



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA - ICET
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE SOFTWARE



PESQUISA DE OPINIÃO:

Percepção e Compreensão das Métricas de Código-Fonte por Alunos de
Graduação da Área da Computação: Uma Investigação do Nível de
Conhecimento

Cheila Marques Monteiro
cheila.monteiro@ufam.edu.br

Conceição Neves Silva
conceicao.silva@ufam.edu.br

,

ITACOATIARA – AM
2023

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resumo das Seções e Questões do Questionário	4
Tabela 2: Métricas de Código-Fonte Utilizadas pelos Participantes	12

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	6
Figura 2: Email de Convite	6
Figura 3: Convite de WhatsApp	7
Figura 4: Quantidade de Participantes por Curso	8
Figura 5: Experiência no Mercado de Trabalho	9
Figura 6: Conclusão da Carga Horário dos Participantes	9
Figura 7: Porcentagem de Alunos que sabem o que são Métricas de Código-Fonte	10
Figura 8: Porcentagem de Conclusão de Curso	11
Figura 9: Nível de Conhecimento sobre Métricas de Código-Fonte	11
Figura 10: Frequência com que o Conceito de Métricas de Código-Fonte foi Apresentado nas Aulas Acadêmicas dos Participantes	14
Figura 11: Fontes de Aprendizagem Utilizadas pelos Participantes para Obter Informações sobre Métricas de Código-Fonte	14
Figura 12: Nível de Experiência com Ferramentas de Análise de Código-Fonte	16
Figura 13: Ferramentas de Métricas de Código-Fonte Utilizadas pelos Participantes	16
Figura 14: Nível de Confiança dos Participantes em Interpretar Métricas de Código-Fonte	17
Figura 15: Nível de Concordância dos Participantes com a Afirmativa	23

	3
1. INTRODUÇÃO	4
1. PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DA PESQUISA DE OPINIÃO	5
1.1 Objetivo	5
1.2 Participantes	5
1.5 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	7
2. RESULTADO DA PESQUISA DE OPINIÃO	9
2.1 Execução da Pesquisa de Opinião	9
2.2 Resultados e Análise da Pesquisa de Opinião	9
2.2.1 Caracterização dos Participantes	9
2.2.2 Conhecimento Geral das Métricas de Código-fonte	11
2.2.3 Recursos Utilizados para Aprender sobre Métricas de Código-Fonte	16
2.2.5 Ameaças à Validade	20
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
REFERÊNCIAS	22
APÊNDICE A	23
APÊNDICE B	26
APÊNDICE C	28

1. INTRODUÇÃO

As funcionalidades de um sistema são entregues de forma contínua aos clientes e usuários, o que significa que o código-fonte é desenvolvido gradualmente e diferentes desenvolvedores fazem atualizações e melhorias constantemente. Durante o processo de programação, os desenvolvedores tomam diversas decisões que, quando somadas, influenciam diretamente na qualidade do código (Beck, 2007).

Ressalta-se que os atributos que contribuem para a qualidade de um software frequentemente se revelam no código-fonte, alguns sendo específicos a ele. A qualidade de um sistema vai além das características visíveis e externas (OLIVEIRA FILHO, 2013), por isso é fundamental reconhecer a importância do código para a avaliação e melhoria deste produto. Uma das abordagens para realizar essa avaliação é a utilização de métricas específicas denominadas: métricas de código-fonte.

Esses tipos de métricas referem-se a avaliação de forma numérica de medidas aplicadas ao código-fonte (Lanza e Marinescu, 2006). Elas auxiliam na análise de dados relacionados aos erros, complexidade, legibilidade, manutenibilidade, segurança e portabilidade do código, que são fatores necessários para a aceitação de um produto de software (Meirelles, 2013).

Apesar de existir vários estudos relacionados à utilização das medidas de código-fonte, ainda existem muitas dificuldades na sua adoção prática em projetos reais. A grande quantidade de métricas, coletas manuais e poucos recursos de visualização são fatores que acabam por desmotivar o uso dessas medidas para o monitoramento do código. Além disso, a compreensão do significado dos valores obtidos não é uma tarefa trivial, demandando um grande esforço de interpretação necessária para a tomada de decisão efetiva sobre o projeto de software (Del Esposte e Bezerra, 2014)

Deve-se enfatizar que métricas não resolvem problemas e sim as pessoas (Westfall, 2000). Portanto, é de extrema importância que os desenvolvedores adquiram conhecimento e habilidades na utilização de métricas de código-fonte desde o início de suas carreiras. Isso prepara os profissionais para aplicar essas abordagens de forma eficaz e a contribuir para a qualidade e sucesso dos projetos de software em que estão envolvidos.

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo central avaliar o nível de conhecimento dos alunos da área de computação com relação às métricas de código-fonte. Busca-se não apenas determinar se os futuros profissionais compreendem

os conceitos relacionados a essas medidas, mas também se estão aptos a aplicá-las de maneira eficaz na prática.

Para isto, foi realizada uma pesquisa de opinião com os alunos de computação dos cursos: Engenharia de Software, Sistemas de Informação, Licenciatura em Computação, Ciência da Computação e Engenharia da Computação, originados das instituições ICET, CESIT e IComp na região do Amazonas.

Uma pesquisa de opinião é um método de coleta de informações de uma amostra de indivíduos de uma população acerca de suas ideias, sentimentos e opiniões, por meio de um instrumento de pesquisa, que neste caso, foi um questionário. A pesquisa foi realizada em duas etapas principais: (i) **Planejamento e Execução da Pesquisa de Opinião**: seleção dos participantes, definição e aplicação do questionário e (ii) **Análise do Resultado da Pesquisa de Opinião**: os dados do estudo foram extraídos e sintetizados para serem publicados.

Os resultados revelam que a maioria dos alunos (72%) não sabem ou não têm certeza do que são essas métricas, apenas uma minoria (28%) sabem o que são. Além disso, ressalta-se que os alunos que possuem um nível elevado de conhecimento sobre métricas de código-fonte são aqueles que possuem experiência no mercado de trabalho e que já estão no final do curso.

1. PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DA PESQUISA DE OPINIÃO

1.1 Objetivo

O objetivo desta pesquisa é avaliar as percepções e o nível de conhecimento dos alunos de graduação na área de computação sobre Métricas de Código-Fonte. O estudo visa compreender a familiaridade dos alunos com conceitos relacionados a métricas de código, a abordagem de ensino desses conceitos nas instituições de ensino e a importância percebida do uso de métricas de código-fonte na prática de desenvolvimento de software.

1.2 Participantes

Os participantes selecionados para esta pesquisa consistem em alunos matriculados em cursos de significativa relevância tecnológica, englobando diversas instituições educacionais na região do Amazonas. Especificamente, abrangem-se os seguintes grupos de estudantes:

- Alunos de graduação dos cursos de Engenharia de Software e Sistemas de Informação do Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) em Itacoatiara.

- Alunos de Licenciatura em Computação e Ciências da Computação do Centro De Estudos Superiores De Itacoatiara (CESIT) da Universidade Estadual do Amazonas (UEA).
- Alunos de Ciência da Computação, Engenharia de Software, Sistemas de Informação e Engenharia da Computação do Instituto de Computação (IComp) em Manaus.

1.3 Definição da Instrumentação

Como instrumento de coleta de dados, foi utilizado um questionário desenvolvido em língua Portuguesa disponibilizado por meio da plataforma gratuita do Google: Google Formulários. O questionário foi elaborado em dois estágios distintos: i) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e Caracterização do Participante e ii) Questões dos Questionário, conforme pode ser observado na Tabela 1. Ressalta-se que o questionário completo pode ser observado no apêndice A. A questão 12, foi desconsiderada para análise, pois era opcional ao aluno respondê-la, e as respostas que obtivemos não foram consideradas relevantes para a pesquisa.

Tabela 1: Resumo das Seções e Questões do Questionário

Seções	Questões
Termo de Consentimento e Caracterização do Participante	Cabeçalho
Conhecimento Geral das Métricas de código-fonte	1, 2, 3, 4, 5 e 6
Recursos Utilizados para Aprender sobre Métricas de Código-Fonte	7 e 8
Uso de Ferramentas de Métricas de Código-Fonte	9, 10, 11

Fonte: Os Autores (2023)

1.4 Procedimento para Análise das Respostas

As respostas ao questionário foram obtidas através do uso do Google Forms que é um serviço online gratuito para a criação de formulários. Essa plataforma possibilitou a coleta e análise das respostas de forma individual ou conjunta, permitindo a exportação dos resultados em um arquivo xlsx.

Utilizando esse arquivo, os dados foram estruturados em tabelas, onde cada tabela representava uma pergunta da pesquisa. Posteriormente, foram criados gráficos, para assim identificar tendências e padrões. É importante destacar que o Google Forms gera automaticamente esses gráficos, no entanto, optou-se por criar nossos próprios gráficos visando uma melhor organização e estética.

Para avaliar o nível de conhecimento dos alunos em relação às métricas de código-fonte, considerou-se apenas aqueles que responderam "SIM" à primeira pergunta

da pesquisa na análise das questões de 2 a 12. Essa abordagem foi adotada para focar a análise nos alunos mais propensos a possuir conhecimento relevante para o estudo, o que contribui para garantir conclusões mais precisas e confiáveis.

