

DOI:10.5748/9788599693131-14CONTECSI/PS-4767

## A STUDY ON PERCEPTION OF THE USEFULNESS OF STATISTICAL PROCESS CONTROL IN SOFTWARE DEVELOPMENT ORGANIZATIONS: AN APPLICATION OF SURVEY

Júlio Cezar Costa Furtado (Universidade Federal do Amapá, Amapá, Brasil) – furtado@unifap.br

Collaborator:

Sandro R. B. Oliveira (Universidade Federal do Pará, Pará, Brasil) – srbo@ufpa.br

The importance of the Statistical Process Control for the software industry has grown in recent years, mainly due to the use of quality models internationally recognized, however, the use of SPC in software development organizations has been shown as complex due to these techniques exist in a context that does not consider the present particularities in a software development process. This study aims to identify the important topics of Statistical Process Control to the industry and how these topics are being addressed in the undergraduate Computing courses. In order to achieve the objective, a survey was defined and applied to Software Engineering professionals, professors and students. The research resulted in the identification of the required skills for a professional to work with the Statistical Process Control. It was possible to verify the disparity between the industry needs and what was being taught in academy. Thus, it concludes that we should try to develop new teaching approaches for Software Engineering, aligned with the industry needs and the student's desires.

Keywords: statistical process control, survey, quality models, teaching approach.

## UM ESTUDO SOBRE A PERCEPÇÃO DA UTILIDADE DO CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO EM ORGANIZAÇÕES DESENVOLVEDORAS DE SOFTWARE: UMA APLICAÇÃO DE SURVEY

A importância do Controle Estatístico do Processo para a indústria de software tem crescido nos últimos anos, principalmente devido ao uso de modelos de qualidade reconhecidos internacionalmente. No entanto, o seu uso em organizações de desenvolvimento de software mostra-se complexo, pois as técnicas existentes no contexto não consideram as particularidades presentes em um processo de desenvolvimento de software. Este estudo tem como objetivo identificar os tópicos de Controle Estatístico do Processo importantes para a indústria e como estes tópicos estão sendo abordados nos cursos de graduação de Computação. Como forma de se atingir este objetivo, um survey foi definido e aplicado em profissionais, professores e estudantes de Engenharia de Software. A pesquisa teve como resultado a identificação das competências necessárias para um profissional atuar com o Controle Estatístico do Processo. Foi possível constatar a disparidade entre as visões da indústria e da academia. Assim, conclui-se que se deve buscar desenvolver novas abordagens de ensino para a Engenharia de Software, alinhadas com as necessidades da indústria e com os anseios dos estudantes.

Palavras-chave: controle estatístico do processo, survey, modelos de qualidade, abordagem de ensino.

## 1. INTRODUÇÃO

Um processo considerado sob controle estatístico deve ser estável e repetível (Montgomery, 2007). Assim, o Controle Estatístico do Processo (CEP) é um conjunto de técnicas para garantir que esse objetivo seja atingido. Apesar do uso de CEP nos processos de melhoria não ser novo para a indústria em geral, no contexto das organizações de software o controle estatístico pode ser considerado algo relativamente recente (Alhassan e Jawawi, 2014) e ainda existem muitas dúvidas sobre a sua real aplicação (Boffoli *et al.*, 2008).

No entanto, a importância do CEP para a indústria de software tem crescido nos últimos anos, principalmente devido ao uso de modelos de qualidade reconhecidos internacionalmente (Fernández-Corrales *et al.*, 2013), como o *CapabilityMaturityModelIntegration* (CMMI) que em seu nível de maturidade 4 há a necessidade da organização gerenciar quantitativamente a execução de seus processos e buscar a sua otimização contínua.

Assim, neste contexto este trabalho irá: examinar as práticas de controle de processos estatísticos relevantes para a indústria de software, onde esta análise irá identificar o conhecimento sobre CEP necessário para os profissionais da área desenvolverem suas atividades com o máximo de desempenho; e identificar as práticas do CEP existentes em cursos de Computação. O resultado dessa análise será usado futuramente para definir uma abordagem de ensino do CEP em cursos de Computação, sendo alinhada com as recomendações do CMMI e às necessidades da indústria de software.

Além desta seção introdutória, e identificação do problema e objetivos, este artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 expõe uma breve fundamentação teórica sobre o tema, assim como a sua motivação para a pesquisa; na Seção 3 serão descritos os detalhes de *design*, instrumentação e aplicação do *survey*; na Seção 4 serão apresentados os resultados obtidos com o *survey*; a Seção 5 irá discutir os resultados obtidos; e as considerações, contribuições e próximos passos serão apresentados na Seção 6.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O uso do CEP em organizações de desenvolvimento de software mostra-se complexa, pois as técnicas existentes no contexto não consideram as particularidades presentes em um processo de desenvolvimento de software (Fernández-Corrales *et al.*, 2013).

Em relação à qualidade do processo de desenvolvimento e ao modelo CMMI (SEI, 2010), nos primeiros níveis desse programa de melhoria as organizações adotam uma medida que simplesmente consiste na coleta de dados, a partir da execução do projeto, e os compara com os valores planejados. Apesar desta ser uma abordagem suficiente, não é adequada para as organizações que procuram pela alta maturidade, avaliar e evoluir seus processos. Nessas organizações é necessário executar o controle estatístico de processos de software para conhecer o seu real comportamento, determinar o seu desempenho em execuções anteriores e prever seu desempenho em projetos atuais e futuros, certificando-se que eles são capazes de atingir as metas estabelecidas e identificar ações corretivas e de melhoria quando for o caso (Barcellos *et al.*, 2010).

A indústria costuma reclamar que os cursos de graduação não ensinam as habilidades necessárias para os alunos trabalharem de forma eficiente (Wangenheim e Silva, 2010). Assim, esta dificuldade é particularmente acentuada ao lidar com as atividades mais complexas de uma organização com um alto nível de maturidade em seus processos. As empresas de software têm de complementar o conhecimento de recém-

graduados e têm de fornecer competências técnicas e não técnicas relacionadas com o processo de desenvolvimento de software (Sargent, 2004). Em geral, a indústria de software sofre com a falta de profissionais qualificados para trabalhar em atividades que envolvem o processo de desenvolvimento de software (ABES, 2014).

De acordo com Lethbridge *et al.* (2007), esta deficiência na formação de graduados na área de ES é o resultado de uma formação inadequada. Este achado pode ser reforçado com a investigação realizada por Sargent (2004), que revela que: apenas 40% dos profissionais de TI (Tecnologia da Informação) dos Estados Unidos têm formação nesta área; e apenas 40% destes profissionais estão cientes dos principais campos de Engenharia de Software, tais como requisitos, arquitetura, testes, fatores humanos e gestão de projetos.

Embora não se tenha encontrado dados estatísticos específicos em relação ao CEP, é fácil de inferir que a realidade dos profissionais de ES neste domínio específico não deve ser diferente do cenário observado pelos autores citados, em decorrência do alto grau de experiência e conhecimento que o profissional deveria ter para realizar com qualidade esta capacidade.

### 3. O SURVEY

Este *survey* pretende coletar as opiniões de Engenheiros de Software atuantes no mercado para avaliar a percepção destes sobre a utilidade do Controle Estatístico de Software para as organizações em que estão vinculados. O *survey* também foi aplicado a professores e alunos concluintes das disciplinas de Engenharia de Software para avaliar o conteúdo de CEP abordado em sala de aula nos cursos de Computação. Assim, este *survey* tem como objetivo descobrir:

- Os tópicos de Controle Estatístico do Processo importantes para a indústria;
- Quais destes tópicos os profissionais aprenderam durante a graduação?
- Quais destes tópicos são abordados pelos professores em disciplinas de Engenharia de Software e quais os métodos de ensino utilizados?
- Quais destas competências são adquiridas por alunos concluintes das disciplinas de Engenharia de Software?

