de software se

mostram presentes com frequência nos repositórios dos alunos. Também observa-se um aumento na presença de atributos relacionados as competências nos repositórios entre o segundo semestre de 2020 e o primeiro semestre de 2021, além de uma correlação forte entre os atributos determinação de quais mudanças fazer, suporte para a implementação de mudanças e ferramentas e técnicas a serem utilizadas no gerenciamento de itens controlados.

As demais seções deste trabalho estão estruturadas da seguinte forma: A Seção 2 apresenta conceitos relevantes ao estudo. A Seção 3 descreve os principais trabalhos relacionados. A Seção 4 detalha os materiais e métodos. A Seção 5 apresenta os resultados obtidos. A Seção 6 apresenta as discussões dos resultados. A Seção 7 apresenta as conclusões e trabalhos futuros.

## **2. Referencial Teórico**

Nesta seção, são apresentados os três principais conceitos envolvidos na solução do problema. O primeiro é referente à educação na ES. O segundo é referente à ABP. O terceiro é referente à área de gerência de configuração de software.

### **2.1. Educação na Engenharia de Software**

A ES tem sido tradicionalmente ensinada por meio de aulas, com o uso de quadros negros e apresentações de slides como suporte para as explicações [Fioravanti et al. 2018]. Além disso, os alunos participam de um projeto fictício, que tem pouca ou nenhuma conexão com a prática da ES. No entanto, esses são métodos estáticos, uma vez que o professor seguirá rigorosamente o plano de aula, com pouco espaço para alterações.

A educação no curso de Engenharia de Software envolve competências relacionadas ao modelo clássico de conhecimento, habilidades e atitudes (CHA). Conhecimento é a condição de estar ciente de algo, reter e processar informação [Ponciano 2019]. Para adquirir conhecimento em cursos de Engenharia de Software, alunos costumam tomar parte em aulas teóricas e expositivas sobre conceitos, tópicos e métodos das áreas de conhecimento da ES. Habilidade é como fazer algo, desempenhando atividade e tarefas de forma rápida e precisa [Ponciano 2019]. Para desenvolver habilidade em cursos de Engenharia de Software, alunos costumam implementar padrões de desenvolvimento e técnicas de negócio em projetos práticos de software. Atitude é formar um ponto de vista novo ou diferente sobre um assunto [Ponciano 2019]. Para desenvolver atitude em cursos de Engenharia de Software, alunos costumam ser requisitados para adaptar soluções de desenvolvimento e processos de negócio de acordo com diferentes contextos.

Vários cursos de Engenharia de Software evoluíram de cursos de Ciência da Computação e, por causa disso, ainda focam em tópicos teóricos e técnicos da Ciência da Computação como também em fundações matemáticas [Garousi et al. 2020]. Diante da influência de aspectos didáticos e pedagógicos no aprendizado de ES e suas subáreas, vários pesquisadores têm proposto diferentes formas de estimular a aprendizagem de conceitos fundamentais, como jogos, metodologias de ensino, ferramentas e integração entre disciplinas [Lemos et al. 2019].

### **2.2. Aprendizagem Baseada em Projetos**

Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP) é uma abordagem para ensino e aprendizagem em sala de aula, onde os alunos estão envolvidos na investigação de casos realistas e

aprendem trabalhando em um projeto aberto, descobrindo soluções à medida que avançam [Souza et al. 2019]. Essa abordagem tem como objetivo aproximar os alunos da prática por meio de um projeto real, possuindo a capacidade de trazer inovação e dinamismo no ensino de ES [Fioravanti et al. 2018]. Uma das vantagens da abordagem de ABP é que os estudantes não só aprendem como utilizar as habilidades que eles adquiriram de semestres anteriores, mas também como identificar e preencher as lacunas nas suas habilidades para completar um projeto com sucesso [Spichkova 2019]. Outra vantagem da ABP é prover aos estudantes uma experiência de trabalho em equipe, onde aprendem como organizar o seu trabalho como um time, dividindo as tarefas e responsabilidades.

### 2.3. Gerência de Configuração de Software

A área de gerência de configuração de software busca gerenciar a configuração de um software em pontos distintos do ciclo de vida do software [Bourque et al. 2014]. O objetivo é controlar as mudanças de configuração sistematicamente, manter a integridade e a rastreabilidade da configuração, durante o ciclo de vida do software. Essa área envolve as seguintes competências: gestão do processo de gerenciamento de configuração de software, identificação de configuração de software, controle de configuração de software, contabilidade de *status* de configuração de software, auditoria de configuração de software, gerenciamento e entrega de *release* de software e ferramentas de gerenciamento de configuração de software [Bourque et al. 2014]. A definição dessas competências, segundo Bourque et al. (2014), é apresentada a seguir:

- **Gestão do processo de gerenciamento de configuração de software** consiste no controle da evolução e integridade de um produto, identificando seus elementos, gerenciando e controlando mudanças, e verificando, registrando e relatando informações de configuração.
- **Identificação de configuração de software** consiste na identificação de itens a serem controlados, estabelecendo esquemas de identificação para os itens e suas versões e definindo as ferramentas e técnicas a serem usadas na aquisição e gerenciamento de itens controlados.
- **Controle de configuração de software** se preocupa com o gerenciamento de mudanças durante o ciclo de vida do software. Abrange o processo para determinar quais mudanças fazer, a autoridade para aprovar certas mudanças, suporte para a implementação dessas mudanças e o conceito de desvios formais dos requisitos do projeto, bem como isenções deles.
- **Contabilidade de *status* de configuração de software** é um elemento de gerência de configuração de software que consiste no registro e relatório de informações necessárias para gerenciar uma configuração de forma eficaz.
- **Auditoria de configuração de software** determina até que ponto um item satisfaz as características funcionais e físicas exigidas. Auditorias informais desse tipo podem ser realizadas em pontos-chave do ciclo de vida.
- **Gerenciamento e entrega de *release* de software** engloba a identificação, empacotamento e entrega dos elementos de um produto - por exemplo, um programa executável, documentação, notas de versão e dados de configuração.
- **Ferramentas de gerenciamento de configuração de software** podem ser divididas em três classes de acordo com o escopo de suporte: suporte individual, suporte relacionado a projetos e suporte a processos em toda a empresa.

### 3. Trabalhos Relacionados

Os trabalhos relacionados, discutidos nesta seção, envolvem análises da aplicação da ABP no contexto da educação da ES. Os outros trabalhos tratam das principais áreas da ES que necessitam de um maior foco de desenvolvimento acadêmico, dentre elas se encontra a área de gerência de configuração de software.

