

# Uma Proposta de Aplicação de Checklists de Qualidade como Mecanismo de Melhoria de Produtos de Trabalho em Disciplinas do Eixo de Engenharia de Software

**Kelly Cristina Pereira Alberto**  
**Kellycris.alberto@gmail.com**  
PUC Minas

**Marcelo Werneck Barbosa**  
**mwerneck@pucminas.br**  
PUC Minas

**Resumo:** Este trabalho apresenta uma proposta de uso de checklists de verificação em disciplinas do eixo de Engenharia de Software no curso de Sistemas de Informação da PUC Minas com o objetivo de analisar se tais checklists aumentam a qualidade dos artefatos produzidos durante o desenvolvimento de software. Por meio de um estudo e experimentos entre os alunos da disciplina de Gerência de Projetos de Software do curso de Sistemas de Informação da PUC Minas, foi realizada uma análise da qualidade dos artefatos produzidos pelos mesmos com o uso de checklists. Procura-se evidenciar que o uso de checklists, por mais simples que seja, pode ser um recurso indispensável no ensino e no desenvolvimento de software para evitar erros e contribuir com o aprendizado dos alunos. O trabalho concluiu que o uso de checklists aumentou em geral a qualidade de vários artefatos inspecionados e ainda identificou quais os principais erros cometidos pelos alunos, o que pode ser usado como um bom indicador de acompanhamento de seu desempenho e sugerir melhorias no processo de ensino-aprendizagem.

**Palavras Chave:** Qualidade - Gerência de Projetos - Inspeção - Verificação - Checklists

## 1. Introdução

A engenharia de software abrange um conjunto de três elementos fundamentais, métodos, ferramentas e procedimentos que possibilitam o controle do processo de desenvolvimento de software e oferece ao profissional uma base para a construção de software de alta qualidade de forma produtiva (Pressman, 2006). Portanto, o ensino de engenharia de software é fundamental para o progresso do aluno, pois engloba várias áreas do conhecimento, como gerência de projetos, requisitos, testes, qualidade de software, entre outras. Por ser uma área da computação voltada para o desenvolvimento e manutenção de software com a aplicação de tecnologias e práticas visando à organização, produtividade e qualidade, desperta em quem está aprendendo, uma visão organizada, mais assertiva e elegante de desenvolvimento de software.

O desenvolvimento de um projeto software com qualidade é uma atividade exigente, pois demanda um processo bem definido, conhecimento e experiência dos envolvidos. Uma das formas de garantir qualidade são as revisões técnicas formais, que podem ser praticadas durante cada etapa do processo de engenharia de software (PRESSMAN, 2006).

As revisões técnicas são conduzidas através de checklists que resumem experiências adquiridas (Pezzè e Young 2008) e são usadas para verificar a qualidade dos artefatos produzidos durante o desenvolvimento. Têm como objetivo garantir que todos os passos essenciais do artefato sejam conferidos para serem finalizados com qualidade. O benefício das revisões é a descoberta antecipada de defeitos, de forma que possam ser corrigidos, evitando altos custos e esforços de correção de defeitos em atividades subsequentes nas fases do desenvolvimento.

Com a aplicação de técnicas de inspeção, os artefatos de software tem mais qualidade que os desenvolvidos antes da aplicação das mesmas. A produção de artefatos futuros ainda amadurece, pois quanto mais se usam técnicas de inspeção, melhor e mais maduras as mesmas vão se tornando, melhorando a interação entre os desenvolvedores e usuários, diminuindo erros e consequentemente custos (Bertini apud Briand, 2000). Quanto mais cedo a inspeção é realizada no desenvolvimento de software reduz-se de 60% a 90% dos defeitos potenciais (SPÍNOLA apud BOEHM, 2001).

Este artigo tem como objetivo avaliar a eficiência do uso de checklists pelos alunos da disciplina de Gerência de Projetos do curso de Sistemas de Informação da PUC Minas para analisar se com a orientação e o uso das mesmas, os erros dos alunos são minimizados e se elas contribuem para o progresso do trabalho e aumento da qualidade dos artefatos produzidos nas disciplinas.

O restante deste artigo está dividido da seguinte forma: a Seção 2 apresenta conceitos de Qualidade de Software, checklists e trabalhos relacionados. A Seção 3 descreve a metodologia do trabalho e o processo de avaliação da eficiência do uso de checklist na produção de artefatos. A Seção 4 apresenta os resultados obtidos e a Seção 5 apresenta a conclusão e trabalhos futuros.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1 GERENCIAMENTO DE PROJETOS**

Conforme (PMBOK, 2012), gerenciamento de projetos é a prática dos conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades de um projeto a fim de atender aos seus requisitos, além de identificar necessidades e estabelecer objetivos claros e possíveis de serem realizados. Gerenciar projetos inclui balanceamento das demandas conflitantes de qualidade, escopo, tempo e custo.