#### 3.1. Design do Survey

A população-alvo deste *survey* é formada por profissionais que atuam em um cargo relacionado com a área da Engenharia de Software em instituições públicas e privadas, preferencialmente que atuam no mercado brasileiro, mas instituições estrangeiras não serão descartadas. Quanto aos professores e alunos, estes são vinculados a cursos de Computação de instituições de ensino públicas ou privadas brasileiras. Quanto ao *design* de coleta de dados, este *survey* pode ser classificado como de corte, transversal, onde os participantes fornecem informações referentes às suas experiências passadas.

Este *survey* limita-se a coletar dados quantitativos sobre os participantes, relacionados às suas opiniões e preferências individuais e informações demográficas. Assim, para a coleta de dados, foi utilizado um questionário com questões objetivas, excluindo entrevistas semiestruturadas, questionários com questões abertas, observação do comportamento dos participantes e mineração de dados.

Por fim, com o intuito de garantir que estes participantes fornecessem informações confiáveis para a pesquisa, alguns critérios de inclusão e exclusão foram definidos conforme o Quadro 1. Para este *survey*, os participantes foram abordados de forma direta, em universidades e empresas de software, e através de divulgação na internet. Para tal, serão utilizados formulários eletrônicos disponíveis na web e impressos.

Como forma de reduzir as chances de questionários respondidos de forma

incompleta, erros de inserção de informações e avaliação do tempo gasto para a tarefa, foi realizado um pré-teste de aplicação do *survey*.

### 3.2. A Instrumentação do *Survey*

Como instrumento e aplicação do *survey*, foi utilizado um questionário com questões objetivas, conforme discutido anteriormente. Para definir as perguntas deste questionário, foram pesquisados referenciais sobre o Controle Estatístico do Processo que fossem amplamente usados pela comunidade científica e indústria de software.

Quadro 1 – Critérios de inclusão e exclusão de participantes

<i><b>Critérios de Inclusão</b></i>	<i><b>Considerações</b></i>
Participante que atue em uma empresa ou universidade brasileira, pública ou privada.	O escopo desta pesquisa pretende avaliar a importância de CEP para as organizações de software brasileiras
Participante que possua a experiência acadêmica necessária para responder as questões de pesquisa	Para este <i>survey</i> são considerados os alunos que já tenham concluído alguma disciplina de Engenharia de Software, professores que já tenham ministrado alguma disciplina de Engenharia de Software e profissionais que atuem em cargos relacionados à Engenharia de Software
<i><b>Critérios de Exclusão</b></i>	<i><b>Considerações</b></i>
Participantes que não estejam motivados a participar da pesquisa.	Caso os participantes não estejam motivados, aumenta-se a possibilidade de obter respostas que não correspondem a verdade.
Participantes que claramente não conseguem responder as questões de pesquisa	Participantes que por algum motivo, pessoal ou profissional, não possam responder as questões de pesquisa.
Participantes que não estiverem relacionados com a área de Engenharia de Software.	Devido ao escopo desta pesquisa se aplica ao ensino de um tópico Controle Estatístico do Processo em universidades brasileiras.

**Fonte:** Elaboração própria (2016).

Neste contexto, foram identificados o CMMI-DEV(SEI, 2010) e o MR-MPS-SW (SOFTEX, 2016) como referências alinhados com os critérios da pesquisa. Assim, com base nas recomendações destes dois modelos para a área do Controle Estatístico do Processo, foram definidas 13 competências necessárias para um profissional atuar no CEP. O Quadro 2 descreve estas competências com suas habilidades esperadas.

Quadro 2 – Competências e Habilidades esperadas de um profissional do Controle Estatístico do Processo com base no CMMI-Dev (SEI, 2010) e MR-MPS-SW (SOFTEX, 2016)

<i><b>Competências</b></i>	<i><b>Habilidades</b></i>
1. Identificar os processos que estão alinhados a objetivos quantitativos de negócio	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entender como os objetivos de negócio estão relacionados aos processos de software;</li> <li>▪ Identificar quais são os processos</li> </ul>

	críticos ao alcance dos objetivos da organização.
2. Identificar as necessidades de informação dos processos necessárias para atingir os objetivos de negócio da organização	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar as necessidades de informação dos processos identificados;</li> <li>▪ Entender como os objetivos de negócio da organização estão relacionados aos processos de software e às necessidades de informação;</li> <li>▪ Derivar as necessidades de informação dos processos a partir dos objetivos de negócio.</li> </ul>
3. Definir os objetivos de medição do processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Definir os objetivos da medição a partir da seleção dos processos e da identificação das necessidades de informação relacionadas a estes processos.</li> </ul>
4. Identificar os relacionamentos mensuráveis entre os elementos do processo que contribuem para o desempenho do processo 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar os elementos de processo que contribuem de forma significativa para o desempenho do processo; </li> <li>▪ Utilizar de métodos para investigar a relação de causa de problemas. Por exemplo: o diagrama de causa e efeito (espinha de peixe ou Ishikawa) e o diagrama de Pareto. </li> </ul>
5. Definir objetivos quantitativos para qualidade e desempenho do processo que sejam alinhados às necessidades de informação e aos objetivos de negócio	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar e priorizar os objetivos quantitativos passíveis de serem tratados para os diferentes níveis da hierarquia organizacional da empresa;</li> </ul>
6. Selecionar os processos que serão objeto de análise de desempenho	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conseguir selecionar, a partir do conjunto de processos padrão da organização e das necessidades de informação, os processos que serão analisados.</li> </ul>
7. Definir as medidas adequadas para análise de desempenho do processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar as medidas a partir dos objetivos de medição do processo e os objetivos quantitativos de qualidade e de desempenho do processo;</li> <li>▪ Definir a frequência de realização das medições e incorporar ao plano de medição da organização;</li> <li>▪ Estabelecer os procedimentos de coleta e análise das medidas de forma precisa e inequívoca;</li> <li>▪ Aplicar abordagens adequadas para derivar medidas de objetivos. Por</li> </ul>

	<p>exemplo: A abordagem GQM (Sollingen e Berghout, 1999) ou GQIM (Park <i>et al.</i>, 1996).</p>
<p>8. Coletar, validar e comunicar os resultados das medições para monitorar o quanto os objetivos quantitativos para o desempenho do processo foram alcançados. </p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coletar, seguindo os procedimentos, os dados dos projetos da organização que instanciam o processo;</li> <li>▪ Definir e seguir os procedimentos de garantia da qualidade das medições realizadas visando impedir a coleta inadequada de dados;</li> <li>▪ Analisar a distribuição das medidas de desempenho e reportar para que seja possível monitorar o quanto os objetivos quantitativos estão sendo atendidos.</li> </ul>
<p>9. Selecionar as técnicas para análise dos dados coletados</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Analisar analiticamente o comportamento do processo;</li> <li>▪ Utilizar gráficos de controle para analisar o comportamento dos processos, medindo a variação do processo e avaliando a sua estabilidade;</li> <li>▪ Selecionar e construir adequadamente o gráfico de controle de acordo com a necessidade da medição;</li> <li>▪ Conhecer os tipos de Gráfico de Controle (<i>XmR</i>, <i>XMmR</i>, <i>mXmR</i>, <i>C Chart</i>, <i>U Chart</i> e <i>Z Chart</i>) e conseguir aplica-los.</li> </ul>
<p>10. Analisar os dados de medições em relação a causas especiais de variação do processo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar as causas de variação excessiva, chamadas de causas atribuíveis ou causas especiais de variação do processo;</li> <li>▪ Tratar as causas especiais com o objetivo de reduzir a variabilidade no desempenho do processo;</li> <li>▪ Analisar a estabilidade do processo através dos gráficos de controle;</li> <li>▪ Realizar testes estatísticos de estabilidade e analisar se os valores medidos ficaram fora dos limites estabelecidos;</li> </ul>
<p>11. Caracterizar desempenho do processo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Caracterizar o desempenho do processo através do uso de técnicas estatísticas, como os gráficos de controle, para analisar a sua estabilidade e capacidade;</li> <li>▪ Definir as <i>baselines</i> de um processo;</li> <li>▪ Comparar o desempenho do processo</li> </ul>

	em execução com o planejando a partir da comparação de <i>baselines</i> .
12. Executar ações corretivas para tratar causas especiais de variação	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implementar ações corretivas para tratar as causas especiais de variação;</li> <li>▪ Avaliar a possibilidade de incorporar ao processo o fator causador da melhoria de desempenho.</li> </ul>
13. Estabelecer, melhorar e ajustar os modelos de desempenho do processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Compreender as características do processo ou mudanças no negócio da organização através da análise dos dados históricos;</li> <li>▪ Conseguir prever o desempenho futuro dos processos;</li> <li>▪ Conseguir relacionar um atributo mensurável de um processo ou produto desenvolvidos a partir dos dados de desempenho histórico do processo.</li> </ul>