1.5 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Figura 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

<p>Termo de Consentimento Livre e Esclarecido</p> <p>Prezado(a) Senhor(a),</p> <p>Nós, Conceição Neves Silva e Cheila Marques Monteiro, alunas do curso de Engenharia de Software da Universidade Federal do Amazonas, estamos conduzindo uma pesquisa de opinião como parte do nosso projeto de Engenharia de Software Experimental, sob a orientação da Profa. Odette Mestrinho Passos.</p> <p>Gostaríamos de convidá-lo a participar desta pesquisa, cujo objetivo é avaliar o grau de familiaridade dos alunos com conceitos, técnicas e ferramentas relacionadas à medição e análise do código fonte. A pesquisa visa avançar o conhecimento em Engenharia de Software, especificamente sobre métricas de código fonte. Suas respostas serão confidenciais e anônimas, usadas apenas para fins acadêmicos.</p> <p>Contato e Dúvidas:</p> <p>Caso você tenha alguma dúvida sobre a pesquisa, sinta-se à vontade para entrar em contato conosco através dos seguintes e-mails:</p> <p>Conceição Neves Silva: conceicao.silva@ufam.edu.br</p> <p>Cheila Marques Monteiro: cheila.monteiro@ufam.edu.br</p> <p>Participação Voluntária</p> <p>Você tem o direito de recusar-se a participar ou interromper sua participação a qualquer momento, sem sofrer qualquer penalidade. Você aceita participar voluntariamente dessa pesquisa?</p> <p>() Sim () Não</p>
--

Fonte: Os Autores (2023)

1.6 Email de convite

Figura 2: Email de Convite

Assunto: Convite para Participar da Pesquisa sobre Métricas de Código Fonte

Prezado(a) Senhor (a),

Sou Conceição Neves Silva, aluna de Engenharia de Software na Universidade Federal do Amazonas. Estamos realizando uma pesquisa de opinião sobre métricas de código fonte e gostaríamos de convidá-lo(a) a participar.

A pesquisa é voluntária e levará pouco tempo. Suas respostas serão confidenciais e anônimas. Sua contribuição é valiosa para nosso estudo.

O questionário ficará disponível para respostas entre os dias 16/08 a 24/08. Acesse o questionário neste link: <https://forms.gle/pA47JPv8kEG3M4hL6>

Dúvidas? Entre em contato comigo em conceicao.silva@ufam.edu.br ou minha colega Cheila em cheila.monteiro@ufam.edu.br.

Agradecemos sua participação.

Atenciosamente,
Conceição Neves Silva
Aluna de Engenharia de Software
Universidade Federal do Amazonas

Fonte: Os Autores (2023)

1.7 Convite do WhatsApp

Figura 3: Convite de WhatsApp

Prezado(a) Aluno(a),

Somos Cheila Marques e Conceição Neves, discentes do Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia ICET/UFAM, estamos realizando uma pesquisa de opinião sobre métricas de código fonte e gostaríamos de convidá-lo(a) a participar.

🔗 *A pesquisa é destinada para **ALUNOS(AS) DE COMPUTAÇÃO**.*

🔗 *A pesquisa é voluntária e levará pouco tempo.*

🔗 *Suas respostas serão confidenciais e anônimas.*

O questionário ficará disponível para respostas entre os dias 16/08 a 24/08. Acesse o questionário neste link:
<https://forms.gle/pA47JPv8kEG3M4hL6>

Dúvidas? Entre em contato com:

- conceicao.silva@ufam.edu.br
- cheila.monteiro@ufam.edu.br

Agradecemos sua participação.

Fonte: Os Autores (2023)

2. RESULTADO DA PESQUISA DE OPINIÃO

2.1 Execução da Pesquisa de Opinião

A pesquisa de opinião foi conduzida com o propósito coletar dados acerca das percepções e opiniões dos alunos de graduação na área de computação em relação ao conhecimento sobre Métricas de Código-Fonte. De maneira geral, a pesquisa foi realizada em duas etapas: i) Avaliação do Questionário; ii) Aplicação do Questionário para a População.

Na primeira etapa, foi realizado um teste com dois alunos e a professora orientadora para verificar se estava tudo correto. Na segunda etapa, o questionário foi disponibilizado para a população-alvo responder. O questionário esteve acessível no período de 16 de agosto a 24 de agosto de 2023, por meio da plataforma Google Formulários.

Ressalta-se que para alcançar os participantes, os convites foram enviados por e-mail aos alunos do ICET e divulgados nos grupos de WhatsApp oficiais dos demais cursos. A seleção criteriosa dos participantes seguiu os parâmetros estabelecidos na seção 2.2 deste estudo.

2.2 Resultados e Análise da Pesquisa de Opinião

2.2.1 Caracterização dos Participantes

O questionário foi preenchido por um total de 102 estudantes, porém, apenas 100 respostas foram consideradas válidas. Isso se deve ao fato de que dois estudantes não atenderam aos critérios estabelecidos: um deles não aceitou o termo de consentimento, e o outro não estava matriculado em um curso de computação.

Os 100 questionários válidos foram respondidos por alunos provenientes de cinco cursos distintos, sendo eles: Engenharia de Software, Sistemas de Informação, Licenciatura em Computação, Ciência da Computação e Engenharia da Computação. Esses alunos são matriculados em instituições localizadas na região do Amazonas, especificamente no ICET, CESIT e IComp.

A Figura 4 apresenta a distribuição dos alunos, que responderam o questionário, por curso e revelou que a maioria deles está matriculada em Engenharia de Software, representando 57% do total, seguidos por estudantes de Sistemas de Informação, que compõem 36% do grupo. Essa diversidade de cursos na área de

computação enriqueceu a amostra e permitiu uma análise abrangente das respostas ao questionário.

Figura 4: Quantidade de Participantes por Curso

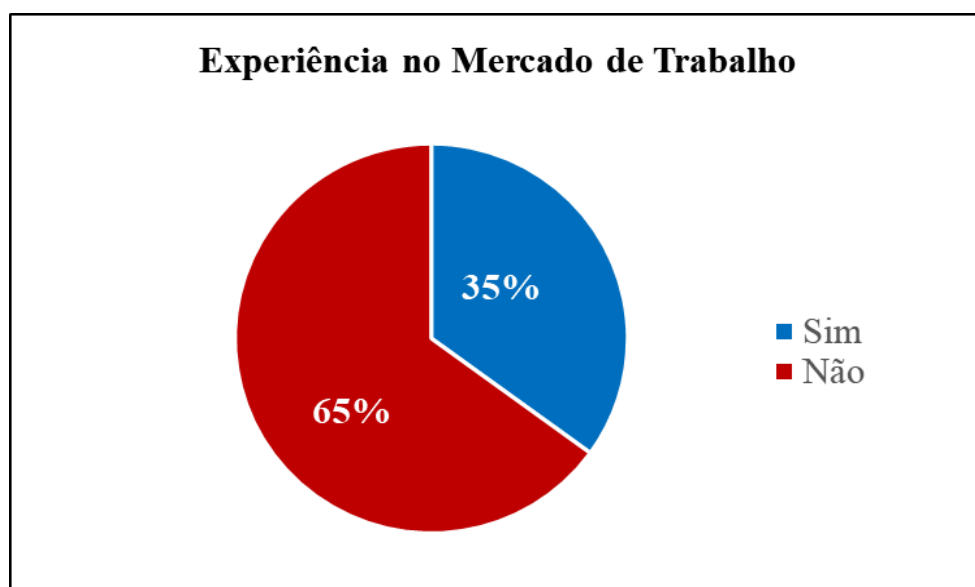
[OBJ]

Fonte: Autores (2023)

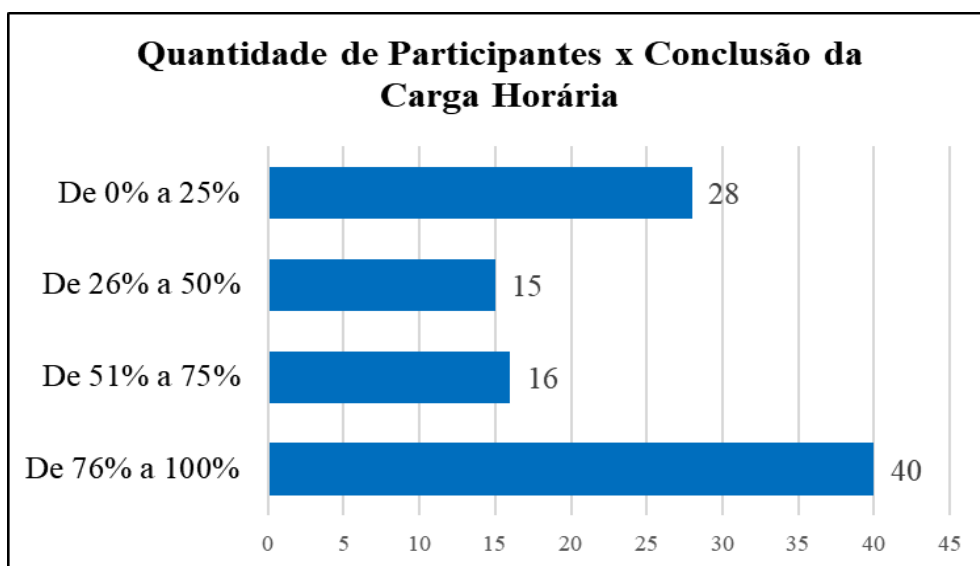
Ressalta-se que destes alunos, 65% não possuem experiência no mercado de trabalho e que somente 35% têm experiência, conforme evidenciado na Figura 5. Além disso, a Figura 6, mostra que a maioria dos alunos (40%) estão no final do curso, ou seja, já cumpriram de 76% a 100% do curso.