Projeto gerenciado com qualidade é o que é finalizado e entregue em conformidade com o que foi solicitado e combinado no escopo, no prazo e dentro do orçamento previsto. Caso um dos fatores mencionados não for cumprido ou entrar em conflito com outro fator, a qualidade do projeto pode ser afetada.

Para não deixar de cumprir o que foi solicitado e combinado no escopo, deve haver um processo de revisão do que foi feito e do que foi solicitado. Sendo assim, com um escopo bem planejado e desenvolvido, o custo com correções será mínimo a ponto de não comprometer o orçamento previsto para o projeto.

Gestão de qualidade é uma área de conhecimento do PMBOK que existe para garantir que o projeto irá satisfazer os objetivos pelos quais foi realizado, atendendo aos requisitos adequadamente e às expectativas do solicitante. O gerenciamento de qualidade no projeto consiste nos processos de planejamento da qualidade, realização da garantia de qualidade e o controle da qualidade. Tal disciplina reconhece que o custo de prevenção de erros é muito menor que o custo para corrigi-los, conforme revelado pela inspeção com uso de checklists, (PMBOK,2012).

### **2.2 REVISÕES E INSPEÇÕES**

Segundo (Pressman, 2006), revisões são filtros para o processo de Engenharia de Software, ou seja, são aplicadas durante vários pontos durante o desenvolvimento e servem para detecção de defeitos. O objetivo de revisar é descobrir erros em qualquer representação do software, verificar se o mesmo atende aos requisitos solicitados, pois a satisfação do cliente é atingida pelo entendimento, avaliação, definição e gerenciamento de expectativas de forma a atender as necessidades do cliente. Exigem uma combinação de conformidade com requisitos e que o produto deva satisfazer as necessidades reais do cliente (PMBOK, 2012).

Inspeção é o tipo mais formal de revisão, com o objetivo de identificar e remover defeitos (Filho, 2009). Segundo (PMBOK, 2012), são atividades como medição, exame e verificação para determinar se o trabalho e as entregas atendem aos requisitos e critérios de aceitação do produto. As inspeções recebem vários nomes, como revisões, revisões de produto, auditorias e homologações. Em algumas áreas de aplicação, esses vários termos possuem significados específicos e restritos.

Inspeções seguem um processo rigoroso, com designação de diferentes papéis para inspetores e regras detalhadas de condução de registro. Também verificam se os artefatos produzidos estão de acordo com os artefatos dos quais se originam, se estão nos padrões definidos, se possuem níveis satisfatórios de qualidade e se são adequados para os seus consumidores (FILHO, 2009).

Um dos mecanismos usados em inspeções são as checklists. Os inspetores, ao avaliar a checklist, podem usar como resposta sim/não, podem acrescentar observações relevantes

encontradas para enriquecer o checklist futuramente. Não existe um padrão para definir o conteúdo de um checklist, mas na medida em que inspeções vão sendo realizadas, a maturidade desta técnica aumenta, pois com experiências, os checklists podem ganhar novos itens de verificação ou também passar a não conter algum item que seja irrelevante.

### 2.3 TRABALHOS RELACIONADOS

Existem na literatura alguns relatos sobre a execução de trabalhos que identificam que o uso de checklists pode aumentar a qualidade de artefatos produzidos.

Em (Barbosa, 2013) são identificadas dificuldades encontradas na elaboração de Estrutura Analítica de Projeto (EAP) por alunos de graduação e pós-graduação. Após a identificação das dificuldades foram propostas algumas alternativas para minimizar os problemas de aprendizado relacionados à elaboração da EAP, dentre elas a disponibilização de checklists de verificação da EAP com itens que garantam a consistência deste artefato com os de declaração de escopo e cronograma. Tais checklists foram produzidas e utilizadas a partir de 2013/01 junto com outras checklists. A intenção foi que o aluno entrasse em contato com estas checklists ainda no momento da elaboração de cada artefato, com o objetivo de que os mesmos conheçam as diretrizes de qualidade antecipadamente e procurem atendê-las a cada entrega e que consigam elaborar EAPs de maior qualidade, atendendo às diretrizes definidas em (PMI, 2006). Este artigo é uma extensão deste trabalho citado para a disciplina de Gerência de Projetos e Engenharia de Requisitos, porém com uma análise de quanto as checklists podem ajudar a melhorar o desempenho dos alunos referente à qualidade dos artefatos produzidos pelos mesmos.

Em (Trevenzoli e Barbosa, 2011), são apresentadas formas de identificação de defeitos que possam influenciar o desenvolvimento da arquitetura de software de qualidade. A partir da técnica de inspeção de requisitos baseada em perspectivas e no modelo de classificação dos requisitos arquiteturais FURPS+ proposto por Robert Grady, em 1986, o trabalho apresenta uma inspeção pela perspectiva do arquiteto de software sobre o documento de especificação de requisitos de software para possibilitar uma melhor identificação dos defeitos nos requisitos arquiteturais do software. A técnica de leitura baseada em checklists foi aplicada aos alunos da disciplina de Engenharia de Software II com o objetivo de avaliar se a técnica seria bem aceita, entendida e utilizada pelos alunos. Em seguida, foi realizado um treinamento sobre as técnicas apresentadas no trabalho e as mesmas aplicadas em trabalhos da turma com resultados satisfatórios. Este trabalho está diretamente relacionado com este artigo porque o mesmo teve como objetivo avaliar o desempenho dos alunos na produção de artefatos com o uso da inspeção. Porém, este artigo tem como diferencial, avaliar o desempenho dos alunos na produção de vários artefatos produzidos nas disciplinas do eixo da Engenharia de Software: Gerência de Projetos, durante três semestres e Engenharia de Requisitos, durante dois semestres, para avaliar a qualidade da produção dos mesmos.