**Fonte:** Elaboração própria (2016).

No que diz respeito às abordagens de ensino de Engenharia de Software, identificamos o trabalho de Prikladnickiet. al (2009), que destaca os principais métodos de ensino e abordagens de avaliação adotadas nas disciplinas de Engenharia de Software no Brasil. O Quadro 3 lista as categorias utilizadas neste trabalho.

Quadro 3 – Categorias de Métodos de Ensino

<i>Características</i>	<i>Focada no Professor</i>	<i>Focada no Aluno</i>
Papel do professor	Principal fornecedor da informação; Especialista; Avaliador do rendimento.	Facilitador; Fornece informação para ajudar na compreensão da informação.
Clima de aprendizagem	Individualista.	Coletiva; Foco na coesão de grupo.
Orientação	Baseada na experiência e nos conhecimentos do professor.	Baseada na experiência e conhecimento dos alunos.
Programa de estudos	Definido pelo professor.	Negociado entre professor e alunos.
Objetivo de ensino	Definido pelo professor; Resultado padrão.	Definido pelos alunos; Resultados diferentes para cada aluno.
Aquisição de conhecimento	Enfoque na aquisição; Foco na memorização.	Enfoque na utilização e absorção de conhecimento com foco em problemas reais.
Métodos de ensino	Didático; Grande participação do professor.	Métodos que envolvem a participação dos alunos (técnicas dinâmicas).
Foco na educação	Educação individual.	Educação coletiva.

Avaliação	Executada pelo professor; Uso tradicional de provas e notas.	Os alunos também são responsáveis pela avaliação.
-----------	---	---

Fonte: (Prikladnickiet *al.*, 2009).

### 3.3. As Questões de Pesquisa

Com base nos referenciais citados na seção anterior, foram definidas as questões do *survey*. O Quadro 4 mostra as questões feitas para os professores de Engenharia de Software com o objetivo de avaliar os tópicos de CEP contemplados e aula e as abordagens de ensino.

Quadro 4 – Questões para os Professores

<i>Questão</i>	<i>Opções de Resposta</i>
Quais competências de Controle Estatístico do Processo estão sendo contempladas na ementa destas disciplinas?	Para cada uma das 13 competências de CEP o professor respondeu: <input type="checkbox"/> Contemplado <input type="checkbox"/> ou Não Contemplado.
Quais abordagens de ensino são adotadas na disciplina de Engenharia de Software?	A. Métodos de Ensino (quanto ao papel do professor, objetivos, etc.); B. Abordagens de Ensino (aulas expositivas, uso de jogos, etc.); C. Estratégias de Avaliação (provas individuais, trabalhos práticos, projeto de software, etc.).

Fonte: Elaboração própria (2016).

O Quadro 5 exibe as questões feitas para os alunos que já concluíram a disciplina de Engenharia de Software. Tais questões foram feitas com o objetivo de avaliar a efetiva aquisição, pelos alunos, das competências de Controle Estatístico do Processo e quais as abordagens de ensino preferidas.

Quadro 5 – Questões para os Alunos

<i>Questão</i>	<i>Opções de Resposta</i>
O quão útil você considera os tópicos de Controle Estatístico do Processo para a sua formação profissional?	Completamente inútil; Quase nunca útil; Ocasionalmente útil; Moderadamente útil; Muito útil; Essencial.
Quais competências você efetivamente adquiriu?	Para cada uma das 13 competências de CEP o aluno respondeu: <input type="checkbox"/> Adquirida <input type="checkbox"/> ou Não Adquirida.
Quais abordagens de ensino para Engenharia de Software você considera melhor para sua aprendizagem?	A. Métodos de Ensino (quanto ao papel do professor, objetivos, etc.); B. Abordagens de Ensino (aulas expositivas, uso de jogos, etc.); C. Estratégias de Avaliação (provas individuais, trabalhos práticos, projeto de software, etc.).

Fonte: Elaboração própria (2016).

O Quadro 6 mostra as questões realizadas aos profissionais da Engenharia de

Software. Estas questões tiveram como objetivo identificar quais competências do Controle Estatístico do Processo são mais importantes para a indústria e quais delas foram adquiridas durante a graduação deste profissional.

Quadro 6 – Questões para os Profissionais

<i>Questão</i>	<i>Opções de Resposta</i>
O quão útil você considera adquirir as competências do Controle Estatístico do Processo para os profissionais da área?	Para cada uma das 13 competências de CEP o profissional respondeu: Completamente inútil; Quase nunca útil; Ocasionalmente útil; Moderadamente útil; Muito útil; Essencial.
Quais destas competências foram adquiridas na academia?	Para cada uma das 13 competências de CEP o aluno respondeu: <input type="checkbox"/> Adquirida ou Não Adquirida.

Fonte: Elaboração própria (2016).

#### 4. OS RESULTADOS DO SURVEY

Esta seção apresenta em detalhe os resultados obtidos com a aplicação do *survey* para os professores, alunos e profissionais da indústria de software.

##### 4.1. Sobre o Perfil dos Participantes

Entre alunos, professores e profissionais Engenheiros de Software foram recebidas as respostas de 56 participantes provenientes de diversas instituições nacionais e duas internacionais. Apenas da baixa amostragem, os respondentes representam 10 estados brasileiros, um país da América do Sul e um país da América do Norte. A Figura 1 representa a distribuição das respostas por essas regiões discutidas.

A média de idade para os professores é de 41 anos, com o mais novo nascido em 1988 e o mais velho em 1948. Em média, o ano da última formação dos professores foi 2007, sendo o mais recente em 2015 e o mais antigo em 1983. Quanto à formação, 83,3% são Doutores e 16,7% são Pós-doutores. Quanto à disciplina de Engenharia de Software, 33% destes professores a lecionam a menos de 2 anos, 16% lecionam a mais de 20 anos e, em média, a disciplina é lecionada entre 10 a 15 anos pelos respondentes.

O aluno mais novo nasceu em 1996 e o mais velho em 1983. A média da idade é de 25 anos idade. Em média o ano de conclusão da disciplina de Engenharia de Software foi em 2014, sendo a conclusão mais antiga em 2008 e a mais recente em 2016.

A média de idade dos profissionais é de 40 anos, sendo o mais novo de 1990 e o mais velho de 1942. Em média, estes profissionais estão no mercado de 11 a 15 anos, atuando diretamente com a Engenharia de Software, sendo que 25% deles estão a mais de 20 anos trabalhando na área. Quanto ao tipo da organização, 61,3% trabalham em empresas privadas e 38,7% trabalham em empresas públicas e 51,6% dos respondentes trabalham em organizações de grande porte. Quanto à formação, 58% deles tem ao menos o Mestrado como última formação e apenas 9% possuem apenas a Graduação.