Ao fazer uma comparação entre essas duas características, destaca-se que dos 35 alunos com experiência no mercado de trabalho, 29 já concluíram mais da metade do curso (de 51% a 100% da carga horária). Isso sugere uma correlação entre a experiência profissional e o estágio avançado do curso, o que pode ser relevante para a análise dos resultados do questionário.

Figura 5: Experiência no Mercado de Trabalho



Fonte: Os Autores (2023)

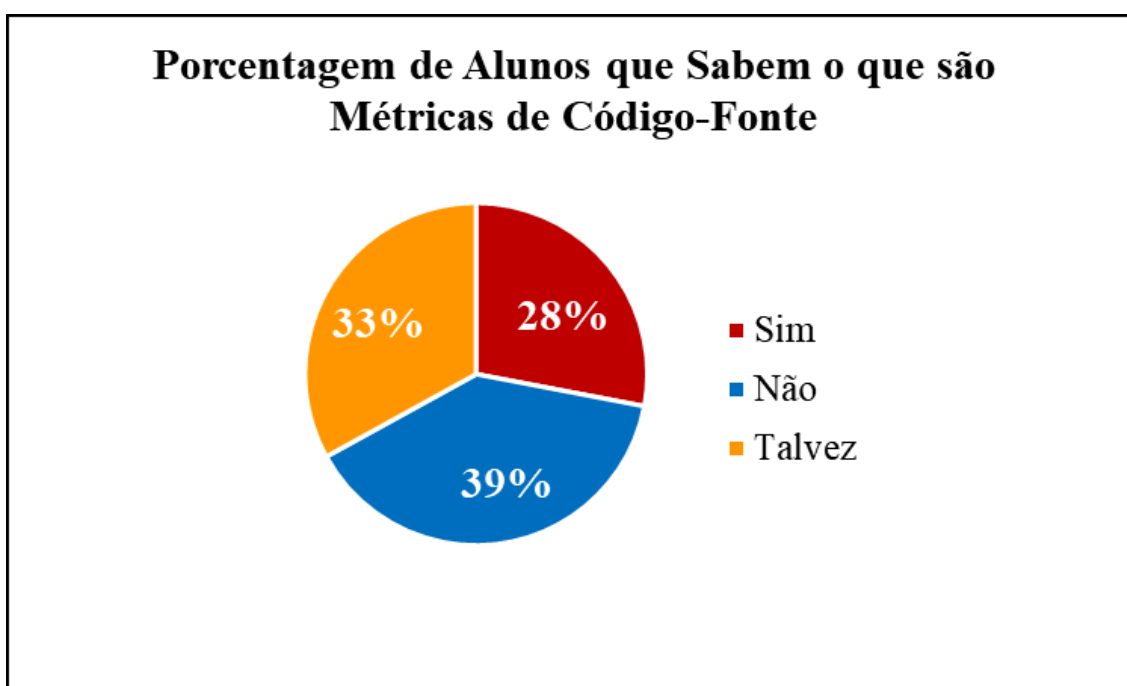
Figura 6: Conclusão da Carga Horária dos Participantes

Fonte: Os Autores (2023)

2.2.2 Conhecimento Geral das Métricas de Código-fonte

Esta seção incluiu um conjunto de seis questões com o objetivo principal de avaliar o nível de familiaridade e compreensão dos participantes em relação às métricas de código-fonte. Quando os alunos de graduação da área de computação foram questionados sobre seu conhecimento do conceito de métricas de código-fonte, os resultados revelaram que, das 100 respostas válidas obtidas, as seguintes distribuições foram observadas:

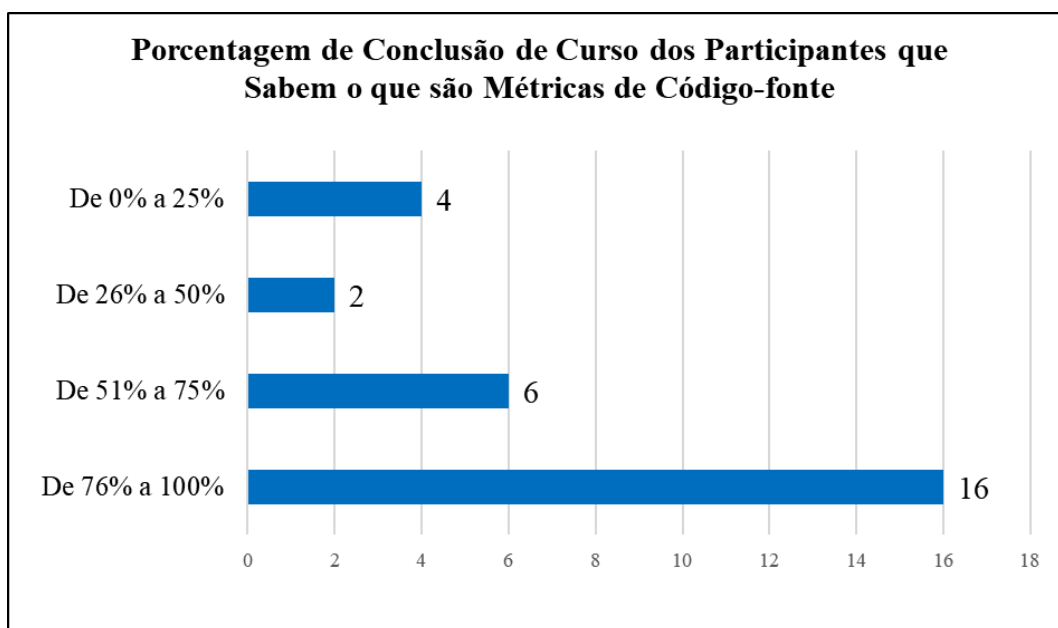
Figura 7: Porcentagem de Alunos que sabem o que são Métricas de Código-Fonte



Fonte: Os Autores (2023)

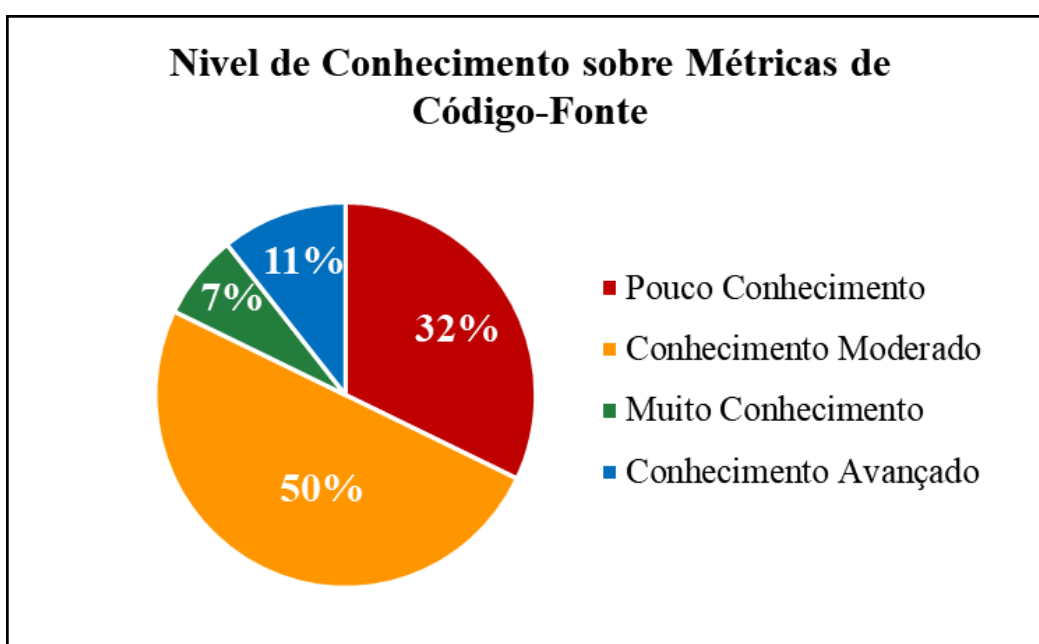
Dos 28 participantes que declararam, na primeira questão, ter conhecimento sobre métricas de código-fonte, constata-se que 60,70% desse grupo, o que representa aproximadamente 17 indivíduos, possuem experiência no mercado de trabalho. Isso sugere que a maioria dos respondentes que já estão familiarizados com métricas de código-fonte também possui uma base de experiência no campo profissional. Por outro lado, cerca de 39,30% do mesmo grupo, equivalente a aproximadamente 11 participantes, ainda não adquiriram essa experiência no ambiente de trabalho, o que pode indicar uma diferença notável no nível de prática entre esses subconjuntos de respondentes.

Observa-se que, entre os 28 participantes que responderam afirmativamente quanto ao seu conhecimento em métricas de código-fonte, a maioria está em estágios avançados de seus cursos de graduação, estando próximo da conclusão, conforme evidenciado na Figura 8:

Figura 8: Porcentagem de Conclusão de Curso

Fonte: Os Autores (2023)

Com relação à segunda questão, quando questionados sobre o nível de conhecimento sobre métricas de código-fonte entre os 28 alunos que afirmaram estar familiarizados com o conceito, os 11% (três alunos) que possuem conhecimento avançado encontram-se no mercado de trabalho e próximo ao término do curso, assim como os 7% (dois discentes) que relataram possuir muito conhecimento, conforme evidenciado na Figura 9, indicando uma correlação entre um nível mais aprofundado de compreensão das métricas de código-fonte e a experiência profissional.