### 3. Metodologia

Neste trabalho, foi realizada uma avaliação para medir a eficiência do uso de checklists por alunos do curso de Sistemas de Informação nas disciplina de Gerência de Projetos de Software da PUC Minas para analisar se com o uso das mesmas os erros dos alunos são minimizados, se elas contribuem para o progresso do trabalho e aumento da qualidade dos artefatos produzidos nas disciplinas.

Na disciplina de Gerência de Projetos de Software, este trabalho se iniciou no primeiro semestre de 2013 (2013/1). Os alunos tiveram acesso a algumas checklists, porém, não faziam uso das mesmas de maneira integrada ao processo de trabalho. A partir de 2013/2, as checklists passaram a ser parte do processo de gerência de projetos da disciplina, chamado de PROGEP. Mais detalhes sobre o PROGEP podem ser obtidos em (Barbosa, Nelson e Alonso, 2012). O PROGEP contempla a elaboração de vários entregáveis tais como Declaração de Escopo, Cronograma, EAP, Plano do Projeto, Plano de Qualidade, Lista de Riscos. Para cada um destes artefatos, foi elaborado e disponibilizado no processo um checklist de inspeção. Os itens do checklist foram definidos com base em boas práticas e conceitos relacionados aos assuntos trabalhados em cada entrega, no PMBOK e foram elaborados pelo professor da disciplina.

Com o objetivo de evidenciar para os alunos que os artefatos podem ser desenvolvidos com qualidade, os mesmos realizaram o trabalho e o inspecionaram com as checklists entregues. Vale ressaltar que o objetivo inicial não foi uma verificação independente, mas sim que os alunos tivessem contato com os itens do checklist de modo a orientá-los na execução do trabalho com a qualidade esperada.

Após a conclusão do trabalho dos mesmos, foi feita uma avaliação, da seguinte forma. Para cada trabalho entregue de cada grupo, foi preenchido o checklist correspondente pelo professor da disciplina, que ao fazer sua avaliação dos artefatos entregues, realizou uma inspeção preenchendo novamente os itens dos checklists para cada documento entregue evidenciando os erros e os acertos dos alunos. Os checklists preenchidos pelo professor foram disponibilizadas novamente aos alunos para que eles pudessem ver quais itens apresentaram não conformidades.

Com base nesta planilha foi analisado se o uso das checklists contribuiu para o aumento da qualidade na produção dos artefatos solicitados. Para cada artefato, foi calculada a média aritmética das notas, desconsiderando as notas iguais à zero (grupos que não entregaram). A nota média da turma passa a refletir um grau de conformidade médio das entregas com os itens da checklist.

Foi ainda realizada uma comparação da evolução das notas dos alunos de Gerência de Projetos de Software, desde 2013/1 até 2014/1 para avaliar o desempenho dos mesmos com e sem o uso das checklists integradas ao processo. Além da comparação das médias das notas, foi feita uma análise dos itens com mais não conformidades de cada checklist, com o objetivo de identificar que melhorias podem ser realizadas no ensino da elaboração destes documentos de maneira a reduzir os erros dos alunos.

Por fim, foi realizada uma pesquisa através de questionário com os alunos, para verificar se os checklists os ajudaram no desenvolvimento das atividades e também se eles os utilizaram de fato. Esta pesquisa é muito importante, pois conforme citado anteriormente, os checklists são enriquecidas à medida que novas experiências vão surgindo e sendo compartilhadas.

#### **4. Resultados**

O primeiro artefato avaliado foi a Declaração de Escopo. De acordo com a Figura 1(a), o resultado da média de notas dos alunos foi crescente no ano de 2013 subindo 7,28% no segundo semestre. Em 2014/1, houve uma queda de 8,15%. Conforme a análise comparativa,

os alunos de 2014/1 deixaram de errar e/ou erraram menos, 30% dos itens da checklist da declaração de escopo, se comparados aos alunos de 2013/2.