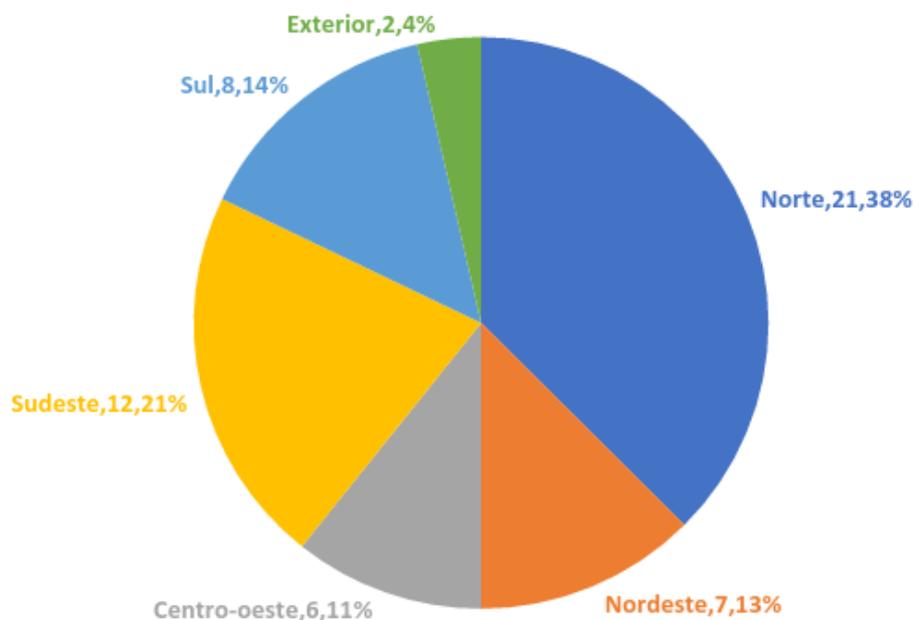


Figura 1 - Distribuição dos participantes da pesquisa  
**Fonte:** Elaboração própria (2016).

#### 4.2. Quanto aos Alunos

Quanto à percepção da utilidade do tópico de Controle Estatístico do Processo para a formação profissional, 53% dos alunos consideram que a disciplina seria muito útil, onde a Figura 2 demonstra os resultados obtidos.

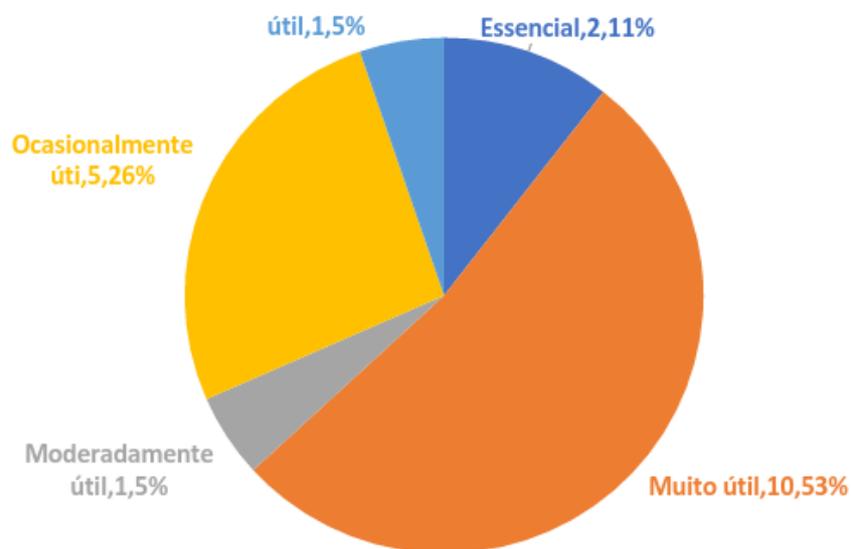


Figura 2 -Percepção dos alunos sobre a importância do Controle Estatístico do Processo  
**Fonte:** Elaboração própria (2016).

Quanto à abordagem de ensino, 73% dos alunos consideram que a Discussão de Casos Práticos é a que melhor atinge melhores resultados de aprendizagem, seguido por Dinâmicas de Grupo (57%) e Aulas de Laboratório (52%). A Figura 3 ilustra os resultados obtidos.

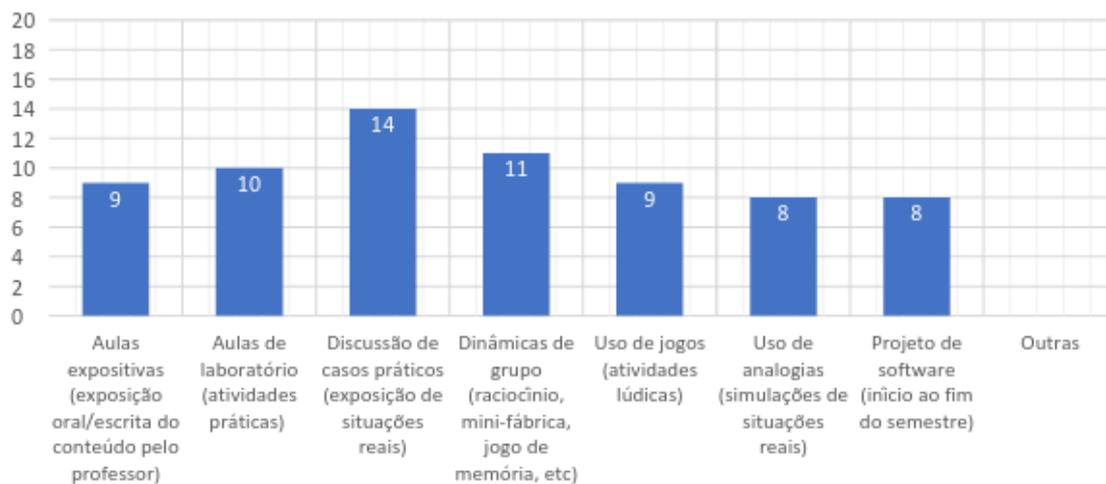


Figura 3 - Abordagens de aprendizagem preferidas pelos alunos

Fonte: Elaboração própria (2016).

Quanto à efetividade da aquisição das competências do Controle Estatístico do Processo, a grande maioria dos alunos respondentes não considera apto para atuar com este tópico da Engenharia de Software, conforme exposto na Figura 4.

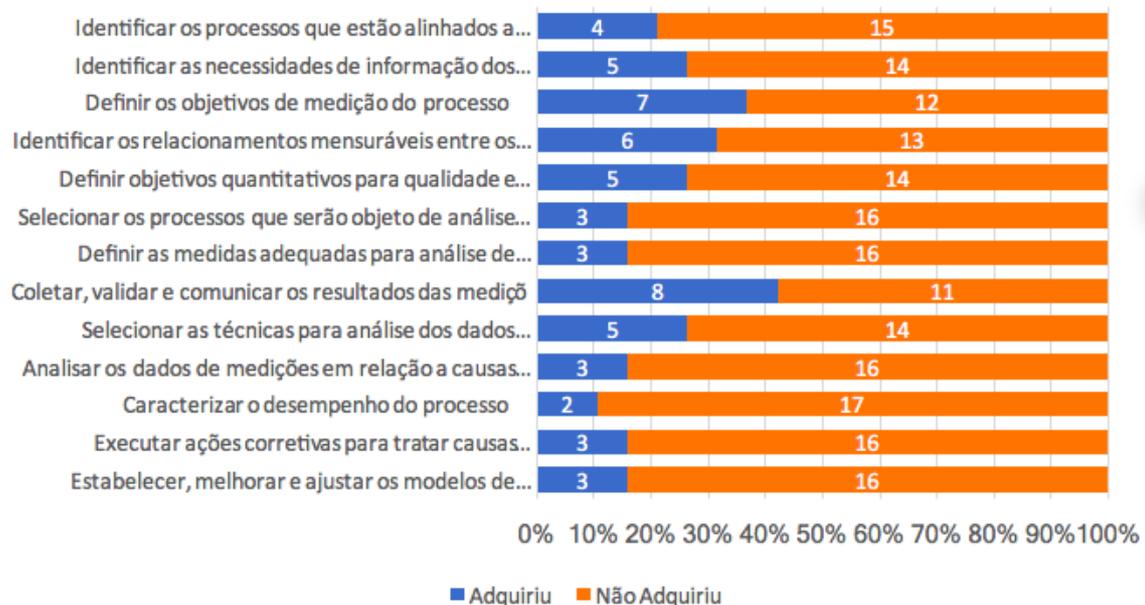


Figura 4 - Efetividade do aprendizado do Controle Estatístico do Processo

Fonte: Elaboração própria (2016).