Figura 9: Nível de Conhecimento sobre Métricas de Código-Fonte

Os Autores (2023)

Fonte:

Ao questionar os participantes sobre as métricas aplicadas em seus projetos, na terceira questão, notou-se que a métrica mais frequentemente mencionada foi o tamanho, com 15 menções. Em seguida, a métrica de Complexidade foi citada 14 vezes, seguida por Herança com 12 menções, Coesão com 8 e Acoplamento com 7 menções.

Dos 28 participantes, 5 optaram por não aplicar nenhuma métrica em seus projetos, enquanto 6 escolheram aplicar apenas uma métrica. Além disso, 7 participantes aplicaram duas métricas, 5 aplicaram três métricas, e 3 aplicaram quatro métricas. Surpreendentemente, apenas 2 participantes aplicaram todas as 5 métricas. Curiosamente, todos os 5 participantes que optaram pela opção “Nenhuma” em relação à aplicação de métricas em seus projetos também relataram possuir pouco conhecimento em relação às métricas de código-fonte. A Tabela 2 demonstra essa relação:

Tabela 2: Métricas de Código-Fonte Utilizadas pelos Participantes

Participantes	Tamanho	Complexidade	Coesão	Acoplamento	Herança	Nenhuma
P1					X	
P2	X	X		X	X	
P3	X	X	X	X	X	
P4	X	X	X		X	
P5	X	X	X	X	X	
P6		X			X	
P7		X		X	X	
P8			X			
P9	X	X			X	
P10	X	X				
P11	X	X				
P12	X					
P13					X	
P14				X	X	
P15	X		X			
P16	X					
P17		X	X		X	
P18	X	X				
P19	X	X	X			
P20	X	X		X		
P21	X	X	X		X	
P22	X					
P23				X	X	
P24						X
P25						X
P26						X
P27						X
P28						X

Fonte: Os Autores (2023)

Na quarta questão, quando questionados sobre a importância das métricas de código-fonte na avaliação da qualidade do código, os participantes apresentaram opiniões diversas. Apenas 7% dos respondentes, o que representa aproximadamente 2 pessoas, adotaram uma posição neutra em relação a essa questão. Notavelmente, cerca de 46,5% dos participantes, equivalente a aproximadamente 13 pessoas, concordaram parcialmente com a afirmação, enquanto outros 46,5%, o que também equivale a cerca de 13 pessoas, concordaram totalmente. Isso totaliza 93% dos participantes que concordam com a afirmação.

Foi afirmado, na quinta questão, que “As métricas de código-fonte auxiliam no processo de desenvolvimento de software”, e entre os 28 participantes que estão familiarizados com o conceito de Métricas de Código-fonte: 4% dos participantes, o que corresponde a apenas um voluntário, mantiveram-se neutro diante da afirmativa, 39% concordaram parcialmente e 57% concordaram totalmente, o que equivale a 11 e 17 participantes, respectivamente.

No sexto questionamento, foi apresentada aos participantes a seguinte afirmação: “As métricas de código-fonte são úteis para identificar potenciais problemas e oportunidades de melhoria em projetos de desenvolvimento de software”, 36% dos participantes demonstraram um nível de concordância parcial, indicando que reconhecem a utilidade das métricas de código-fonte, mas talvez com algumas ressalvas ou limitações em sua aplicação. Notavelmente, a maioria dos participantes, ou seja, 64%, concordou totalmente com a afirmação, destacando uma forte convicção de que as métricas de código-fonte desempenham um papel crucial na identificação de problemas e na identificação de oportunidades de melhoria em projetos de desenvolvimento de software.

Os resultados refletem um aumento na conscientização dos alunos de graduação sobre a importância das métricas de código-fonte, em conformidade com as visões de especialistas como Oliveira Filho (2013), que destacam que, frequentemente, o código-fonte é o único indicador disponível para avaliar a qualidade do software.

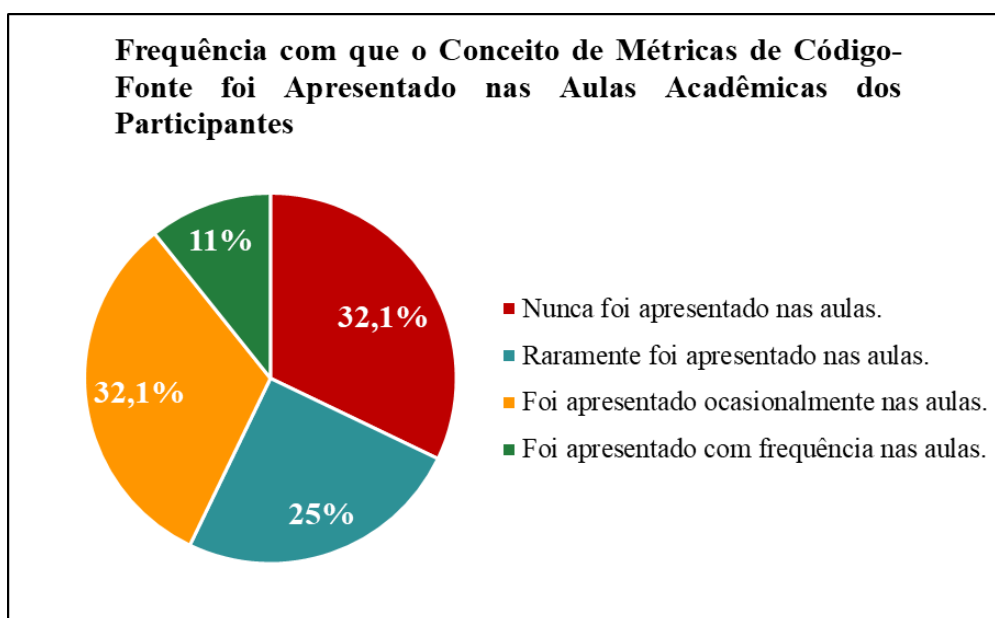
No entanto, a maioria dos participantes utiliza apenas até duas métricas em seus projetos, o que pode ser arriscado, uma vez que essa prática está sujeita a erros (Oliveira Filho, 2013). Deduz-se que, os alunos que relatam não aplicar métricas de código-fonte em seus projetos provavelmente não têm o conhecimento ou as habilidades necessárias para usar essas métricas de forma eficaz. Visto que, as percepções dos desenvolvedores não se alinham necessariamente com os resultados da análise de métricas de código-fonte e muitas vezes corrigir os possíveis problemas que são apontados pelas métricas de código torna-se um desafio (Aniche, Gerosa e Treude, 2016).

2.2.3 Recursos Utilizados para Aprender sobre Métricas de Código-Fonte

Esta seção é composta por duas questões (7 e 8) que têm por objetivo principal identificar quais são os principais recursos utilizados pelos participantes para aprender sobre Métricas de Código-Fonte.

Em relação à sétima pergunta do questionário, intitulada "Qual a frequência com que o conceito de métricas de código-fonte foi apresentado em suas aulas acadêmicas?", destaca-se que somente 11% dos alunos afirmaram que esse conteúdo foi abordado de forma frequente e consistente durante suas aulas, conforme é possível observar na Figura 10.

Figura 10: Frequência com que o Conceito de Métricas de Código-Fonte foi Apresentado nas Aulas Acadêmicas dos Participantes

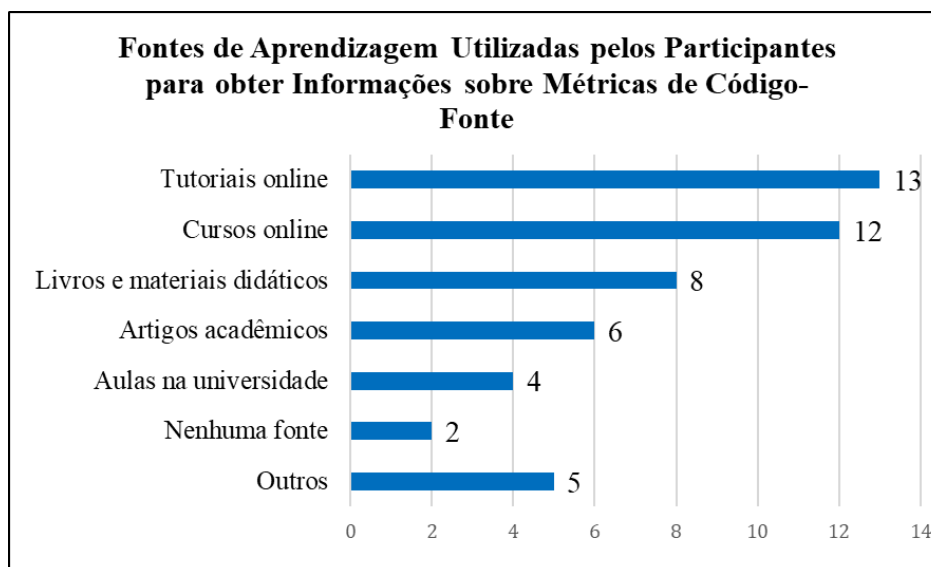


Fonte: Autores (2023)

Com relação a oitava questão, denominada: "Quais fontes de aprendizado você utilizou para obter informações sobre métricas de código-fonte?", é notável que as fontes de aprendizagem mais utilizadas pelos alunos são os tutoriais online (selecionado por 13 alunos) e cursos online (selecionado por 12 alunos), conforme evidenciado na Figura 11.