No levantamento de erros, foi identificado que os dois itens que alunos mais erraram com frequência neste artefato, tanto em 2013/2 quanto em 2014/1 são os mesmos. A Tabela 1 evidencia os dois itens do checklist que os mesmos mais erraram na coluna “Itens do Escopo” e a porcentagem dos grupos que cometeram o erro nos respectivos semestres. Pode-se perceber que os alunos não tem tido cuidado em prever todos os entregáveis do projeto e tampouco tem procurando manter a declaração de escopo consistente com a WBS (EAP). Apesar de os resultados mostrarem um aumento na taxa de erros destes dois itens, observa-se que outros itens apresentaram maior conformidade, indicando que os alunos deixam de se equivocar em alguns itens, porém, passam a se equivocar mais em outros. Este mesmo comportamento foi observado em outros artefatos avaliados, evidenciando que o professor de cada disciplina precisa estar constantemente atento em suas aulas para destacar todas as características esperadas de todos os artefatos entregues ao longo do semestre.

**Tabela 1:** Erros comuns em Declaração de Escopo

Itens do Escopo	Quantidade de grupos que cometeram os erros	
	2º/2013	1º/2014
A lista de entregáveis do projeto está consistente com os entregáveis representados na WBS?	33,33%	83,33%
A lista de entregáveis apresenta todos os itens que devem ser elaborados ao longo do projeto tanto interna quanto externamente?	33,33%	41,66%

Em relação à Estrutura Analítica de Projeto (EAP ou ainda WBS, em inglês), de acordo com a Figura 1(b), o resultado da média de notas foi crescente no ano de 2013, com crescimento de 8,25% no segundo semestre e continuou crescente até 2014/1.

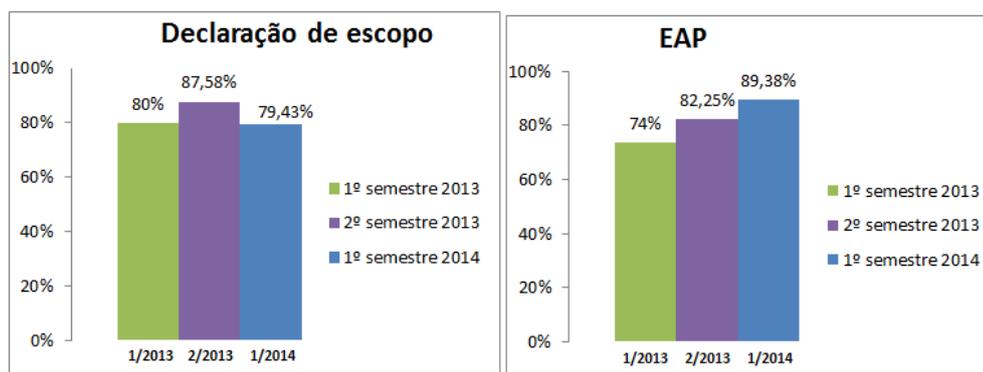
Conforme a análise comparativa de erros e acertos entre os alunos de 2013/2 e 2014/1, os alunos de 2014/1, deixaram de errar e/ou erraram menos 45% dos itens da checklist da EAP.

A análise do desempenho dos alunos em relação a EAP teve início em (Barbosa, 2013), no qual foram identificadas dificuldades encontradas na elaboração de Estrutura Analítica de Projeto (EAP) por alunos de graduação e pós-graduação. Com este estudo, os pontos fracos identificados foram tratados, foram aplicadas melhorias, ajudando os alunos a terem um desempenho melhor a cada semestre. O resultado positivo obtido neste trabalho mostra que esta análise traz melhorias ao processo de ensino-aprendizagem.

No levantamento de erros, foi identificado que os um dos itens que os alunos mais erraram com frequência neste artefato, tanto em 2013/2 quanto em 2014/1 é o mesmo. A Tabela 2 evidencia os dois itens da checklist que os mesmos mais erraram na coluna “Itens do Escopo” e a porcentagem dos grupos que cometeram o erro nos respectivos semestres. É possível observar novamente que os alunos tem tido problema em identificar completamente o escopo do projeto. A elaboração do Dicionário da EAP foi exigida somente a partir de 2014/1, por isso este item não apresentou não conformidades em 2013/2.

**Tabela 2:** Erros comuns em WBS

Itens da WBS	Quantidade de grupos que cometeram os erros	
	2º/2013	1º/2014
Contem 100% do trabalho definido no escopo?	50%	75%
Contem elementos que são definidos usando substantivos e adjetivos – não verbos?	58,33%	–
A soma dos componentes decompostos de um item do Dicionário da WBS é igual à estimativa do componente superior?	–	41,66%



**Figura 1:** Média de nota dos alunos nos artefatos: declaração de escopo (a) e EAP (b)

Em relação ao artefato Cronograma, de acordo com a Figura 2(a), o resultado foi positivo no ano de 2013, com crescimento de 7,69% da média de notas no segundo semestre. Houve uma queda de 11,85% em 2014/1. Tal queda pode ser justificada pelo fato de em 2013/2, os alunos terem tido duas aulas práticas sobre elaboração de cronograma em laboratório usando o software MS Project. Já em 2014/1, em função do calendário reduzido pela Copa do Mundo, houve apenas uma aula prática em laboratório, causando impacto na qualidade deste artefato. Conforme a análise comparativa de erros e acertos entre os alunos de 2013/2 e 2014/1, os alunos de 2014/1 deixaram de errar e/ou erraram menos, 70% dos itens da checklist do cronograma.