### 4.3. Quanto aos Professores

Os professores participantes do *survey* responderam quais competências, referentes ao Controle Estatístico do Processo, são desenvolvidas pelos alunos durante suas aulas de Engenharia de Software. Estas competências foram definidas tendo como base os resultados descritos pelo MR-MPS-SW(SOFTEX, 2016) e o CMMI-DEV (SEI, 2010) para o Controle Estatístico do Processo. A Figura 5 expõe os resultados obtidos com a pergunta.

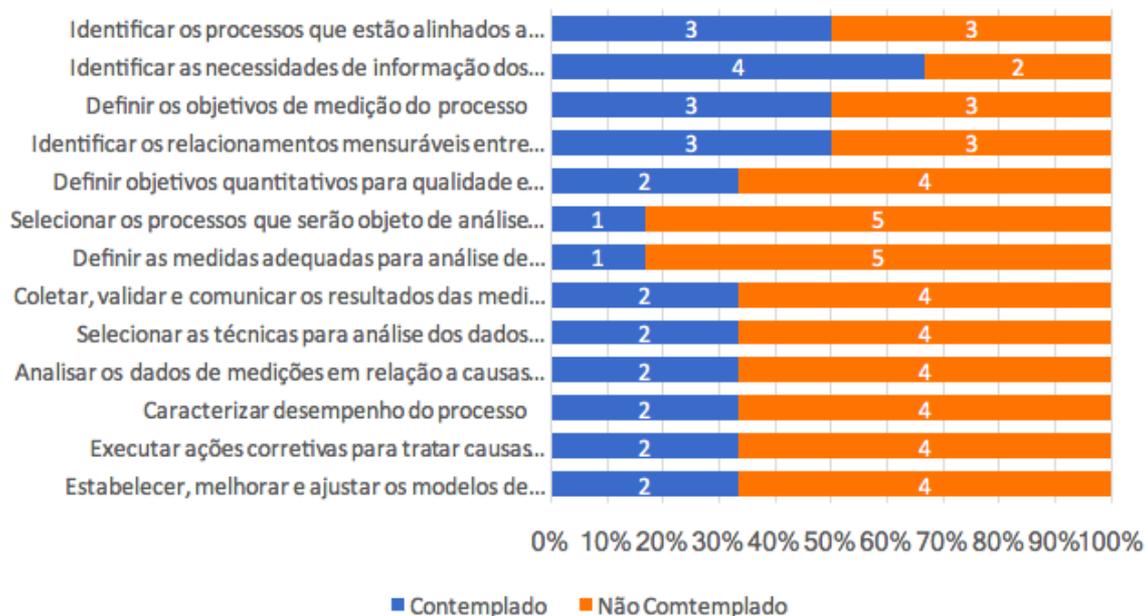


Figura 5 - Competências de CEP abordadas pelos professores de Engenharia de Software  
**Fonte:** Elaboração própria (2016).

Quanto ao foco dos processos de ensino (Prikladnickiet *al.*, 2009), é possível verificar que a maioria dos professores adota abordagens que buscam estar focadas no aluno. A Figura 6 exibe as respostas obtidas.

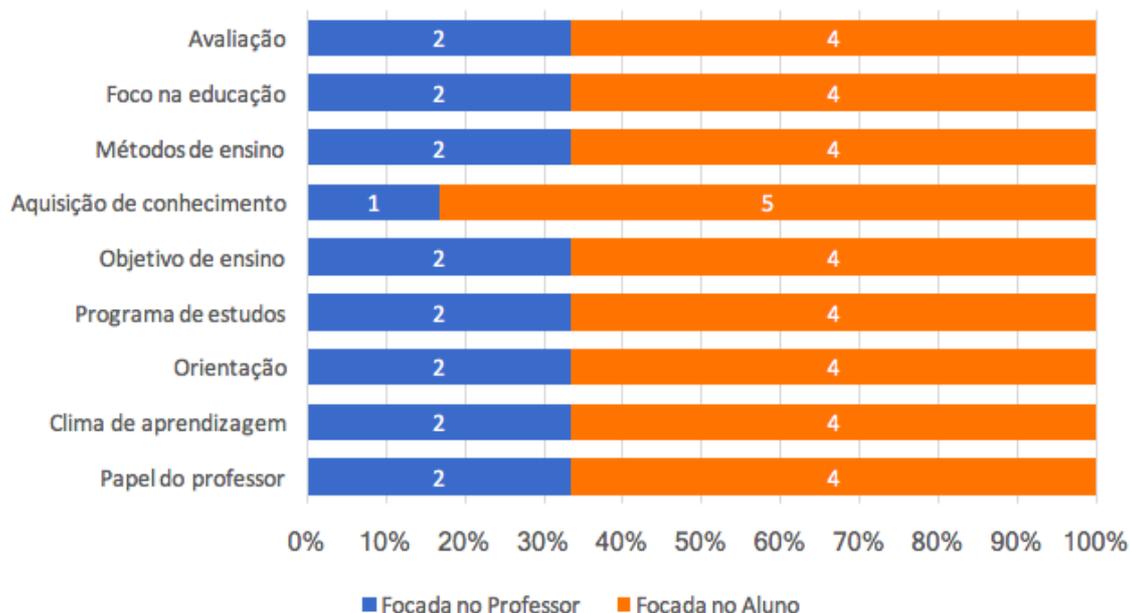


Figura 6 - Focos dos Métodos de Ensino adotados pelos professores  
**Fonte:** Elaboração própria (2016).

Quanto à abordagem de ensino adotada pelos professores, é possível observar que a grande maioria utiliza aulas expositivas e discussão de casos práticos com os alunos. A Figura 7 abaixo apresenta este e os demais resultados desta questão.

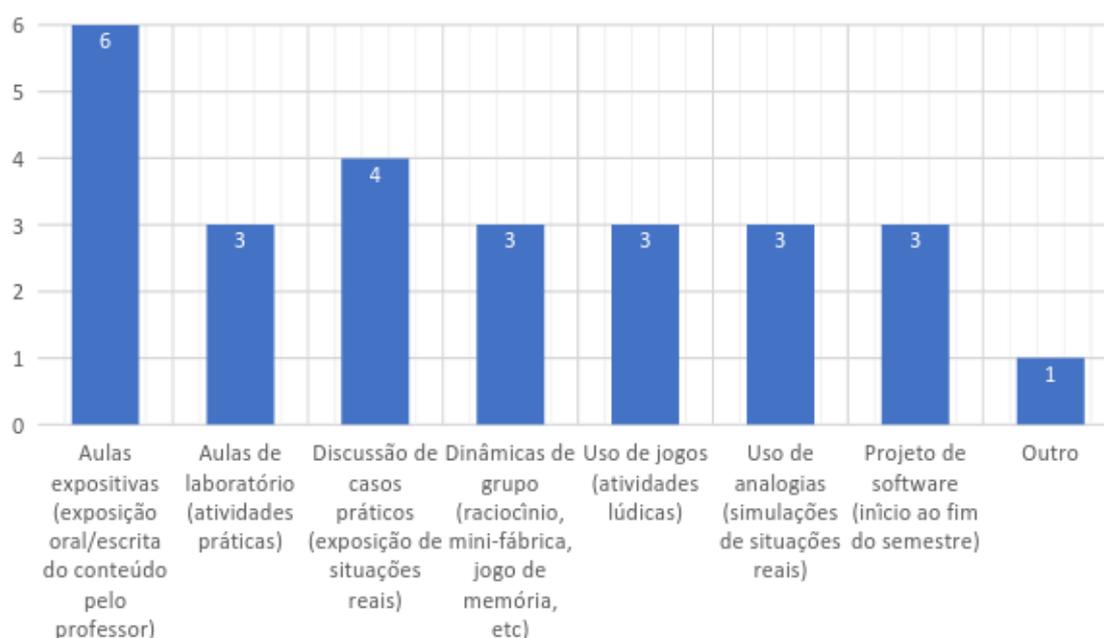


Figura 7 - Abordagens de ensino adotadas pelos professores

Fonte: Elaboração própria (2016).