É relevante observar que as aulas ministradas na universidade foram mencionadas por apenas quatro alunos como fonte de aprendizado. Além disso, entre os alunos que escolheram a opção "outros", dois mencionaram ter aprendido sobre métricas de código-fonte no mercado de trabalho, outros dois afirmaram ter obtido conhecimento por meio de amigos e um aluno relatou ter adquirido informações assistindo a vídeos no YouTube.

Figura 11: Fontes de Aprendizagem Utilizadas pelos Participantes para Obter Informações sobre Métricas de Código-Fonte



Fonte: Autores (2023)

Nota-se que a maioria dos alunos teve uma exposição limitada ou ocasional a esse tema em seu currículo acadêmico, o que pode ter impacto na compreensão e na profundidade de seu conhecimento em relação às métricas de código-fonte. Sabe-se que interpretar métricas é importante tanto na avaliação de produtos como na melhoria de processos de desenvolvimento de software (Oliveira Filho, 2014), então para adquirir esse conhecimento, tão importante, os alunos vão em busca de meios alternativos, fora as aulas universitárias.

Para a educação, a Internet pode ser considerada a mais completa, abrangente e complexa ferramenta de aprendizado do mundo, através dela é possível localizar fontes de informação que, virtualmente, nos habilitam a estudar diferentes áreas do conhecimento (Garcia, 2002). Existe uma diversidade de fontes de aprendizado utilizadas pelos alunos, com ênfase especial nas opções online. Isto indica que a educação formal na universidade pode não ser a principal fonte de conhecimento sobre métricas de código-fonte para muitos deles.

2.2.4 Uso de Ferramentas de Métricas de Código-Fonte

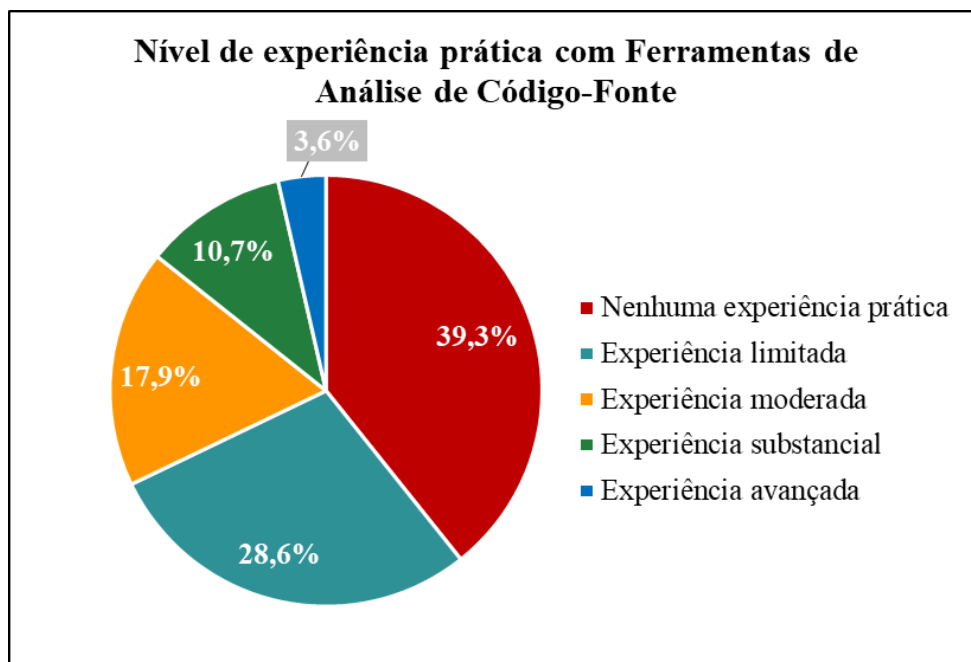
No que se refere ao nível de experiência dos participantes com ferramentas para análise de código-fonte, conforme evidenciado na Figura 12, a maioria dos alunos (39,3%) não possui experiência com essas ferramentas, e apenas (3,6%) possuem experiência avançada.

Destaca-se que os alunos que informaram que possuem experiência substancial ou avançada são aqueles que possuem experiência no Mercado de Trabalho e estão no final do curso (concluíram de 75% a 100% da carga horária). Além disso, todos eles informaram que o conceito de métricas foi apresentado raramente em sala de

aula. Isso sugere uma desconexão entre a teoria ministrada nas aulas e a aplicação prática necessária no mercado de trabalho.

Ressalta-se que os alunos que relataram ter experiência substancial ou avançada são aqueles que também têm experiência no mercado de trabalho e estão no estágio final de seus cursos, tendo concluído entre 75% e 100% da carga horária. Além disso, é interessante observar que todos eles mencionaram que o conceito de métricas de código-fonte foi raramente apresentado em sala de aula.

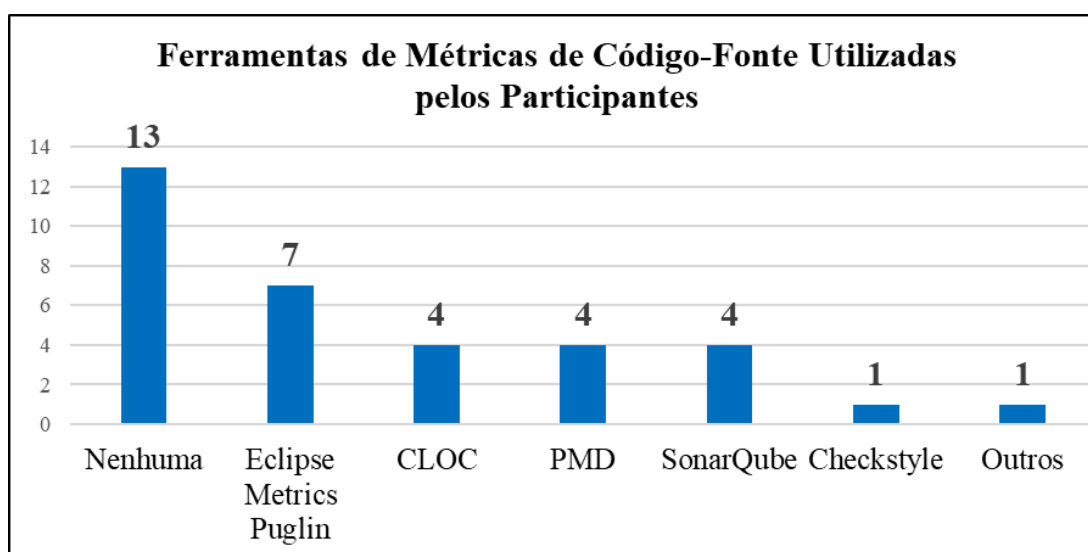
Figura 12: Nível de Experiência Prática com Ferramentas de Análise de Código-Fonte



Fonte: Autores (2023)

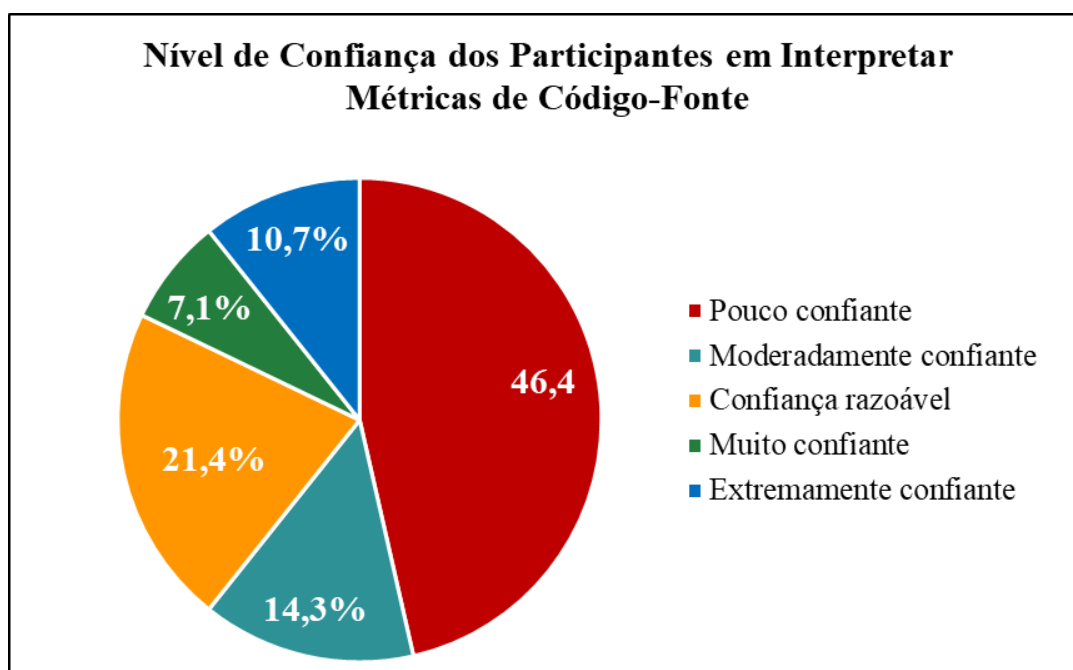
No que diz respeito às ferramentas mais utilizadas para métricas de código-fonte, a maioria dos alunos, representando 13 participantes, relatou que não utilizou nenhuma ferramenta específica para esse fim. Em segundo lugar, o Eclipse Metrics Plugin foi mencionado por 7 alunos como uma ferramenta que eles utilizaram, conforme pode ser observado na Figura 13.