No levantamento de erros, foi identificado que os dois itens que os alunos mais erraram com frequência neste artefato, tanto em 2013/2 quanto em 2014/1, são os mesmos. A Tabela 3 evidencia estes itens e erros nos respectivos semestres.

Um problema frequente que tem sido observado é os alunos desconsiderarem as restrições de datas impostas pelo Patrocinador do projeto. Os alunos tem elaborado o cronograma simplesmente realizando o sequenciamento das atividades a partir da data inicial do projeto e mantido as datas calculadas pelo software de gerenciamento em função das estimativas de esforço realizadas. Os alunos deveriam ainda verificar e ajustar as datas de entregas calculadas em função das restrições de datas de cada entrega estipulada pelo Patrocinador. Em 2014/1, foram observados problemas de sequenciamento, muito provavelmente em função da menor carga prática em laboratório com o uso do software.

Para o artefato Lista de Riscos, de acordo com a Figura 2(b), o resultado se manteve estável no ano de 2013, entretanto, em 2014/1, houve um crescimento de 9,38% da média das notas.

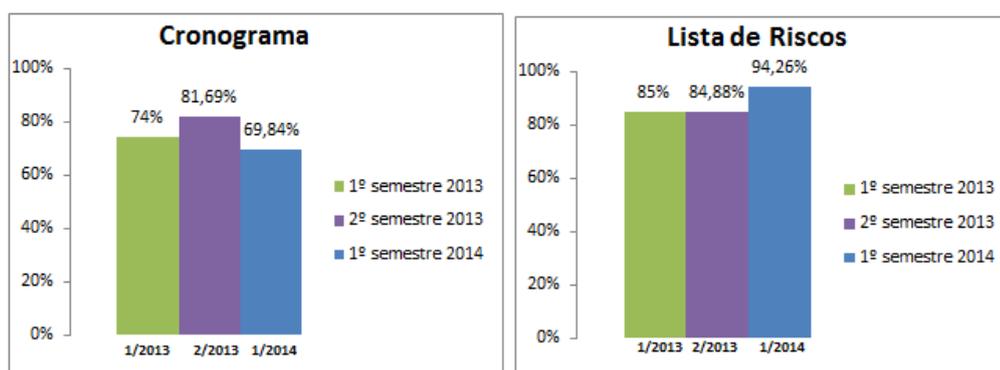
**Tabela 3:** Erros comuns em Cronograma

Itens do cronograma	Quantidade de grupos que cometeram os erros	
	2º/2013	1º/2014
As datas previstas de entregas e conclusão do projeto estão consistentes com as restrições fornecidas pelo Patrocinador?	91,66%	81,81%
As estimativas de duração e trabalho para cada uma das atividades está consistente com a estimativa realizada para cada pacote de trabalho na WBS?	58,33%	-
O sequenciamento (dependência) entre as atividades foi usado de maneira correta?	-	63,63%

Conforme a análise comparativa de erros e acertos entre os alunos em 2013/2 e 2014/1, os alunos no 2014/1 deixaram de errar e/ou erraram menos 75% dos itens da checklist do plano de projeto. No levantamento de erros, foram identificados os dois erros mais frequentes ocorridos em 2013/2 e 2014/1 mostrados na Tabela 4. Pode-se observar que os alunos compreenderam melhor os conceitos de medidas de mitigação e contingência, entretanto, os erros de 2014/1 mostram que os alunos não consultaram o processo fornecido, pois a classificação dos riscos e seu impacto estão claramente definidos no PROGEP.

**Tabela 4:** Erros comuns em Lista de Riscos

Itens da lista de riscos	cometeram os erros	
	2º/2013	1º/2014
A classificação de cada risco foi assinalada de acordo com as categorias previstas na RBS?	-	58,33%
O impacto de cada risco foi assinalado de acordo com as categorias previstas no processo?	-	25,00%
As medidas de mitigação representam corretamente ações planejadas para reduzir a probabilidade do risco ocorrer?	33,33%	-
As medidas de contingência representam corretamente ações planejadas para reduzir o impacto do risco caso ele ocorra?	33,33%	-



**Figura 2:** Média de nota dos alunos nos artefatos: Cronograma(a) e Lista de riscos(b)

Em relação ao artefato Plano de Qualidade, de acordo com a Figura 3(a), houve queda de 9,42% da média de notas em 2013/2 em relação a 2013/1 e ainda em 2014/1 houve outra queda de 3,15%. O uso de checklists orienta melhor o trabalho de correção do professor tornando o trabalho um pouco mais rigoroso e estruturado.

Conforme a análise comparativa de erros e acertos entre os alunos em 2013/2 e 2014/1, os alunos de 2014/1 deixaram de errar e/ou erraram menos 25% dos itens da checklist do plano de qualidade. No levantamento de erros, foi identificado que existe um item que os

alunos mais erraram com frequência em comum, neste artefato, tanto em 2013/2 quanto em 2014/1. A Tabela 5 evidencia os itens da checklist e seus erros nos respectivos semestres.