Quanto à estratégia de avaliação, observou-se que a maioria dos professores opta por provas individuais e trabalhos práticos e/ou expositivos. A Figura 8 ilustra as demais respostas fornecidas pelos respondentes.

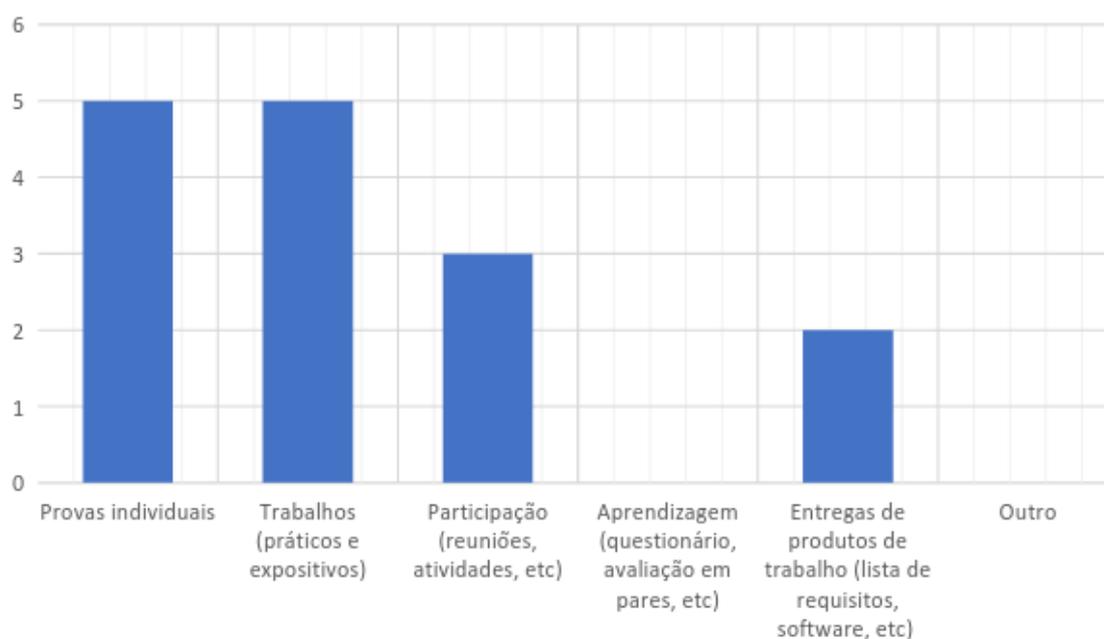


Figura 8 - Estratégias de avaliação adotadas pelos professores

Fonte: Elaboração própria (2016).

#### 4.4. Quanto aos Profissionais

Aos profissionais, primeiro foram realizadas algumas perguntas quanto aos referenciais adotados para a definição dos processos de desenvolvimento de software da organização,

aqual o profissional pertence. Primeiramente os profissionais responderam quanto ao ciclo de vida dos projetos da organização. A maior parte dos respondentes informou que utilizam um ciclo de vida Iterativo e Incremental ou Ágil, como a Figura 9 demonstra.

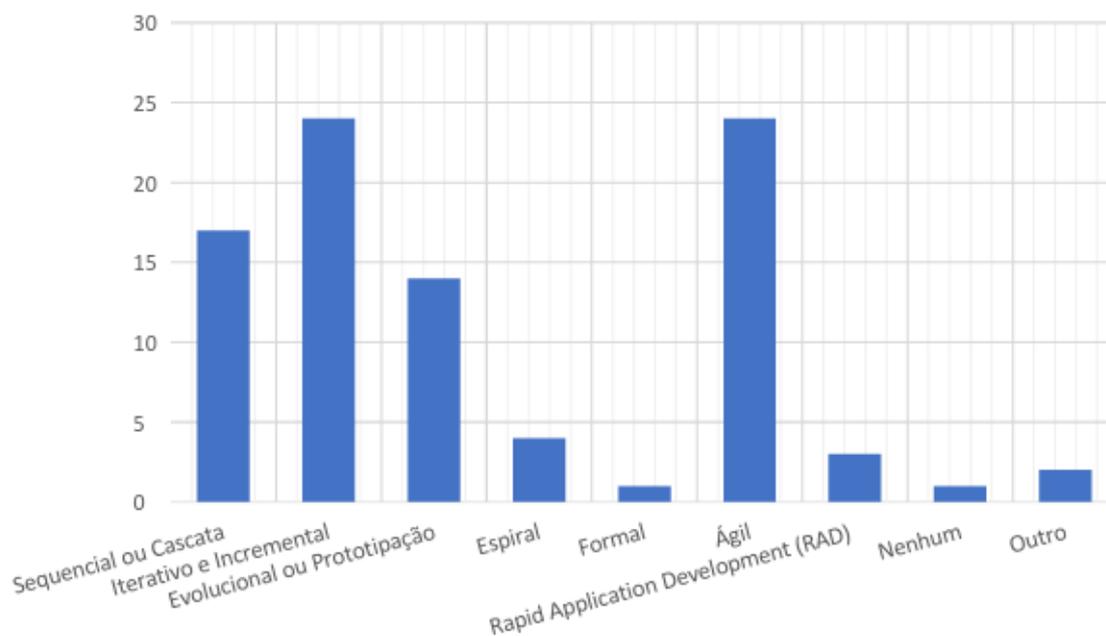


Figura 9 - Ciclo de vida adotado pela organização

Fonte: Elaboração própria (2016).

Quanto à definição de atividades e fases, o Scrum foi a escolha da maioria dos profissionais respondentes. A Figura 10 exibe as demais respostas para a pergunta.

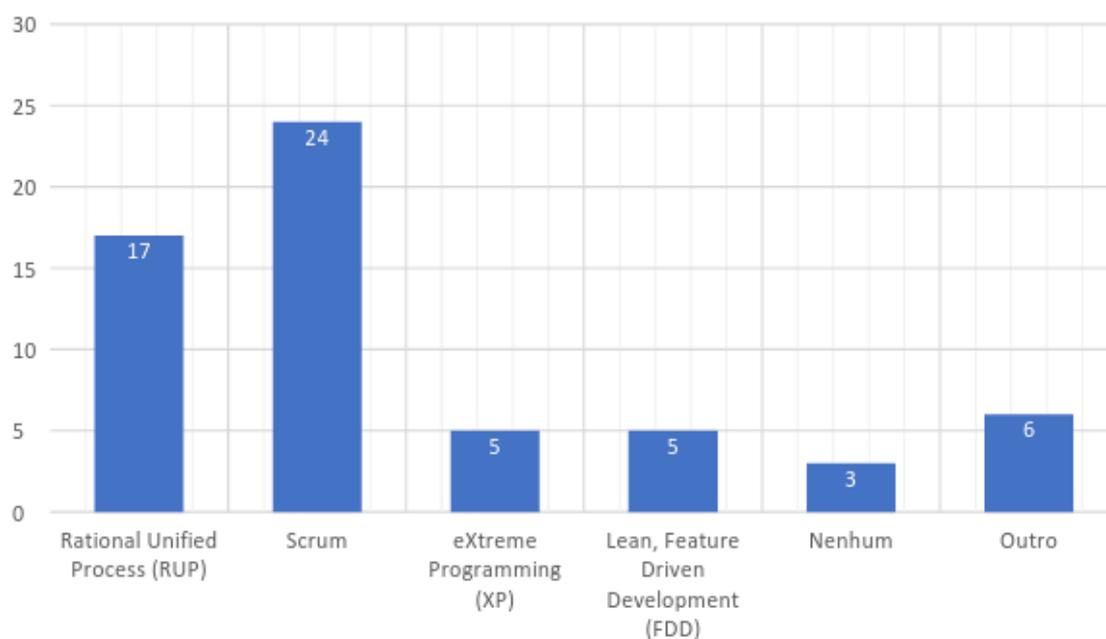


Figura 10 - Referencial para definição de atividades e fases

Fonte: Elaboração própria (2016).