É relevante notar que um aluno optou pela opção "outros", mas em vez de mencionar uma ferramenta específica, ele listou tipos de métricas. Isso pode indicar uma possível confusão ou falta de familiaridade com as ferramentas disponíveis para análise de código-fonte, enfatizando ainda mais a necessidade de educação sobre esse tópico.

Figura 13: Ferramentas de Métricas de Código-Fonte Utilizadas pelos Participantes

Fonte: Autores (2023)

Com relação ao nível de confiança dos alunos na interpretação de métricas de código-fonte, destaca-se que a maioria expressa um nível baixo de confiança, com 46,4% dos alunos se considerando pouco confiantes nessa habilidade, conforme é apresentado na Figura 14. Em contraste, apenas 10,7% dos alunos se autodeclararam extremamente confiantes, seguidos por 7,1% que se sentem muito confiantes. Vale ressaltar que todos os alunos que se consideram extremamente ou muito confiantes possuem experiência no mercado de trabalho e estão no estágio final de seus cursos, ou seja, concluíram mais de 75% da carga horária do curso.

Figura 14: Nível de Confiança dos Participantes em Interpretar Métricas de Código-Fonte

Fonte: Autores (2023)

Ressalta-se que as percepções dos desenvolvedores não correspondem aos resultados de uma análise de métrica de código no código-fonte do sistema e que é complexo saber como corrigir os possíveis problemas que são apontados pelas métricas de código (Aniche, Gerosa e Treude, 2016), por isso se têm a necessidade de aprender a utilizar as ferramentas para análise de código.

Atualmente existem algumas ferramentas que automatizam a extração de métricas do código-fonte com objetivo de coletar as informações sobre o produto a partir da análise estática do código (Del Espostes e Bezerra, 2014), porém muitos dos alunos não utilizam essas ferramentas em seus projetos.

Destaca-se que a maioria dos alunos se demonstra pouco confiante em interpretar métricas de código-fonte, mas isso seria minimizado com o uso das ferramentas. De acordo com Oliveira Filho (2013), uma ferramenta que auxilie na interpretação de valores de métricas também tem o potencial de diminuir a curva de aprendizado para seu uso cotidiano pelo desenvolvedor.

2.2.5 Ameaças à Validade

No contexto desta pesquisa de opinião sobre a percepção e compreensão das métricas de código-fonte por alunos de graduação da área de computação, são identificadas as seguintes ameaças à validade:

- Ameaças à Validade Interna:
 - Viés de resposta: Os participantes podem fornecer respostas socialmente desejáveis em vez de suas opiniões reais, influenciando os resultados.
- Ameaças à Validade Externa:
 - Generalização limitada: Os resultados da pesquisa podem não ser generalizáveis para alunos de graduação em outras regiões geográficas ou em diferentes tipos de instituições de ensino.
 - Contexto restrito: Os resultados podem ser específicos para os cursos e instituições mencionados (ICET, CESIT e IComp), o que pode limitar sua aplicabilidade a outras universidades.
- Ameaças a Validade de Construção:
 - Medição inadequada: A escolha das perguntas e métricas no questionário pode não abranger todos os aspectos relevantes da percepção e compreensão das métricas de código-fonte.
 - Interpretação inconsistente: Diferentes participantes podem interpretar as perguntas de maneira variada, o que pode levar a respostas imprecisas.
- Ameaças a Validade de Conclusão:

- Influência de variáveis não controladas: Outros fatores não abordados na pesquisa, como experiência prévia dos alunos ou qualidade do ensino, podem afetar as percepções das métricas de código-fonte.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As métricas de código-fonte são importantes para avaliação da qualidade do código produzido e para o acompanhamento do projeto, porém nota-se que ainda são pouco aplicadas nos projetos, pois interpretar tais métricas não é uma tarefa simples, mesmo já existindo ferramentas que auxiliem nessa interpretação. Atualmente entrar no mercado de trabalho sabendo aplicar e interpretar métricas é um grande diferencial.

Diante disto, este trabalho analisou a percepção e compreensão dos alunos sobre métricas de código-fonte. Para isso, foi realizada uma pesquisa de opinião com alunos de cinco cursos de computação (Engenharia de Software, Sistemas de Informação, Licenciatura em Computação, Ciência da Computação e Engenharia da Computação) de três instituições da região do Amazonas: ICET, CESIT e IComp.

Os resultados revelam que a maioria dos alunos (72%) não sabem ou não têm certeza do que são essas métricas, apenas uma minoria (28%) sabem o que são. Ao analisar as respostas desses 28%, nota-se que a maioria possui um conhecimento limitado quanto às métricas e que optam por opções online para pesquisar sobre este conteúdo, pois ou não é exposto ou é exposto raramente em sala de aula. Percebe-se que os alunos compreendem a importância do uso de tais métricas, mas a maioria possui um nível de confiança baixo em interpretá-las pois possuem pouca experiência prática com relação ao uso das ferramentas. Além disso, ressalta-se que os alunos que possuem um nível elevado de conhecimento sobre métricas de código-fonte são aqueles que possuem experiência no mercado de trabalho.

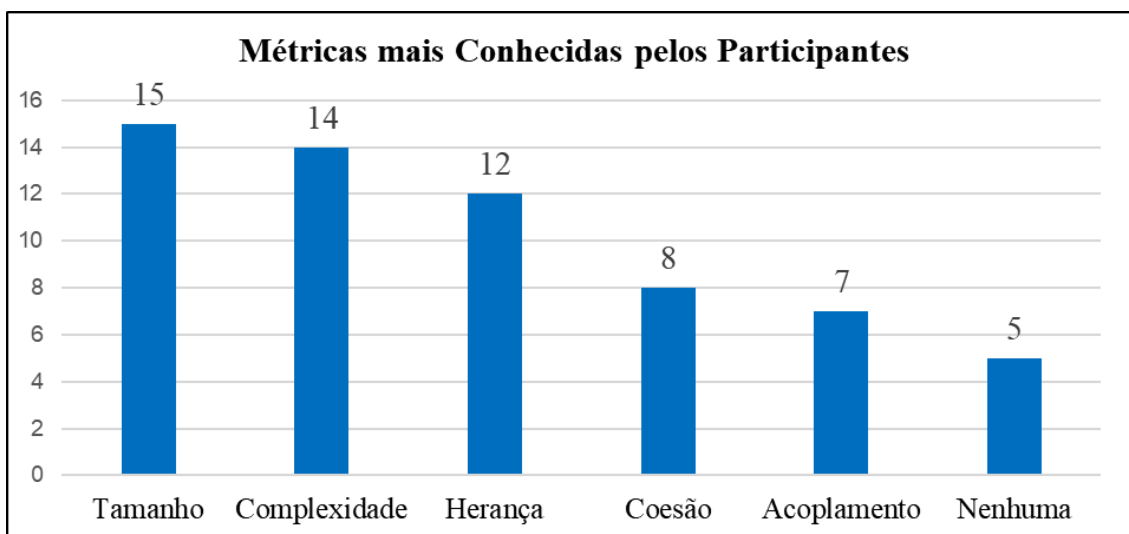
Nesse cenário, é evidente a existência de uma lacuna significativa entre a teoria e a prática na interpretação de métricas de código-fonte. Isso sugere a necessidade de uma abordagem mais prática e aplicada no ensino das métricas de código-fonte para melhor preparar os alunos para o mercado de trabalho.

Mesmo com a ampla variedade de métricas, não foi possível identificar quais fatores de qualidade elas auxiliam, e a definição e padronização delas ainda apresentam desafios. Torna-se imperativo que os autores concentrem seus esforços em aprimorar e padronizar as métricas de código-fonte existentes. Além disso, a comunidade acadêmica deve investir em recursos e metodologias que instrua os profissionais de desenvolvimento sobre como aplicar efetivamente essas métricas em seus projetos