Os alunos apresentam dificuldades em definir as métricas de qualidade que definirão a aceitação ou não do artefato. Os alunos passaram ainda a não identificar no Plano corretamente os padrões que devem ser seguidos.

**Tabela 5:** Erros comuns em Plano de Qualidade

Itens do plano de qualidade	cometeram os erros	
	2º/2013	1º/2014
As datas ou marcos de verificação assim como o responsável pela verificação estão consistentes com o cronograma e com o Plano de Projeto?	58,33%	–
A métrica define corretamente um índice ou tipo de medida a ser realizada em relação ao artefato (por exemplo, número de defeitos, índice de satisfação, etc)?	50,00%	58,33%
Todos os padrões exigidos (técnicos, gerenciais e de processo) que devem ser seguidos e utilizados no projeto foram identificados?	–	50,00%

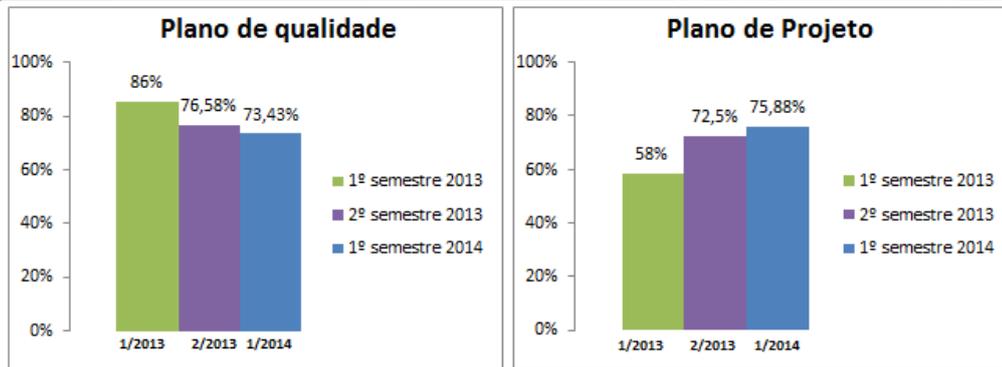
Na disciplina de Gerência de Projetos de Software, o artefato Plano de Projeto contem informações relativas ao Plano de Gerenciamento de Recursos Humanos e ao Plano de Comunicação. De acordo com a Figura 3(b), houve crescimento de 14,5% da média de notas em 2013/2 em relação 2013/1. No 2014/1, houve um crescimento de 3,38% em relação ao 2013/2.

Conforme a análise comparativa de erros e acertos entre os alunos em 2013/2 e 2014/1, os alunos em 2014/1 deixaram de errar e/ou erraram menos 60% dos itens da checklist do Plano de projeto. No levantamento de erros, foi identificado que existe um item que os alunos mais erraram com frequência em comum em 2013/2 e 2014/1. A Tabela 4 apresenta estas informações.

Pode-se observar que os alunos ainda apresentam dificuldades na elaboração da matriz RACI (matriz de responsabilidades). Passaram a identificar corretamente os membros que devem ser consultados e informados das atividades do projeto, mas passaram a se equivocar na exigência de que cada atividade deva ter somente um aprovador. Conseguiram identificar melhor o público alvo dos treinamentos necessários à equipe do projeto.

**Tabela 6:** Erros comuns em Plano de Projeto

Itens do plano projeto	cometeram os erros	
	2º/2013	1º/2014
Os membros responsáveis pela execução, os membros que são consultados e informados estão corretamente identificados para toda atividade da matriz de responsabilidades?	66,66%	–
Toda atividade da matriz de responsabilidades contem um e apenas um aprovador (accountable)?	–	41,66%
O público alvo dos treinamentos identificados foi corretamente identificado?	58,33%	33,33%