Souza et al. (2019) realizam um estudo comparativo entre a aplicação da ABP e uma abordagem teórica e tradicional em um curso introdutório de Engenharia de Software [Souza et al. 2019]. Os resultados mostram uma percepção positiva dos estudantes em relação a abordagem de ABP, destacando a contribuição dessa para o aprendizado de tópicos específicos da ES, como Engenharia de Requisitos, *Design* e Métodos Ágeis, sendo mais efetiva nesse ponto do que a abordagem tradicional. O estudo atual complementa o estudo de Souza et al. (2019) pois, embora eles demonstrem a aplicabilidade e eficiência da ABP no ensino de tópicos específicos da ES, ainda há a ausência de uma avaliação aprofundada em relação à gerência de configuração de software.

Perez et al. (2020) realizam um estudo de nove anos sobre a utilização da ABP aplicada em uma disciplina de Fundamentos de Engenharia de Software em um curso de Engenharia de Software de uma universidade espanhola. Um dos objetivos principais é avaliar se a introdução da ABP contribui para incrementar a motivação e as habilidades profissionais dos alunos [Pérez and Rubio 2020]. Os resultados obtidos mostram que os próprios alunos valorizam positivamente a experiência, baseado nas respostas obtidas de um questionário que avalia a percepção dos mesmos em relação a aplicação da ABP. O estudo atual complementa o estudo de Perez et al. (2020) pois, embora eles demonstrem a aplicabilidade e eficiência da ABP no ensino de uma disciplina específica, ainda há a ausência de uma avaliação aprofundada em relação ao ensino da área de gerência de configuração de software no contexto de um curso de graduação.

Garousi et al. (2020) realizam uma revisão sistemática da literatura de 33 artigos de 12 países diferentes com o objetivo de responder três perguntas: I) Quais habilidades são as mais importantes na indústria de Software? II) Existe alguma evidência de deficiências de conhecimento em graduandos do curso de Engenharia de Software? Quais são os tópicos com as maiores deficiências? III) Até que ponto as *soft skills* são importantes, além das habilidades (técnicas) difíceis? [Garousi et al. 2020]. Foi notado pela pesquisa que os tópicos que apresentam maior disparidade com o que é exigido no mercado são: gerência de configuração de software, modelos, processo, *design* e testes. Este trabalho complementa o estudo de Garousi et al. (2020) pois busca ajudar na compreensão sobre como a ABP pode ajudar os alunos do curso de Engenharia de Software a desenvolver competências da área de gerência de configuração de software.

Tushev et al. (2020) realizam um estudo de caso sobre a aplicação do *GitHub* em uma turma de Engenharia de Software com 91 alunos. Um dos objetivos do estudo é analisar o impacto do uso dessa ferramenta na qualidade dos trabalhos dos alunos, nas suas habilidades em gerência de configuração de software e outros comportamentos acadêmicos [Tushev et al. 2020]. Os resultados mostraram que utilizar o *GitHub* pode ajudar os alunos a aprenderem sobre plataformas de versionamento online sem afetar a qualidade do trabalho destes. Este trabalho complementa o estudo de Tushev et al. (2020) pois busca analisar o desenvolvimento de competências da área de gerência de configuração de software por meio do uso da plataforma *GitHub* em um contexto acadêmico de um curso de

graduação em Engenharia de Software.

Nelson e Ponciano (2021) realizam um estudo feito no curso de Engenharia de Software da PUC Minas, que consiste em utilizar uma ferramenta para gerenciamento de tarefas e de código chamada *GitHub Classroom* aplicada em uma disciplina específica de ABP [Nelson and Ponciano 2021]. Os resultados do estudo mostraram que os alunos necessitam entender mais sobre gerência de configuração de software para utilizar a ferramenta de forma efetiva. Este trabalho complementa o estudo de Nelson e Ponciano (2021), pois busca identificar uma possível solução na área de gerência de configuração de software para o problema levantado por eles, relativo à falta de convergência e padronização para métricas e indicadores de aprendizagem adequados para cada estágio de treinamento do aluno.

#### **4. Materiais e Métodos**

A pesquisa realizada neste artigo tem caráter observacional e quantitativo. Possui característica observacional por se tratar de uma análise de métricas de gerência de configuração de repositórios de projetos de desenvolvimento de software, sem controle de variáveis, apenas observação e análise de seus valores. Essa análise consiste na associação entre essas métricas e a experiência com ABP, explicitando como o nível de experiência com ABP influencia na presença dessas métricas nos repositórios analisados. A pesquisa é quantitativa pois trata da comparação entre essas métricas.

O trabalho é dividido em três estágios. O primeiro consiste na coleta de métricas de gerência de configuração de software de repositórios no *GitHub* criados para projetos de alunos do curso de Engenharia de Software da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). O segundo consiste no mapeamento entre as competências e atributos de gerência de configuração de software e as métricas coletadas. O terceiro consiste na realização de análises estatísticas baseadas nas métricas coletadas e na experiência com ABP demonstrada em projetos de alunos do curso de Engenharia de Software.

##### **4.1. Procedimento de Coleta de Dados**

Os dados utilizados no trabalho são coletados do curso de Engenharia de Software da PUC Minas. A escolha desse curso é justificada pelo fato dele fazer o uso da abordagem de ABP desde a sua concepção, possuindo um extenso histórico de uso dessa abordagem em seu ensino. Essa abordagem é aplicada por meio de uma disciplina nomeada Trabalho Interdisciplinar de Software (TI), a qual se faz presente na grade curricular desde o primeiro até o quinto período do curso. Nessa disciplina, os alunos são divididos em equipes com o objetivo de desenvolver um projeto de software ao longo do semestre, e devem utilizar os repositórios criados pela ferramenta *GitHub Classroom* para organizar e administrar o projeto [Nelson and Ponciano 2021]. Esse projeto envolve a aplicação de conceitos vistos em outras disciplinas do mesmo semestre, como forma de exercitar estes conceitos teóricos na prática.

São coletadas as métricas de gerência de configuração de software dos repositórios de alunos que participaram de projetos de TI, sendo essas métricas: *Issues, Tags, Milestones, Releases, Branches, Pull Requests, Workflows, Projects, Gitignore, GitHub Pages, Environments* e *Packages*. Essas métricas foram coletadas durante o segundo semestre de 2021, especificamente na segunda metade do mês de Setembro (09/2021). A Tabela 1

apresenta a quantidade de repositórios para cada TI, do segundo semestre do ano de 2020 e do primeiro semestre do ano de 2021, juntamente com a média de alunos por projeto no TI. A coleta das métricas escolhidas é feita por meio de scripts na linguagem Python. Os scripts e dados obtidos estão disponíveis no *GitHub*<sup>1</sup>.