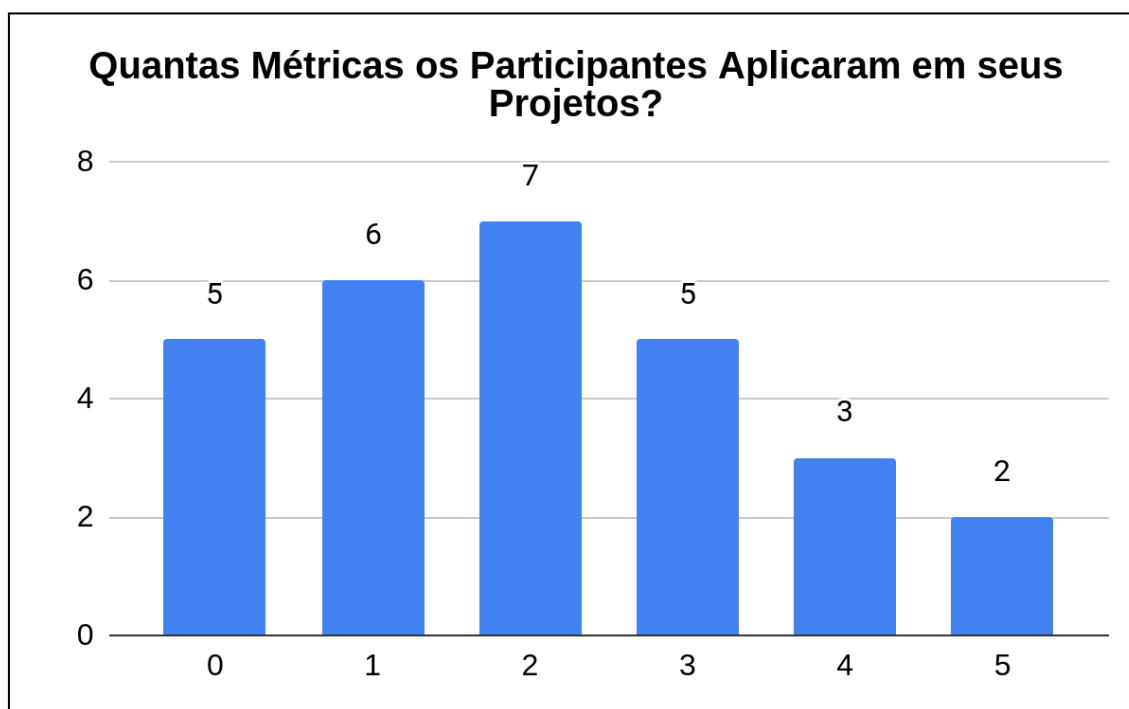
REFERÊNCIAS

- ANICHE, M.; GEROSA, M. E TREUDE, C. **Developers' Perceptions on Object-Oriented Design and Architectural Roles**. Proceedings of the XXX Brazilian Symposium on Software Engineering, 2016
- Beck, K. *Implementation Patterns*. Addison Wesley, 2007.
- DEL ESPOSTE, A., E BEZERRA, C. **Cenário de Decisões Baseado em Métricas de Software: Definição e Implementação de Cenários a partir de Métricas de Design e de Vulnerabilidade para Tomada de Decisão**. In Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES), 2014.
- GARCIA, P. S. **A Internet como nova mídia na educação**. Revista Educação, 26(1), 11-19, 2001.
- MEIRELLES, P. R. M., E KON, F. **Monitoramento de métricas de código-fonte em projetos de software livre**. Brazilian Journal of Information Systems, 8(2), 23-39, 2013.
- LANZA, M., & MARINESCU, R. **Object-oriented metrics in practice**. Boston, MA: Springe, 2006.
- OLIVEIRA FILHO, C. **Kalibro: interpretação de métricas de código-fonte**. Dissertação (Mestrado em Ciências de Computação) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- WESTFALL, L. **12 Steps to Useful Software Metrics**. Pag. 53, 2014.

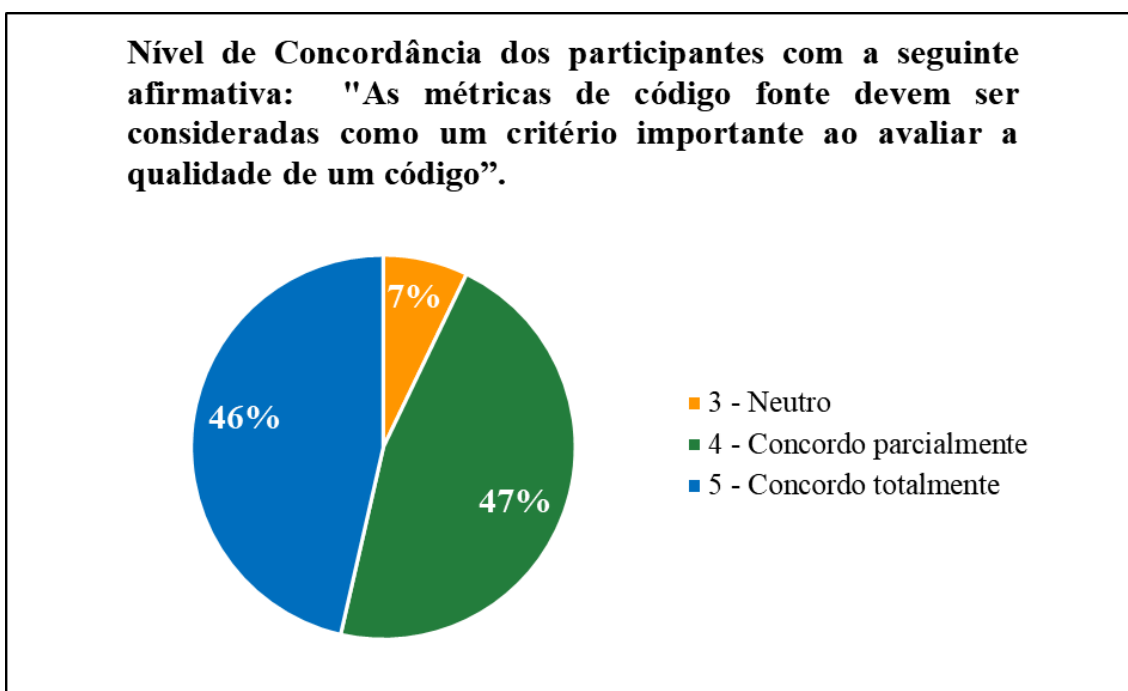
APÊNDICE A

Figura A1: Métricas mais Conhecidas pelos Participantes

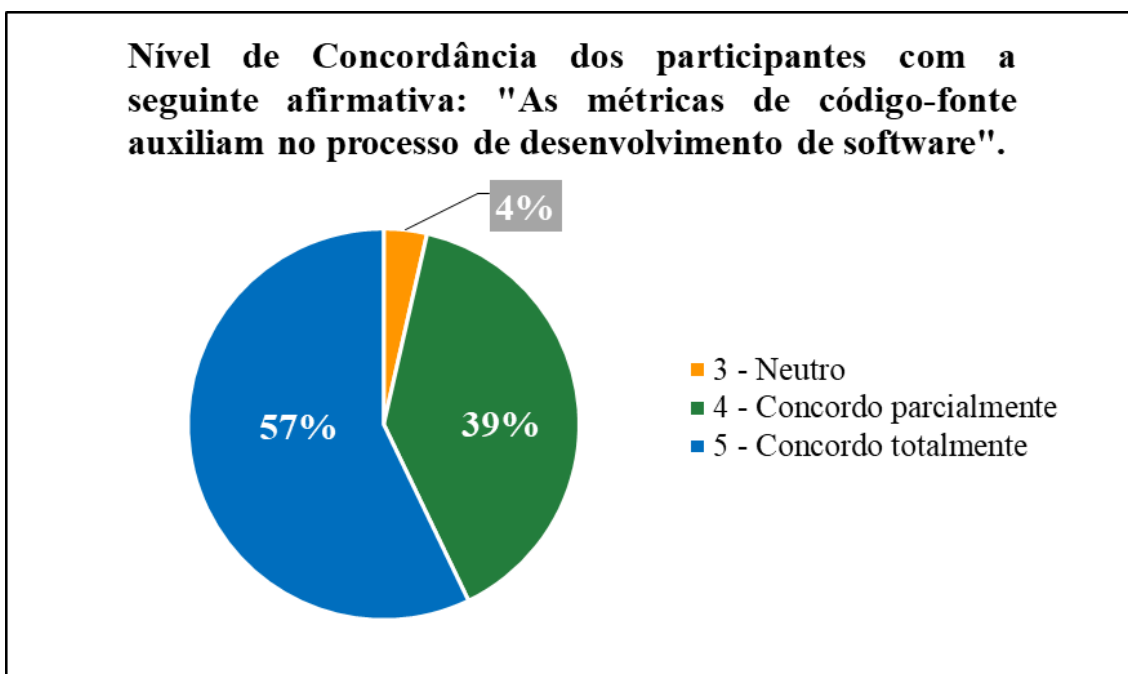
Fonte: Autores (2023)

Figura A2: Quantas Métricas os Participantes Aplicaram em seus Projetos?

Fonte: Autores (2023)

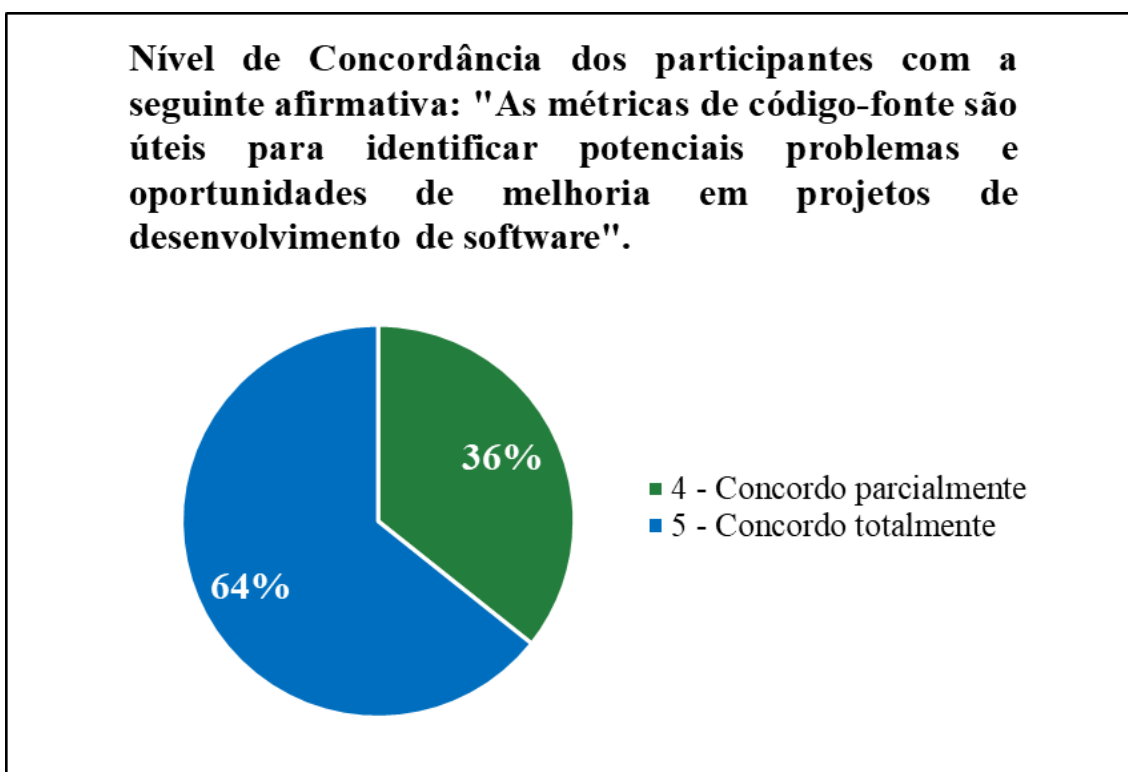
Figura A3: Nível de Concordância dos Participantes com a afirmativa