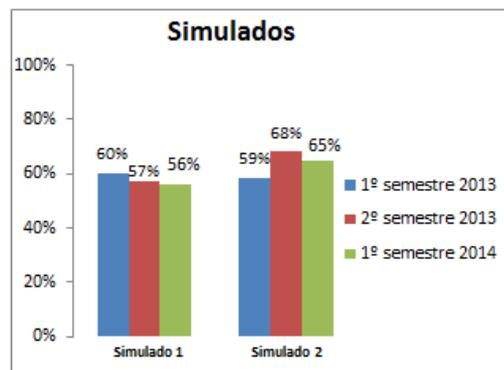


**Figura 3:** Média de nota dos alunos: Plano de qualidade(a) e Plano de Projeto(b)

#### 4.1. ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS ATIVIDADES AVALIATIVAS EM GERÊNCIA DE PROJETOS

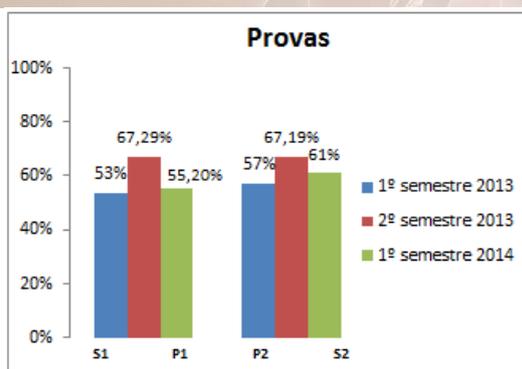
A disciplina de Gerência de Projetos de Software possui dois tipos de atividades avaliativas: simulados e provas. Os simulados, que valem 5 pontos, tem o objetivo de ser uma preparação para a prova, para o aluno ter uma oportunidade inicial de avaliar seu desempenho. As provas valem 30 pontos e ocorrem depois da correção do simulado em sala de aula. Cada semestre tem dois simulados e duas provas. As notas dos simulados e das provas foram analisadas para procurar identificar alguma relação entre o uso dos checklists nos trabalhos e uma possível melhora na nota média dos alunos da disciplina.

De acordo com a Figura 4, referente ao simulado 1, no ano de 2013, houve uma queda de 3% no segundo semestre em 2014/1. Também houve queda de 1% em relação a 2013/1. Para o Simulado 2, houve um crescimento de 9% em 2013/2 em relação a 2013/1. Em 2014/1, houve uma queda de 3% em relação a 2013/2.



**Figura 4:** Média de nota dos alunos nos simulados

De acordo com a Figura 5, referente as prova 1, no ano de 2013, houve um crescimento de 14,29% no 2013/2 em relação ao 2013/1 e uma queda de 12,09% no 2014/1 em relação ao 2013/2. Refente a priva 2, o resultado foi 10,19% crescente no 2013/2 em relação ao 2013/1 e houve uma queda de 6,19% no 2014/1 em relação ao 2013/2.



**Figura 5:** Média de nota dos alunos nas provas

#### 4.2. RESULTADOS DE QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS

Em função de alguns resultados obtidos ainda em 2013/2, foi observada a necessidade de se avaliar o grau de empenho e utilização dos checklists pelos alunos. O objetivo desta avaliação foi verificar se os alunos de fato estariam se apoiando nos checklists no momento de realização dos trabalhos. Assim, os checklists foram aplicados aos 80 alunos no total durante os semestres 2013/2 e 2014/1. Entretanto, como o questionário foi aplicado somente em 2014/1, ele foi respondido por 61,25% dos mesmos. Na Tabela 7 são apresentadas as opiniões dos alunos sobre o uso real dos checklists em seus projetos.

Pode-se observar pelos resultados obtidos que 93,87% dos alunos informaram que recomendariam o uso das checklists para os próximos semestres e apenas 6,13% informaram que não recomendariam.

Ao final do questionário, os alunos foram convidados a realizar comentários e sugestões de melhoria sobre o processo de uso dos checklists por meio de uma pergunta aberta. Neste sentido, 8,16% informaram que checklists devem ser usados nas outras disciplinas; Um aluno considerou que os checklists deveriam possuir perguntas mais claras e objetivas e outro ainda sugeriu o uso de um software de checklists online e interativo. 91,84% dos respondentes não opinaram nem sugeriram melhorias nesta questão aberta do questionário.

#### 5. Conclusões e trabalhos futuros

Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de checklists de verificação como mecanismo de orientação e aumento da qualidade dos artefatos produzidos por alunos em disciplina de Gerência de Projetos de Software na PUC Minas.

Conforme a análise realizada, os alunos tiveram um resultado positivo no desenvolvimento dos artefatos, havendo progresso na qualidade dos mesmos em geral. Em alguns casos houve queda no resultado das notas de alguns artefatos, porém, na análise comparativa de erros e acertos, pode-se identificar que erros que eram cometidos com frequência no passado não são mais cometidos ou são cometidos com menos frequência até o 2014/1. Os checklists foram aplicados aos alunos, não com o intuito de melhorar suas notas, mas sim de apresentar uma forma simples de verificação, e evidenciar para os mesmos que com o seu uso, erros e esquecimentos podem ser evitados e como consequência aumentar a qualidade dos artefatos.

**Tabela 7: Resposta dos alunos ao questionário**

<b>Opção de resposta</b>	<b>Resposta</b>
<b>Importância das checklists</b>	
Extremamente importante	42,85%
Muito importante	53,07%
Pouco importante	4,08%
<b>Frequência de uso</b>	
Na entrega de todos os artefatos	53,07%
Na entrega da maioria dos artefatos	30,61%
Na entrega de alguns artefatos	10,20%
Não fez uso	6,12%
<b>Empenho em usar</b>	
Bastante empenho	6,12%
Muito empenho	51,03%
Pouco empenho	38,77%
Não fez uso	4,08%
<b>Nível de dificuldade no desenvolvimento com uso de checklists</b>	
Bastante fácil	18,36%
Muito fácil	38,99%
Muito difícil	16,12%
Não tem influência no nível de dificuldade	26,53%
<b>Dificuldade em encontrar características novas</b>	
Sempre	4,08%
Na maioria das vezes	10,20%
As vezes	53,07%
Nunca	32,65%
<b>Aumento de qualidade nos artefatos</b>	
Em todos	57,15%
Em alguns	36,73%
Em nenhum	2,04%
Não fez uso	4,08%

Evidenciar para os alunos as vantagens e a importância do uso das checklists é um ponto muito importante ainda a ser tratado nas disciplinas de maneira mais extensa, pois 33% dos alunos informaram que se empenharam pouco no preenchimento dos checklists. De qualquer forma, os checklists foram reconhecidos pelos alunos como um bom instrumento de avaliação do trabalho, uma vez que apenas 4,83% informaram que não recomendariam sua aplicação.