**Tabela 1. TI, Quantidade de Repositórios e Média de Alunos por Projeto de TI no curso de Engenharia de Software da PUC Minas**

TI	Quantidade de Repositórios 2020-2	Média de alunos 2020-2	Quantidade de Repositórios 2021-1	Média de alunos 2021-1
TI1	9	2.22	17	3.76
TI2	17	4.71	16	4.56
TI3	10	3.80	9	3.89
TI4	8	5.38	9	3.89
TI5	9	4.44	7	4.57

#### 4.2. Mapeamento de Competências e Atributos

As métricas escolhidas para coleta e avaliação são mapeadas de acordo com os atributos de cada competência de gerência de configuração de software, de modo que cada métrica representa um atributo de uma dada competência, como apresentado na Tabela 2. Essas métricas são baseadas na execução do fluxo de trabalho da plataforma *GitHub* [Tsitoara 2020]. Os atributos de cada competência são estabelecidos de acordo com as definições da área de gerência de configuração de software apresentadas por Bourque et al. (2014). Os dados dos repositórios são coletados da API do *GitHub*. São coletados dados de todos os repositórios do segundo semestre do ano de 2020 e do primeiro semestre do ano de 2021 que possuem contribuidores. O cálculo das métricas é feito de dois modos distintos, de acordo com a característica de cada métrica, podendo ser de presença ou de proporção. As métricas de presença são calculadas como 0 ou 1, ou seja, presente ou não presente. As métricas de proporção são calculadas de acordo com o valor proporcional de presença da métrica no repositório.

#### 4.3. Análise Estatística

Para avaliar as métricas coletadas é realizada uma série de análises usando a linguagem R-statistics. Primeiramente, é realizada uma análise de variação e tendência central das métricas coletadas como forma de selecionar as métricas mais relevantes de serem analisadas dado o conjunto de dados coletados. A análise considera o valor mínimo, o 25 percentil, a mediana, o 75 percentil e o valor máximo de cada métrica. O 75 percentil é uma medida de interesse que indica que 25% dos valores de uma amostra se igualam ou estão acima do valor dessa medida. Caso uma métrica se encaixe no 75 percentil, ela é selecionada para ser trabalhada nas análises seguintes pois apresenta variações em diferentes repositórios. Caso contrário, a métrica não é selecionada pois o valor dela tende a se manter o mesmo independentemente do repositório.

A análise do percentual de presença das métricas mais relevantes em relação aos TI é realizada de acordo com as competências e atributos de gerência de configuração de software relativos a cada uma das métricas. O propósito dessa análises é entender se há uma relação entre o TI e o desenvolvimento de competências e atributos da área de

<sup>1</sup><https://github.com/ICEI-PUC-Minas-PPLES-TI/plf-es-2021-1-tcc1-5308100-daniel-vargas-e-rafael-badaro> acesso em 14 de novembro de 2021

**Tabela 2. Competências e atributos da área de gerência de configuração de software associadas às métricas de repositório**

Competências	Atributos	Métricas
Gestão do processo de gerenciamento de configuração de software	Controle da evolução e integridade de um produto	Uso de <i>Milestones</i> : 1 se usa e 0 se não usa
	Identificação de elementos de um produto	Proporção de <i>Issues</i> com <i>Milestones</i> associadas: valor entre 0 e 1, sendo 0 se nenhuma das <i>issues</i> possuem <i>milestones</i> associadas e 1 se todas possuem
	Gerência e controle de mudanças	Proporção de <i>Pull Requests</i> com <i>Milestones</i> associadas: valor entre 0 e 1, sendo 0 se nenhum dos <i>pull requests</i> possuem <i>milestones</i> associadas e 1 se todos possuem
	Verificação, registro e relato de informações de configuração	Proporção de <i>Issues</i> com comentários: valor entre 0 e 1, sendo 0 se nenhuma das <i>issues</i> possuem comentários e 1 se todas possuem
Identificação de configuração de software	Itens a serem controlados	Uso de <i>Issues</i> : 1 se usa e 0 se não usa
	Esquemas de identificação dos itens	Proporção de <i>Issues</i> com <i>labels</i> associadas: valor entre 0 e 1, sendo 0 se nenhuma das <i>issues</i> possuem <i>labels</i> associadas e 1 se todas possuem
	Esquemas de identificação das versões dos itens	Uso de <i>Tags</i> : 1 se usa e 0 se não usa
	Ferramentas e técnicas a serem utilizadas na aquisição de itens controlados	Uso de <i>Workflows</i> : 1 se usa e 0 se não usa
	Ferramentas e técnicas a serem utilizadas no gerenciamento de itens controlados	Uso de <i>Branches</i> : 1 se usa e 0 se não usa
Controle de configuração de software	Determinação de quais mudanças fazer	Uso de <i>Pull Requests</i> : 1 se usa e 0 se não usa
	Autoridade para aprovar certas mudanças	Proporção de <i>Pull Requests</i> com revisores associados: valor entre 0 e 1, sendo 0 se nenhum dos <i>pull requests</i> possuem revisores associados e 1 se todos possuem
	Suporte para a implementação de mudanças	Proporção de <i>Branches</i> com <i>Pull Requests</i> associados: valor entre 0 e 1, sendo 0 se nenhum dos <i>branches</i> possuem <i>pull requests</i> associados e 1 se todos possuem
	Conceito de desvios formais dos requisitos do projeto, bem como isenções deles	Proporção de <i>Pull Requests</i> completados: valor entre 0 e 1, sendo 0 se nenhum dos <i>pull requests</i> foram completados e 1 se todos foram
Contabilidade de <i>status</i> de configuração de software	Registro das informações necessárias para gerenciar uma configuração de maneira eficaz	Uso de <i>Projects</i> : 1 se usa e 0 se não usa
Auditoria de configuração de software	Determinação até que ponto um item satisfaz as características exigidas	Uso do <i>Gitignore</i> : 1 se usa e 0 se não usa
Gerenciamento e entrega de <i>release</i> de software	Identificação dos elementos de um produto	Proporção de <i>Tags</i> com <i>Releases</i> associadas: valor entre 0 e 1, sendo 0 se nenhuma das <i>tags</i> possuem <i>releases</i> associadas e 1 se todas possuem
	Empacotamento e <i>release</i> dos elementos de um produto	Uso de <i>Releases</i> : 1 se usa e 0 se não usa
Ferramentas de gerenciamento de configuração de software	Ferramenta de suporte individual	Uso do <i>GitHub Pages</i> : 1 se usa e 0 se não usa
	Ferramenta de suporte relacionado a projetos	Uso de <i>Environments</i> : 1 se usa e 0 se não usa
	Ferramenta de suporte a processos em toda a empresa	Uso de <i>Packages</i> : 1 se usa e 0 se não usa



gerência de configuração de software. Analisa-se também a correlação entre as métricas mais relevantes, com o propósito de identificar se alguma das métricas possui uma alta correlação com outra. Essa análise é feita utilizando o método de correlação de Spearman, que avalia a relação monotônica entre duas variáveis, gerando como resultado um valor que varia entre -1 e +1. Valores positivos da correlação indicam que se os valores de uma variável aumentam, os da outra variável também aumentam. Já valores negativos da correlação indicam que se os valores de uma variável decrescem, os valores da outra variável crescem. O nível de significância estatística é representado pelo *p-value*. Nesta pesquisa, o valor aceitável é  $p\text{-value} < 0.05$ , para se obter um nível de significância estatística de 95%.