Os profissionais também foram questionados quanto aos modelos de qualidade

utilizados em suas organizações. A maior parte destas organizações faz uso do CMMI-DEV, seguido pelo MR-MPS-SW. A Figura 11 abaixo exhibe os resultados obtidos.

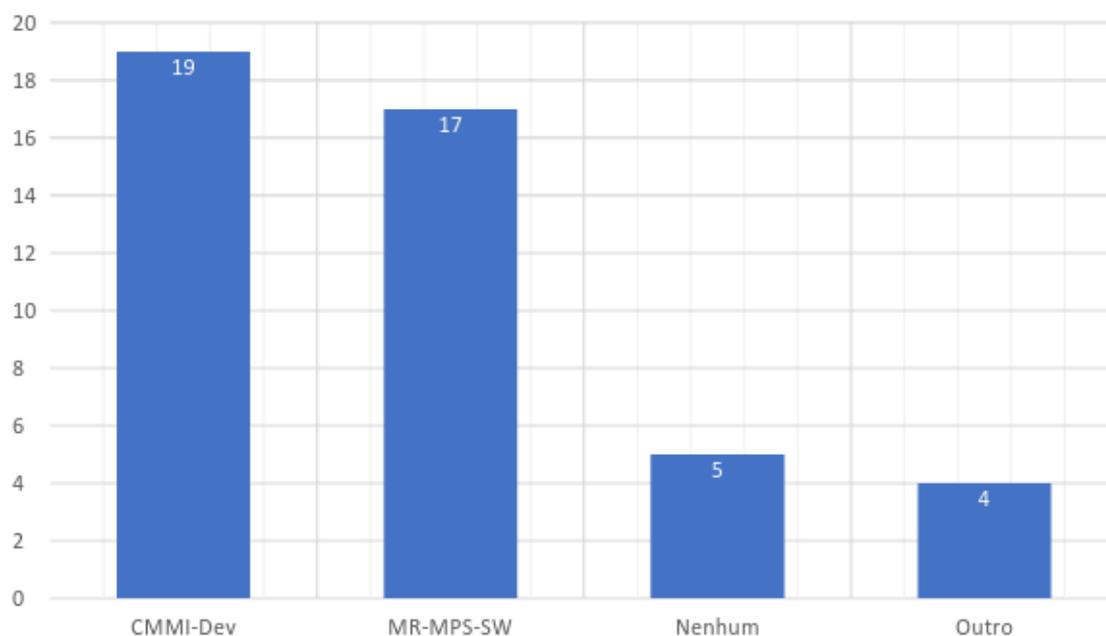


Figura 11 - Modelos de qualidade adotados pela organização

Fonte: Elaboração própria (2016).

Quanto ao referencial para avaliar a qualidade dos produtos de software, a maioria dos profissionais informaram realizar avaliações informais nos produtos de software da organização. A Figura 12 demonstra o restante das respostas.

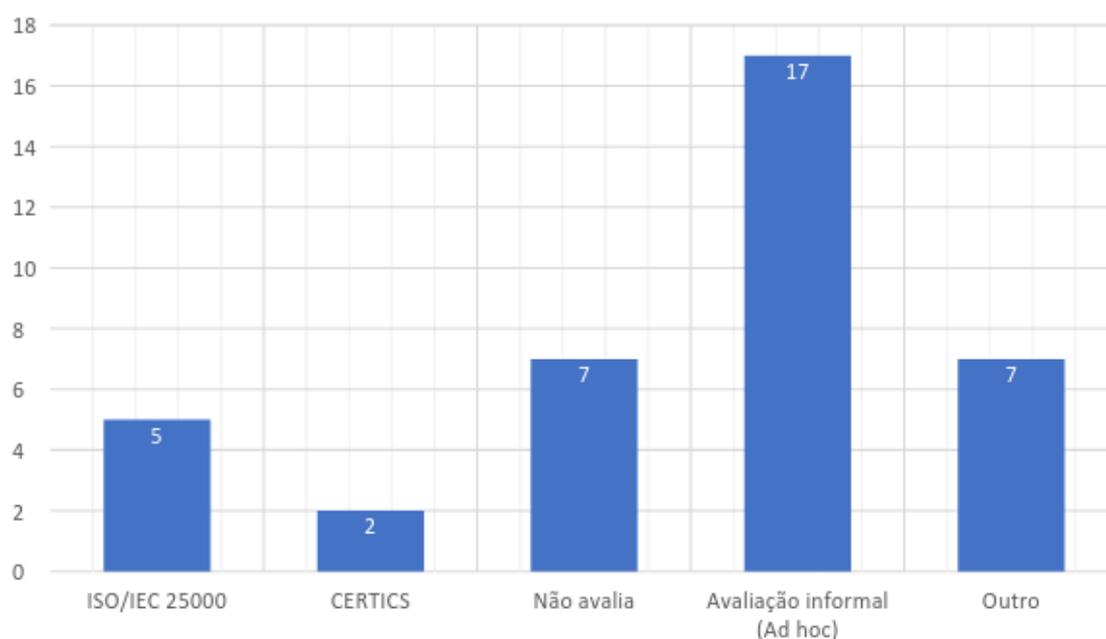


Figura 12. Referencial para avaliação da qualidade do produto

Fonte: Elaboração própria (2016).

Os profissionais então foram questionados sobre os referenciais utilizados

especificamente para o Controle Estatístico do Processo. Quanto ao método de identificação de causa de problemas, a maior parte dos respondentes informou utilizar os diagramas de Ishikawa e o de Pareto. Vale ressaltar a grande quantidade de respondentes que informou não utilizar nenhum referencial para identificação de causa. A Figura 13 abaixo exibe as respostas para esta questão.

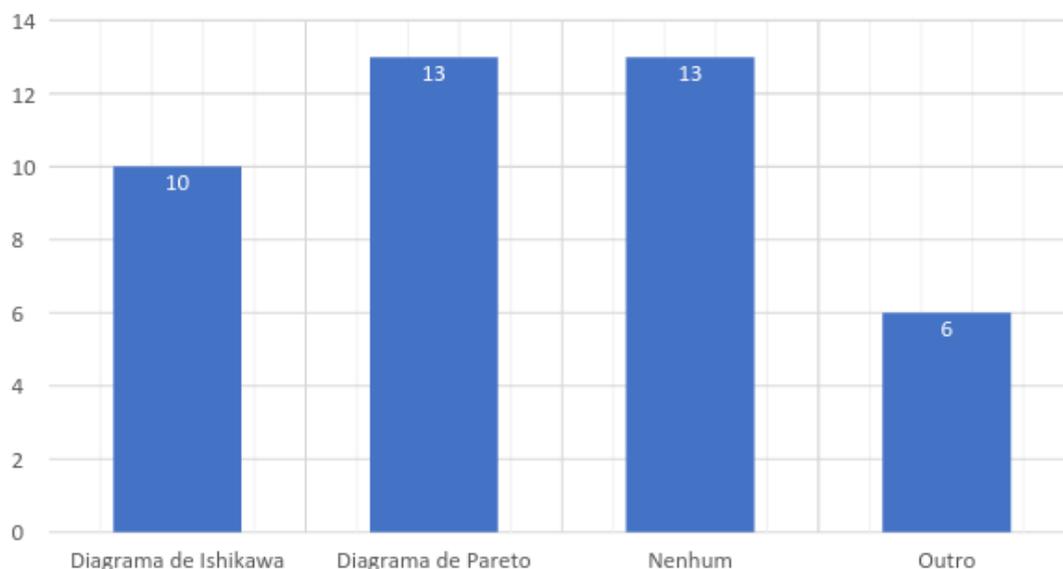


Figura 13 - Métodos de identificação de causa utilizados

Fonte: Elaboração própria (2016).