Fonte: Autores (2023)

Figura A4: Nível de Concordância dos Participantes com a Afirmativa

Fonte: Autores (2023)

Figura 15: Nível de Concordância dos Participantes com a Afirmativa



Fonte: Autores (2023)

APÊNDICE B

Tabela B1 : Respostas do Questionário

RESPOSTAS PESQUISA DE OPINIÃO	
1. Você já ouviu falar sobre métricas de código fonte?	
Opções	Quantitativo de Respostas
Sim	28
Não	39
Talvez	33
2. Qual é o seu nível de conhecimento sobre métricas de código-fonte?	
Opções	Quantitativo de Respostas
Pouco Conhecimento	9
Conhecimento Moderado	14
Muito Conhecimento	2
Conhecimento Avançado	3
3. Selecione as Métricas que você já aplicou em seus projetos	
Opções	Quantitativo de Respostas
Métricas de Tamanho	15
Métricas de Complexidade	14
Métricas de Herança	12
Métricas de Coesão	8
Métricas de Acoplamento	7
Nenhuma	5
4. “As métricas de código fonte devem ser consideradas como um critério importante ao avaliar a qualidade de um código”	
Opções	Quantitativo de Respostas
Discordo Totalmente	0
Discordo Parcialmente	0
Neutro	2
Concordo Parcialmente	13
Concordo Totalmente	13
5. “As métricas de código fonte auxiliam no processo de desenvolvimento de software”	
Opções	Quantitativo de Respostas
Discordo Totalmente	0
Discordo Parcialmente	0
Neutro	1
Concordo Parcialmente	11
Concordo Totalmente	16
6. “As métricas de código fonte são úteis para identificar potenciais problemas e oportunidades de melhoria em projetos de desenvolvimento de software”	
Opções	Quantitativo de Respostas
Discordo Totalmente	0
Discordo Parcialmente	0
Neutro	0
Concordo Parcialmente	10
Concordo Totalmente	18
7. Qual a frequência com que o conceito de métricas de código fonte foi apresentado em suas aulas na faculdade?	
Opções	Quantitativo de Respostas
Nunca foi apresentado nas aulas	9
Raramente foi apresentado nas aulas	7
Foi apresentado ocasionalmente nas aulas	9
Foi apresentado com frequência nas aulas	3

Foi amplamente abordado e apresentado de forma consistente em várias aulas	0
8. Quais fontes de aprendizado você utilizou para obter informações sobre métricas de código-fonte?	
Opções	Quantitativo de Respostas
Tutorias Online	13
Cursos Online	12
Livros e Materiais Didáticos	8
Artigos Acadêmicos	6
Aulas na Universidade	4
Nenhuma Fonte	2
Outros	5
9. Quais fontes de aprendizado você utilizou para obter informações sobre métricas de código-fonte?	
Opções	Quantitativo de Respostas
Nenhuma Experiência Prática	11
Experiência Limitada	8
Experiência Moderada	5
Experiência Substancial	3
Experiência Avançada	1
10. Selecione as ferramentas para análise de Métricas de Código Fonte que você já utilizou:	
Opções	Quantitativo de Respostas
SonarQube	4
Checkstyle	1
Eclipse Metrics Plugin	7
CLOC (Count Lines of Code)	13
PMD	4
Outras	1
Nenhuma	13
11. Qual é o seu nível de confiança ao interpretar e analisar métricas de código fonte?	
Opções	Quantitativo de Respostas
Pouco Confiante	13
Moderadamente Confiante	4
Confiança Razoável	6
Muito Confiante	2
Extremamente Confiante	3
12. Se você tiver alguma experiência, comentário ou sugestão relacionada ao tema das métricas de código-fonte, sinta-se à vontade para compartilhá-la aqui. (Opcional)	
O mais importante para facilitar o uso de métricas é o uso de um algoritmo limpo e bem estruturado.	
Comentário: entendo pouco sobre métricas de código fonte mas sei que isso é importante para qualidade de software e implementação da filosofia Devops.	
Nao há sugestão alguma, o questionário tá simples e objetivo, e bem claro onde quer chegar, parabéns	
A primeira experiência prática que fiz sobre o tema foi durante o estágio. Na academia não cheguei a usar as metricas em algo pratico.	

Fonte: Autores (2023)

APÊNDICE C

QUESTÕES DO FORMULÁRIO

Qual o seu curso de Graduação?

- ☐ Engenharia de Software
- ☐ Sistemas de Informação
- ☐ Ciência da Computação
- ☐ Engenharia da Computação
- ☐ Licenciatura em Computação
- ☐ Outro: _____

Você tem experiência no mercado de trabalho na área de TI?

- ☐ Sim ☐ Não

Quantos porcentos do curso você já concluiu?

- ☐ De 0% a 25%
- ☐ De 26% a 50%
- ☐ De 51% a 75%
- ☐ De 76% a 100%

1) Você já ouviu falar sobre métricas de código fonte?

- ☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez

2) Qual é o seu nível de conhecimento sobre métricas de código-fonte?

- ☐ Pouco Conhecimento
- ☐ Conhecimento Moderado
- ☐ Muito Conhecimento
- ☐ Conhecimento Avançado

3) Selecione as Métricas que você já aplicou em seus projetos:

- ☐ Métricas de Tamanho
- ☐ Métricas de Complexidade
- ☐ Métricas de Coesão

- ☐ Métricas de Acoplamento
- ☐ Métricas de Herança
- ☐ Nenhuma
- ☐ Outros: _____

4) “As métricas de código fonte devem ser consideradas como um critério importante ao avaliar a qualidade de um código”.

- ☐ 1 - Discordo totalmente
- ☐ 2 - Discordo parcialmente
- ☐ 3 - Neutro
- ☐ 4 - Concordo parcialmente
- ☐ 5 - Concordo totalmente

5) “As métricas de código fonte auxiliam no processo de desenvolvimento de software”.

- ☐ 1 - Discordo totalmente
- ☐ 2 - Discordo parcialmente
- ☐ 3 - Neutro
- ☐ 4 - Concordo parcialmente
- ☐ 5 - Concordo totalmente

6) “As métricas de código fonte são úteis para identificar potenciais problemas e oportunidades de melhoria em projetos de desenvolvimento de software.”

- ☐ 1 - Discordo totalmente
- ☐ 2 - Discordo parcialmente
- ☐ 3 - Neutro
- ☐ 4 - Concordo parcialmente
- ☐ 5 - Concordo totalmente

7) Qual a frequência com que o conceito de métricas de código fonte foi apresentado em suas aulas na faculdade?

- ☐ Nunca foi apresentado nas aulas.
- ☐ Raramente foi apresentado nas aulas.
- ☐ Foi apresentado ocasionalmente nas aulas.
- ☐ Foi apresentado com frequência nas aulas.
- ☐ Foi amplamente abordado e apresentado de forma consistente em várias aulas.

8) Quais fontes de aprendizado você utilizou para obter informações sobre métricas de código-fonte?

- ☐ Nenhuma fonte
- ☐ Aulas na universidade
- ☐ Livros e materiais didáticos
- ☐ Tutoriais online
- ☐ Artigos acadêmicos
- ☐ Cursos online
- ☐ Outros: _____

Uso de Ferramentas de Métricas de Código-Fonte

9) Qual o seu nível de experiência prática com ferramentas de análise de métricas de código fonte?

- ☐ 1 - Nenhuma experiência prática
- ☐ 2 - Experiência limitada
- ☐ 3 - Experiência moderada
- ☐ 4 - Experiência substancial
- ☐ 5 - Experiência avançada

10) Selecione as ferramentas para análise de Métricas de Código Fonte que você já utilizou:

- ☐ SonarQube
- ☐ Checkstyle
- ☐ Eclipse Metrics Plugin:
- ☐ CLOC (Count Lines of Code)
- ☐ PMD
- ☐ Outras: _____

11) Qual é o seu nível de confiança ao interpretar e analisar métricas de código fonte?

- ☐ 1 - Pouco confiante
- ☐ 2 - Moderadamente confiante
- ☐ 3 - Confiança razoável
- ☐ 4 - Muito confiante
- ☐ 5 - Extremamente confiante

12) Se você tiver alguma experiência, comentário ou sugestão relacionada ao tema das métricas de código fonte, sinta-se à vontade para compartilhá-la aqui.

[Campo aberto para preenchimento]