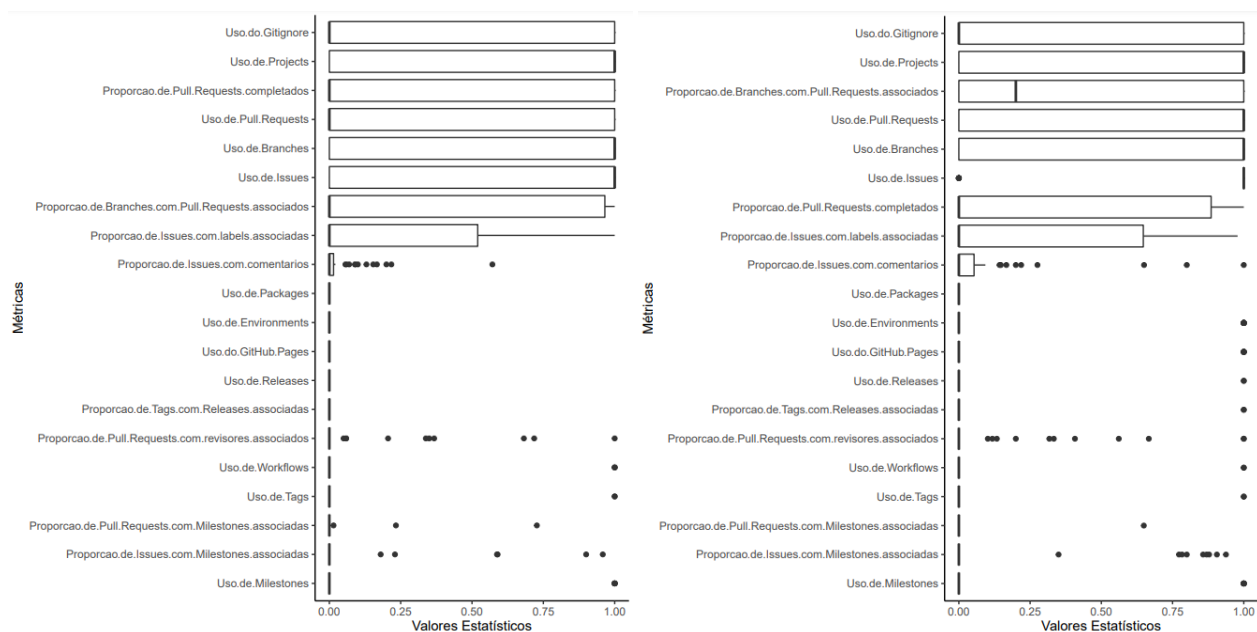
Várias abordagens foram sugeridas para traduzir o coeficiente de correlação em descritores como relacionamento fraco, moderado ou forte [Schober et al. 2018]. Enquanto a maioria dos pesquisadores concordaria que um coeficiente de menor que 0.10 indica uma relação insignificante, e que um coeficiente de maior que 0.90 indica uma relação muito forte, os valores intermediários são discutíveis. Com base na abordagem convencional para interpretar um coeficiente de correlação apresentada por Schober et al. (2018), define-se que uma correlação com coeficiente de 0.70 ou superior é considerada uma correlação forte.

## 5. Resultados

Os resultados obtidos são apresentados ao longo desta seção. Primeiro, apresenta-se a análise de variação e tendência central das métricas coletadas, para entender o quão relevante cada métrica é dentre os dados coletados. Depois, é realizada uma análise do percentual de presença das métricas mais relevantes em relação aos TI. Por último, é realizada a análise de correlação entre as métricas mais relevantes, para identificar se alguma das métricas possui alta correlação com outra.

**Presença de Atributos de Gerência de Configuração nos Projetos.** Realiza-se a análise de variação e tendência central das métricas coletadas. A Figura 1(a) apresenta os resultados dessa análise para o segundo semestre de 2020 e a Figura 1(b) apresenta os resultados dessa análise para o primeiro semestre de 2021. Pode-se observar que as mesmas 9 métricas apresentaram um valor maior que 0 no 75 percentil para ambos os semestres. Considerando essa análise, essas 9 métricas são consideradas mais relevantes e selecionadas, sendo elas: Proporção de *Issues* com comentários, Uso de *Issues*, Proporção de *Issues* com *labels* associadas, Uso de *Branches*, Uso de *Pull Requests*, Proporção de *Branches* com *Pull Requests* associados, Proporção de *Pull Requests* completados, Uso de *Projects* e Uso do *Gitignore*.

As métricas Uso de *Milestones*, Proporção de *Issues* com *Milestones* associadas, Proporção de *Pull Requests* com *Milestones* associadas, Uso de *Tags*, Uso de *Workflows*, Proporção de *Pull Requests* com revisores associados, Proporção de *Tags* com *Releases*, Uso de *Releases*, Uso do *GitHub Pages*, Uso de *Environments*, Uso de *Packages* não foram selecionadas, indicando que elas não apresentam uma variação suficientemente relevante entre os repositórios de cada TI e, portanto, não aparentam ser afetadas pelas diferentes experiências com ABP.



(a) Resultados do segundo semestre de 2020

(b) Resultados do primeiro semestre de 2021

**Figura 1. Distribuição dos valores de variação e tendência central das métricas**

As métricas mais relevantes são agrupadas de acordo com as respectivas competências de cada uma e são a base para as demais análises apresentadas neste estudo. A competência **gestão do processo de gerenciamento de configuração de software** compreende a métrica *Proporção de Issues com comentários*. A competência **identificação de configuração de software** compreende as métricas: *Uso de Issues*, *Proporção de Issues com labels associadas* e *Uso de Branches*. A competência **controle de configuração de software** compreende as métricas *Uso de Pull Requests*, *Proporção de Branches com Pull Requests associados* e *Proporção de Pull Requests completados*. A competência **contabilidade de status de configuração de software** compreende a métrica *Uso de Projects*. A competência **auditoria de configuração de software** compreende a métrica *Uso do Gitignore*.