Conforme mencionado, checklists estão em constante amadurecimento. Quanto mais são usadas, mais maturidade vai se adquirindo, pois novas características vão sendo melhoradas e/ou acrescentadas, portanto, a proposta para trabalhos futuros é propor melhorias em alguns itens dos checklists assim como tornar seu uso ainda mais objetivo.

O preenchimento dos checklists define a nota final do aluno em função das não conformidades encontradas e de sua extensão e severidade na opinião do professor. O checklist é composto por um determinado número de itens, com duas possíveis avaliações: sim ou não, e não existe uma nota padrão para cada item. Da forma como é feito hoje estes itens são submetidos a uma avaliação ainda um pouco subjetiva, podendo haver discrepâncias na avaliação do professor.

O próximo passo na evolução dos checklists será estender as opções de avaliação de cada item do checklist para as opções: atende perfeitamente, atende largamente, atende parcialmente e não atende. Para cada critério, haverá uma nota pré-definida, possibilitando ao professor ter uma nota mais exata no final da avaliação e evitando discrepâncias e subjetividade ao definir a nota final do aluno para o artefato entregue.

Pretende-se já no próximo semestre, selecionar um dos artefatos e realizar esta inspeção de maneira independente, neste caso, por outro grupo da mesma sala. Acredita-se que a inclusão desta atividade pode incentivar e conscientizar mais os alunos, pois os mesmos sentirão a importância desta avaliação ao analisar o trabalho de outro grupo. Acredita-se ainda que eles terão mais empenho em avaliar seus próprios trabalhos no futuro.

Deve ser estudada ainda a possibilidade de uso de um software para preenchimento e armazenamento destes checklists com o objetivo de facilitar a correção dos artefatos e compor uma base histórica para a disciplina.

## 6. Referências Bibliográficas

**Barbosa, M. W.** Uma avaliação das dificuldades dos alunos na elaboração de Estruturas Analíticas de Projetos (EAPs). *Cadernos de Educação, Tecnologia e Sociedade*, v. 4, p. 161-175, 2013.

**Barbosa, M.W.; Nelson, M.A.V.; Alonso, E (2012).** “Experiências de um Trabalho Interdisciplinar Orientado por um Processo de Gerência de Projetos em um curso de Sistemas de Informação”. Em FEES/SBES – Fórum de Educação em Engenharia de Software – Simpósio Brasileiro em Engenharia de Software. Natal-RN.

**Bertini, L.A.** Técnicas de Inspeção Aplicadas à Avaliação de Requisitos de Sistemas de Software: Um estudo Comparativo (2006). Disponível em: <<https://www.unimep.br/phpg/bibdig/pdfs/2006/WJBIFYDXBSEG.pdf>>. Acesso em: 26 de jan de 2014.

**Boehm, B.; Basili, V.** Software Defect Reduction Top 10 List. *IEEE Computer*, n.1, vol. 34, p. 135-137, 2001.

**Briand, L.C.; Freimut, B.; Vollei, F.** Assessing the Cost-Effectiveness of Inspections by Combining Project Data and Expert Opinion. *IEEE Transactions on Software Engineering*, n. 10, vol. 22, p. 124, 2000.

**Filho, W.P.P.** “Engenharia de Software: fundamentos, métodos e padrões”. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. Cap. 22, p. 1093-1096. Cap. 11, p.456-472.

**Guia PMBOK** (2012). “Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos”. 5a edição .

**Pezze, M. e Young, M.** (2008) “Teste e Análise de Software”. 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. Cap. 18, p. 360-370.

**PMI.** Project Management Institute. “Practice Standard for Work Breakdown Structures”. 2<sup>a</sup> Edição. 2006.

**Pressman, R. S.** (2006) “Engenharia de Software”. 6 ed. São Paulo: McGraw Hill, 2006. Cap. 1, p. 30-32. Cap. 17, p. 723-752

**Spínola, R.O.**. Introdução à Engenharia de Requisitos. In: Revista Engenharia de Software, DevMedia. Ano 1 - 1<sup>a</sup> Ed. 2007. Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/articles/viewcomp.asp?comp=8028>> Acesso em: 27 de jan. 2014.

**Trevenzoli, J.C.M; Barbosa, M. W.** Uma Implementação da Técnica de Inspeção de Requisitos por Perspectiva do Arquiteto de software. Trabalho de diplomação de Sistemas de Informação da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. 2011