**Uso de Gerência de Configuração ao longo do Curso** Analisa-se agora o percentual de presença das métricas mais relevantes em relação aos TI, destacando os valores discrepantes na presença das métricas em relação à progressão da disciplina. As métricas são analisadas de acordo com as competências que cada uma representa, de modo que métricas que representam uma mesma competência são analisadas em conjunto.

A Figura 2 apresenta os percentuais de presença de todas as métricas mais relevantes em repositórios para cada TI, sendo elas: *issues com comentários*, *issues*, *issues com labels*, *branches*, *pull requests*, *branches com pull requests associados*, *pull requests completos*, *projects* e *gitignore*. Essas métricas representam as competências **gestão do processo de gerenciamento de configuração de software**, **identificação de configuração de software**, **controle de configuração de software**, **contabilidade de status de configuração de software** e **auditoria de configuração de software**. A Figura 2(a) apresenta os resultados para o segundo semestre de 2020 e a Figura 2(b) apre-

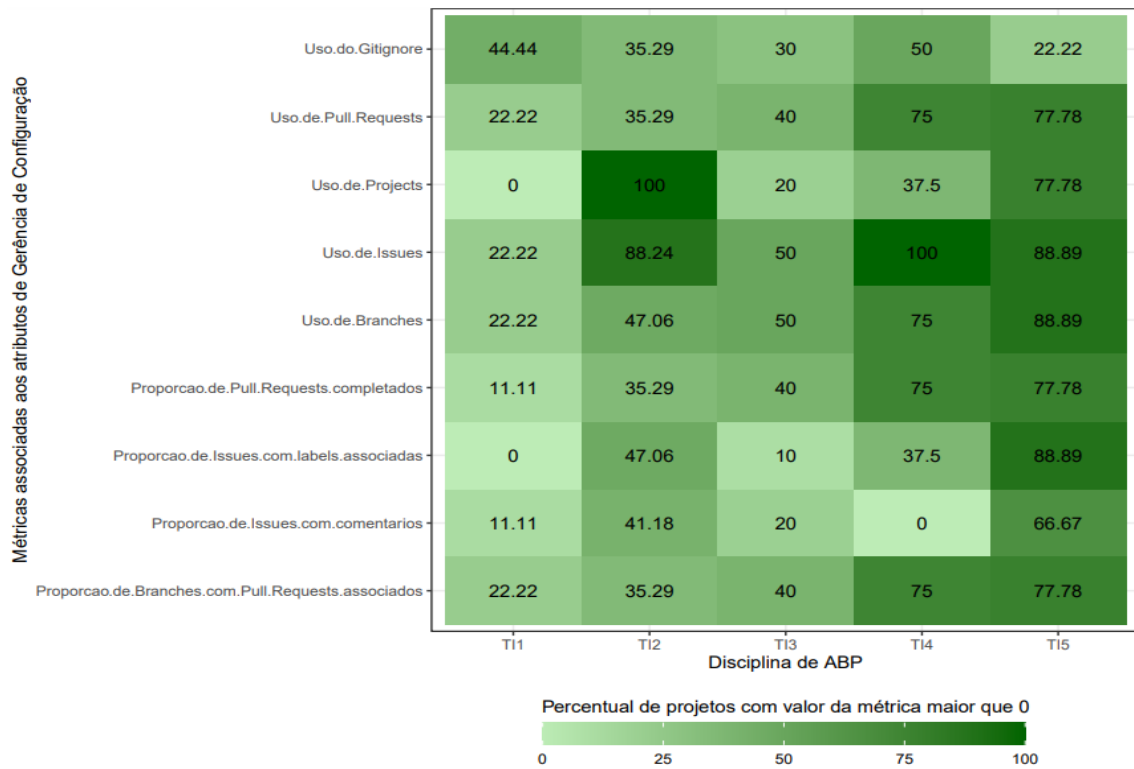
senta os resultados para o primeiro semestre de 2021.

Na competência de **gestão do processo de gerenciamento de configuração de software**, destaca-se o TI2, sendo que 41,18% dos repositórios no segundo semestre de 2020 possuem *issues* com comentários (Figura 2(a)), aumentando para 75% dos repositórios no primeiro semestre de 2021 (Figura 2(b)). Além disso, o TI1 dobrou o seu percentual de presença entre os semestres, apresentando 11,11% no segundo semestre de 2020 (Figura 2(a)) e 23,53% no primeiro semestre de 2021 (Figura 2(b)). O TI4 apresenta um percentual de 0% em ambos os semestres (Figura 2(a) e 2(b)). Na competência de **identificação de configuração de software**, percebe-se que o percentual de uso de *issues* é alto em ambos os semestres (Figuras 2(a) e 2(b)). O TI1 apresentou um aumento considerável entre semestres, 22,22% no segundo semestre de 2020 (Figura 2(a)) e 82,35% no primeiro semestre de 2021 (Figura 2(b)). Já o TI4 apresentou uma redução entre semestres, 100% no segundo semestre de 2020 (Figura 2(a)) e 55,56% no primeiro semestre de 2021 (Figura 2(b)). Outro ponto de destaque é o TI2 que apresentou 88,24% no segundo semestre de 2020 (Figura 2(a)) e 100% no primeiro semestre de 2021 (Figura 2(b)).

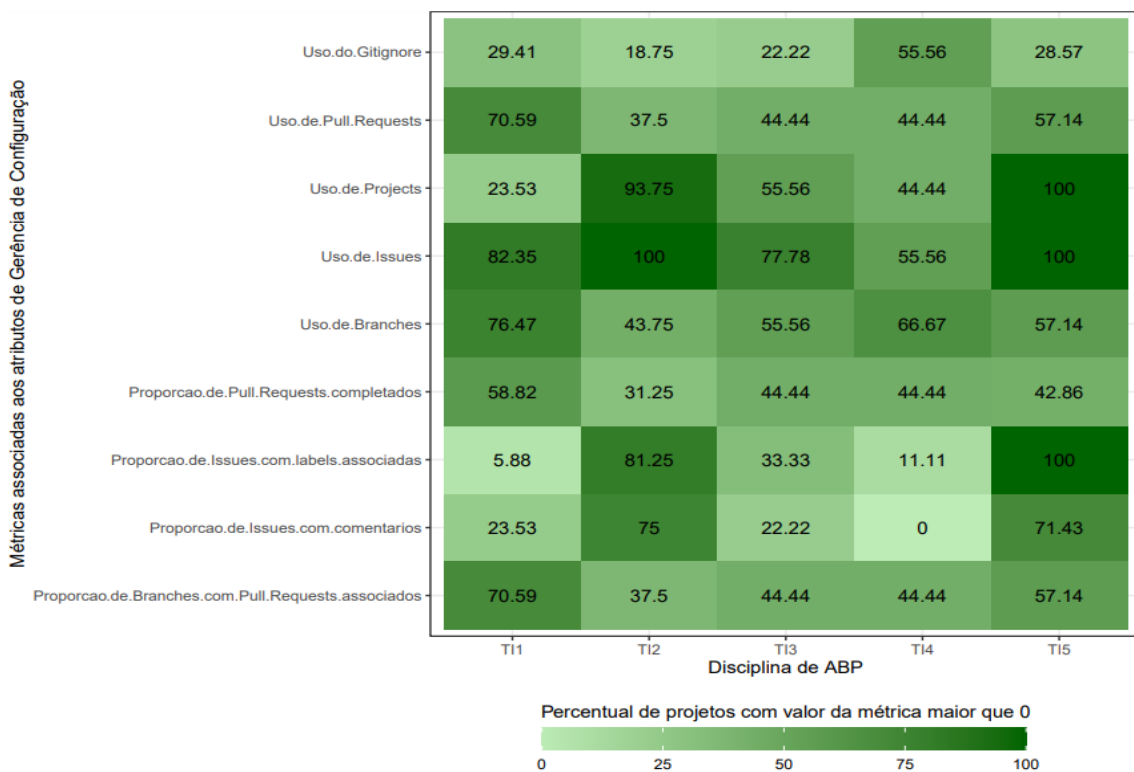
Para os percentuais de uso de *issues* com *labels*, é notável que são os menores percentuais dentre as métricas de **identificação de configuração de software**. Os TI2 e TI5 possuem os maiores valores em ambos semestres, 47,06% e 88,89% respectivamente no segundo semestre de 2020 (Figura 2(a)), 81,25% e 100% no primeiro semestre de 2021 (Figura 2(b)). É notado também que o TI1 apresenta os menores percentuais, 0% no segundo semestre de 2020 (Figura 2(a)) e 5,88% no primeiro semestre de 2021 (Figura 2(b)). Os percentuais de uso de *branches* seguiram um padrão no segundo semestre de 2020 (Figura 2(a)), os percentuais foram aumentando de acordo com o TI, 22,22% para o TI1, 47,06% para o TI2, 50% para o TI3, 75% para o TI4 e 88,89% para o TI5. Já no primeiro semestre de 2021 (Figura 2(b)), o TI1 apresentou o maior percentual, sendo de 76,47% e o TI2 apresentou o menor percentual sendo de 45,75%, além disso o TI5 teve seu percentual reduzido para 57,14%.

Na competência de **controle de configuração de software**, percebe-se que o TI1 se destaca no primeiro semestre de 2021 (Figura 2(b)), tendo 70,59% de repositórios com *pull requests*, 70,59% de repositórios com *branches* com *pull requests* associados e 58,82% de repositórios com *pull requests* completos. Já no segundo semestre de 2020 (Figura 2(a)), o TI1 apresenta 22,22% de repositórios com *pull requests*, 22,22% de repositórios com *branches* com *pull requests* associados e 11,11% de repositórios com *pull requests* completos.

Percebe-se tendência de aproximação dos percentuais de presença para essa competência, com os resultados para todas as métricas de **controle de configuração de software** no primeiro semestre de 2021 (Figura 2(b)) apresentando valores próximos entre os TI2, TI3, TI4 e TI5. Já no segundo semestre de 2020 (Figura 2(a)), os valores apresentados estão distribuídos de uma forma gradativa entre diferentes TI. Os valores apresentados na competência de **controle de configuração de software** são similares entre si em ambos os semestres, chegando até mesmo a serem iguais em alguns casos. O TI3 e TI4 apresentam percentuais de presença idênticos em ambos os semestres para *pull requests*, *branches* com *pull requests* associados e *pull requests* completos, com 40% e 75% dos repositórios respectivamente no segundo semestre de 2020 (Figura 2(a)), e 44,44% dos repositórios para ambos no primeiro semestre de 2021 (Figura 2(b)). Além disso, os re-



(a) Percentuais de presença das métricas nos repositórios do segundo semestre de 2020



(b) Percentuais de presença das métricas nos repositórios do primeiro semestre de 2021

**Figura 2. Análise da presença de métricas de gestão de configuração de software em repositórios por TI**

sultados obtidos no percentual de presença de *pull requests* e no percentual de *branches* com *pull requests* associados são idênticos para todos os TI em ambos os semestres (Figuras 2(a) e 2(b)). Essa similaridade pode ser explicada por uma alta correlação entre as métricas dessa competência.

Na competência de **contabilidade de status de configuração de software**, destaque-se o TI1, sendo que 0% dos repositórios no segundo semestre de 2020 possuem *projects* (Figura 2(a)), aumentando para 23,53% dos repositórios no primeiro semestre de 2021 (Figura 2(b)). Além disso, o TI3 apresenta 20% dos repositórios com *projects* no segundo semestre de 2020 (Figura 2(a)), aumentando para 55,56% no primeiro semestre de 2021 (Figura 2(b)). Já o TI5 apresenta 77,78% dos repositórios com *projects* no segundo semestre de 2020 (Figura 2(a)), aumentando para 100% no primeiro semestre de 2021 (Figura 2(b)). Contudo, percebe-se que o TI2 apresenta 100% dos repositórios com *projects* no segundo semestre de 2020 (Figura 2(a)), diminuindo para 93,75% no primeiro semestre de 2021 (Figura 2(b)).

Na competência de **auditoria de configuração de software**, no TI4, 50% dos repositórios no segundo semestre de 2020 possuem *gitignore* (Figura 2(a)), aumentando para 55,56% dos repositórios no primeiro semestre de 2021 (Figura 2(b)). O TI1 apresenta um percentual maior que os TI2, TI3 e TI5 em ambos semestres, sendo 44,44% no segundo semestre de 2020 (Figura 2(a)) e 29,41% no primeiro semestre de 2021 (Figura 2(b)). Os TI2 e TI3 apresentam reduções nos seus percentuais, 35,29% e 30%, no segundo semestre de 2020 (Figura 2(a)) e 18,75% e 22,22% no primeiro semestre de 2021 (Figura 2(b)).

**Análise de Correlação entre Métricas** A Tabela 3 apresenta o resultado dessa correlação entre métricas para o segundo semestre de 2020. Considerando essa análise, percebe-se que as métricas Uso de *Branches*, Uso de *Pull Requests*, Proporção de *Branches* com *Pull Requests* associados e Proporção de *Pull Requests* completados possuem uma correlação forte entre si. Além disso, pode-se observar um resultado similar para o primeiro semestre de 2021, que também demonstra uma correlação forte entre as mesmas quatro métricas, como apresentado pela Tabela 4.

Percebe-se um destaque para a correlação entre as métricas Uso de *Pull Requests* e Proporção de *Branches* com *Pull Requests* associados, que possui um coeficiente de 0.94 para o segundo semestre de 2020 e 0.93 para o primeiro semestre de 2021, com *p-value* < 0.05. Isso indica que o aumento da quantidade de *pull requests* está associado com o aumento de *pull request* por *branch*. Além disso, percebe-se um coeficiente de correlação de 0.86 para o segundo semestre de 2020 e 0.84 para o primeiro semestre de 2021, com *p-value* < 0.05, entre as métricas Uso de *Pull Requests* e Uso de *Branches*. Isso indica que a utilização de *pull requests* implica na utilização de *branches*.

## 6. Discussão dos Resultados

Buscando atingir o objetivo proposto, este estudo analisa a partir de competências da área de gerência de configuração de software como a aplicação de uma abordagem baseada em ABP influencia na aprendizagem de tópicos dessa área. Os resultados obtidos evidenciaram quais competências de gerência de configuração de software se mostram presentes com frequência nos repositórios dos alunos. Os resultados também evidenciaram que

**Tabela 3. Análise de Correlação entre Métricas mais Relevantes semestre 2020-2**

	PIC	UI	PIL	UB	UP	PBP	PPC	UPR	UG
Proporção de <i>Issues</i> com comentários (PIC)	1								
Uso de <i>Issues</i> (UI)	0.40*	1							
Proporção de <i>Issues</i> com <i>labels</i> associadas (PIL)	0.45*	0.47*	1						
Uso de <i>Branches</i> (UB)	0.41*	0.61*	0.24	1					
Uso de <i>Pull Requests</i> (UP)	0.30*	0.59*	0.21	<b>0.86*</b>	1				
Proporção de <i>Branches</i> com <i>Pull Requests</i> associados (PBP)	0.32*	0.56*	0.20	<b>0.81*</b>	<b>0.94*</b>	1			
Proporção de <i>Pull Requests</i> completados (PPC)	0.30*	0.54*	0.22	<b>0.79*</b>	<b>0.92*</b>	<b>0.90*</b>	1		
Uso de <i>Projects</i> (UPR)	0.31*	0.52*	0.58*	0.09	0.02	0.11	0.04	1	
Uso do <i>Gitignore</i> (UG)	-0.17	0.12	-0.15	0.21	0.16	0.11	0.17	-0.19	1

Nota 1: \* Spearman  $p$  coeficiente de correlação com  $p$ -value < 0.05.

Nota 2: Correlações fortes estão destacadas em negrito.

houve um aumento na presença de competências de gerência de configuração de software entre o segundo semestre de 2020 e o primeiro semestre de 2021.

A Tabela 5 apresenta as lições aprendidas, a partir dos resultados obtidos, sobre a relação entre competências e atributos de gerência de configuração de software e cursos baseado em ABP semestralmente. Os atributos controle da evolução e integridade de um produto, identificação de elementos de um produto, gerência e controle de mudanças, esquemas de identificação das versões dos itens, ferramentas e técnicas a serem utilizadas na aquisição de itens controlados, autoridade para aprovar certas mudanças, identificação dos elementos de um produto, empacotamento e *release* dos elementos de um produto, ferramenta de suporte individual, ferramenta de suporte relacionado a projetos e ferramenta de suporte a processos não se encontram presentes na Tabela 5, pois não apresentaram um nível de uso suficientemente relevante para as análises conduzidas.

Com base na análise de variação e tendência central das métricas coletadas, percebe-se que as competências de gestão do processo de gerenciamento de configuração de software, identificação de configuração de software, controle de configuração de software, contabilidade de *status* de configuração de software e auditoria de configuração de software se mostram presentes com frequência nos repositórios dos alunos, indicando que são utilizadas e exercitadas por meio dos projetos desenvolvidos na abordagem de ABP da disciplina TIS. Já as competências de gerenciamento e entrega de *release* de software e ferramentas de gerenciamento de configuração de software não apresentam um nível de presença suficientemente relevante para as análises conduzidas nos repositórios de TI do curso de Engenharia de Software.

Com base na análise do uso de atributos de gerência de configuração, percebe-se que houve um aumento na presença de competências de gerência de configuração de software entre o segundo semestre de 2020 e o primeiro semestre de 2021, indicando uma tendência a disseminação de conhecimento na área de gerência de configuração de software ao longo dos TI do curso de Engenharia de Software. Dada a abordagem de ABP utilizada no curso, em que projetos de TI são desenvolvidos todos os semestres e

**Tabela 4. Análise de Correlação entre Métricas mais Relevantes semestre 2021-1**

	PIC	UI	PIL	UB	UP	PBP	PPC	UPR	UG
Proporção de <i>Issues</i> com comentários (PIC)	1								
Uso de <i>Issues</i> (UI)	0.33*	1							
Proporção de <i>Issues</i> com <i>labels</i> associadas (PIL)	0.58*	0.35*	1						
Uso de <i>Branches</i> (UB)	0.11*	0.24*	0.05	1					
Uso de <i>Pull Requests</i> (UP)	0.08*	0.44*	0.03	<b>0.84*</b>	1				
Proporção de <i>Branches</i> com <i>Pull Requests</i> associados (PBP)	0.07*	0.41*	0.02	<b>0.78*</b>	<b>0.93*</b>	1			
Proporção de <i>Pull Requests</i> completados (PPC)	-0.06	0.37*	0.01	0.69*	<b>0.82*</b>	<b>0.78*</b>	1		
Uso de <i>Projects</i> (UPR)	0.20*	0.43*	0.47*	-0.22	-0.15	-0.11	-0.12	1	
Uso do <i>Gitignore</i> (UG)	0.03	-0.04	-0.04	0.21*	0.24*	0.09	0.27*	-0.25*	1

Nota 1: \* Spearman  $p$  coeficiente de correlação com  $p$ -value < 0.05.

Nota 2: Correlações fortes estão destacadas em negrito.

os alunos participam de vários projetos de TI diferentes ao longo de todo o curso, em alguns casos até em um mesmo semestre, alunos acabam adquirindo conhecimento no uso de alguma ferramenta de gerência de configuração durante um TI e tendem a levar esse conhecimento para outros alunos em um outro projetos de TI que participarem.

Outra possibilidade de disseminação de conhecimento é que os alunos durante o curso acabam por ingressar no mercado de trabalho e, conseqüentemente, tendem a trazer a experiência adquirida em gerência de configuração para projetos de TI que participarem. Esse efeito pode ser demonstrado pelo aumento expressivo na presença de competências de gerência de configuração de software em projetos de TI1, do segundo semestre de 2020 para o primeiro semestre de 2021.

Como todo trabalho científico dessa natureza, o trabalho desenvolvido possui limitações que devem ser destacadas. A base de dados analisada possui 53 projetos para o segundo semestre de 2020 e 58 projetos para o primeiro semestre de 2021, sendo que a maior quantidade de projetos analisados para um TI foi 17 em ambos os semestres. Os resultados deste trabalho refletem apenas o estado atual da implantação de gerência de configurações baseada em repositórios no curso de Engenharia de Software da PUC Minas. A integração com o *GitHub Classroom* começou a ser utilizada em 2020 e ainda está em processo de implantação no curso [Nelson and Ponciano 2021], portanto os resultados podem não refletir corretamente as competências que são desenvolvidas durante os TI, mas que ainda não são mapeadas para artefatos detectáveis em repositórios de projeto. Nesse sentido, futuros estudos podem investigar a estabilidade temporal dos resultados obtidos, considerando um número maior de semestres.

## 7. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este trabalho analisa a eficácia da ABP no processo de aprendizagem de tópicos da área de gerência de configuração de software. Nesse contexto, realizou-se uma análise estatística descritiva e inferencial das relações entre o aprendizado das competências e atributos de gerência de configuração de software e o uso da abordagem de ABP. Para tanto, foram

**Tabela 5. Lições aprendidas sobre competências e atributos em cursos baseados em ABP semestralmente**

Competências	Atributos	Lições aprendidas
Gestão do processo de gerenciamento de configuração de software	Verificação, registro e relato de informações de configuração	Maior parte dos projetos registram as informações de configuração por meio de comentários nas <i>issues</i> , independentemente do estágio do curso e do semestre analisado
Identificação de configuração de software	Itens a serem controlados	Maior parte dos projetos controlam os itens por meio de <i>issues</i> , independentemente do estágio do curso e do semestre analisado
	Esquemas de identificação dos itens	Maior parte dos projetos estabelecem esquemas de identificação dos itens por meio de <i>labels</i> nas <i>issues</i> , independentemente do estágio do curso e do semestre analisado
	Ferramentas e técnicas a serem utilizadas no gerenciamento de itens controlados	Maior parte dos projetos na primeira, segunda e terceira experiência com ABP utilizam <i>branches</i> como ferramenta para fazer o gerenciamento de itens
Controle de configuração de software	Determinação de quais mudanças fazer	Maior parte dos projetos na primeira, segunda e terceira experiência com ABP determinam quais mudanças fazer por meio de <i>pull requests</i>
	Suporte para a implementação de mudanças	Maior parte dos projetos na primeira, segunda e terceira experiência com ABP utilizam <i>pull requests</i> de <i>branches</i> como suporte para a implementação de mudanças
	Conceito de desvios formais dos requisitos do projeto, bem como isenções deles	Maior parte dos projetos na primeira, segunda e terceira experiência com ABP identificam desvios formais dos requisitos do projeto por meio de <i>pull requests</i> completados
Contabilidade de <i>status</i> de configuração de software	Registro das informações necessárias para gerenciar uma configuração de maneira eficaz	Maior parte dos projetos realizam a contabilidade de <i>status</i> de configuração por meio de <i>projects</i> , independentemente do estágio do curso e do semestre analisado
Auditoria de configuração de software	Determinação até que ponto um item satisfaz as características exigidas	Poucos projetos realizam a auditoria de configuração de software por meio do uso de <i>GitIgnore</i> , independentemente do estágio do curso e do semestre analisado

identificadas e coletadas métricas provenientes de repositórios de projetos de desenvolvimento de software conduzidos em ambiente acadêmico, e associadas a suas respectivas competências e atributos na área de gerência de configuração de software.

Os resultados obtidos mostram que há uma tendência de aumento no uso de determinadas práticas que remetem aos atributos de gerência de configuração de software na primeira, segunda e terceira experiência com ABP, assim como uma tendência de disseminação das práticas entre projetos de diferentes estágios ao longo dos semestres. Os resultados também mostram que existe uma alta correlação positiva entre diferentes atributos associados à prática de criação de *pull requests* nos projetos.

Trabalhos futuros podem investigar a estabilidade temporal dos resultados obtidos, considerando um número maior de semestres. Trabalhos futuros podem, também, analisar a tendência de disseminação das práticas de gerência de configuração de soft-



ware entre projetos de diferentes estágios, buscando compreender as principais causas desse fenômeno. Outra possibilidade é a realização de pesquisas qualitativas para investigar outros aspectos da aprendizagem de tópicos da área de gerência de configuração de software. Finalmente, trabalhos futuros podem, também, fazer uma comparação do emprego das métricas de repositório em outras disciplinas. Os dados desta pesquisa estão disponíveis e, em caso de continuação ou evolução do projeto, podem ser utilizados.

## Referências

- Bourque, P., Fairley, R. E., and Society, I. C. (2014). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK(R)): Version 3.0*. IEEE Computer Society Press, Washington, DC, USA, 3rd edition.
- Fioravanti, M. L., Sena, B., Paschoal, L., Ribeiro Silva, L., Allian, A., Nakagawa, E., Souza, S., Isotani, S., and Barbosa, E. (2018). Integrating project based learning and project management for software engineering teaching: An experience report. In *49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, page 806–811. ACM.
- Garousi, V., Giray, G., Tuzun, E., Catal, C., and Felderer, M. (2020). Closing the gap between software engineering education and industrial needs. *IEEE Software*, 37(2):68–77.
- Lemos, W., Cunha, J., and Saraiva, J. (2019). Ensino de engenharia de software em um curso de sistemas de informação: Uma análise dos problemas e soluções na perspectiva de professores e alunos. In *XXVII Workshop sobre Educação em Computação*, pages 305–318, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Nelson, M. A. and Ponciano, L. (2021). Experiences and insights from using github classroom to support project-based courses. In *Third International Workshop on Software Engineering Education for the Next Generation*, pages 31–35.
- Pérez, B. and Rubio, A. L. (2020). A project-based learning approach for enhancing learning skills and motivation in software engineering. In *SIGCSE '20*, page 309–315, New York, NY, USA. ACM.
- Ponciano, L. (2019). Hci support card: Creating and using a support card for education in human-computer interaction. In *XVIII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, pages 106–111, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Schober, P., Boer, C., and Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126:1763–1768.
- Souza, M., Moreira, R., and Figueiredo, E. (2019). Students perception on the use of project-based learning in software engineering education. In *XXXIII Brazilian Symposium on Software Engineering*, page 537–546. ACM.
- Spichkova, M. (2019). Industry-oriented project-based learning of software engineering. In *24th International Conference on Engineering of Complex Computer Systems*, pages 51–60.
- Tsitoara, M. (2020). *Beginning Git and GitHub*. Apress.
- Tushev, M., Williams, G., and Mahmoud, A. (2020). Using github in large software engineering classes. an exploratory case study. *Computer Science Education*, 30(2):155–186.