Os profissionais também foram questionados sobre as abordagens utilizadas para derivar medidas de objetivos. Neste item, uma grande parte dos profissionais respondeu adotar GQM (*Goal, Question, Metrics*), porém, uma parte também expressiva informou não utilizar nenhum referencial para a tarefa. A Figura 14 exibe todas as respostas obtidas.

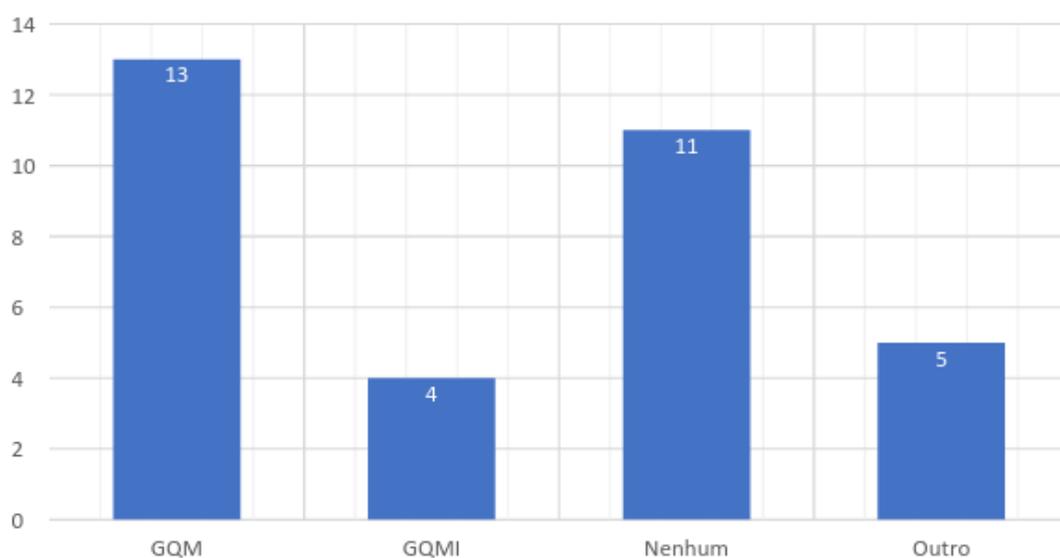


Figura 14 - Abordagens adotadas para derivar medidas

Fonte: Elaboração própria (2016).

Para finalizar a caracterização dos referenciais adotados para o Controle Estatístico do Processo, os profissionais foram questionados sobre quais tipos de gráficos de controle são utilizados em suas organizações. Neste ponto, a grande maioria respondeu não utilizar nenhum dos gráficos de controle. A Figura 15 demonstra todas as respostas obtidas para o item.

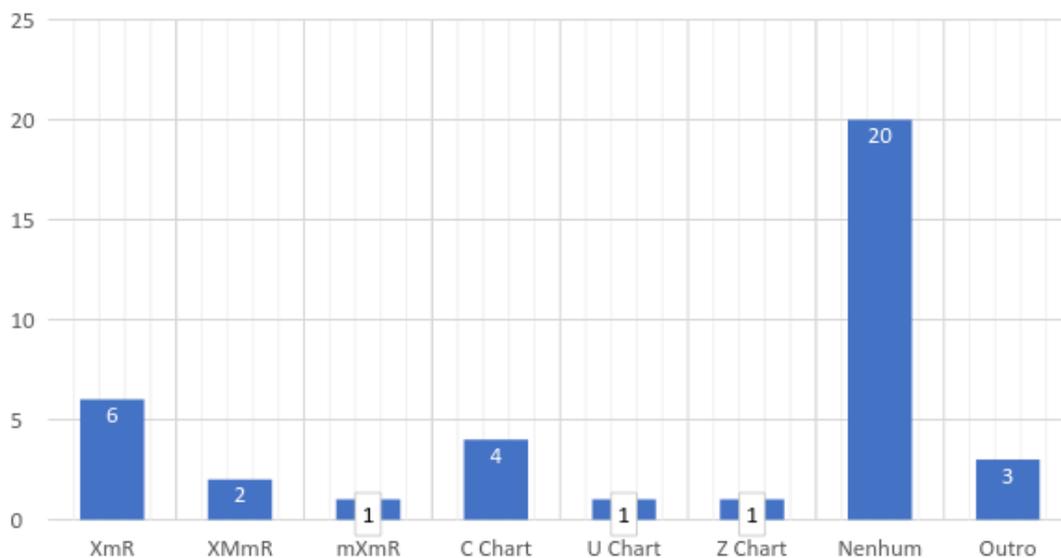


Figura 15 - Tipos de gráficos de controle utilizados

Fonte: Elaboração própria (2016).

Em seguida, os profissionais foram perguntados sobre a percepção da utilidade das competências necessárias para o Controle Estatístico do Processo. A maior parte dos profissionais considerou estas competências essenciais ou muito úteis para o seu ambiente de trabalho. A Figura 16 abaixo ilustra todas as respostas obtidas.

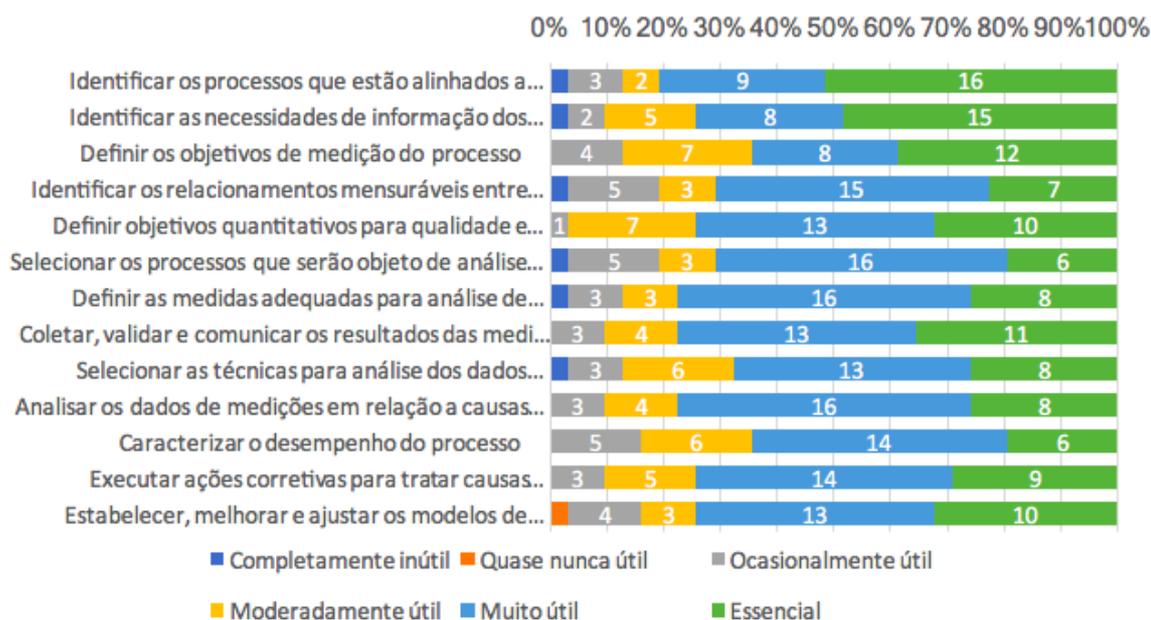
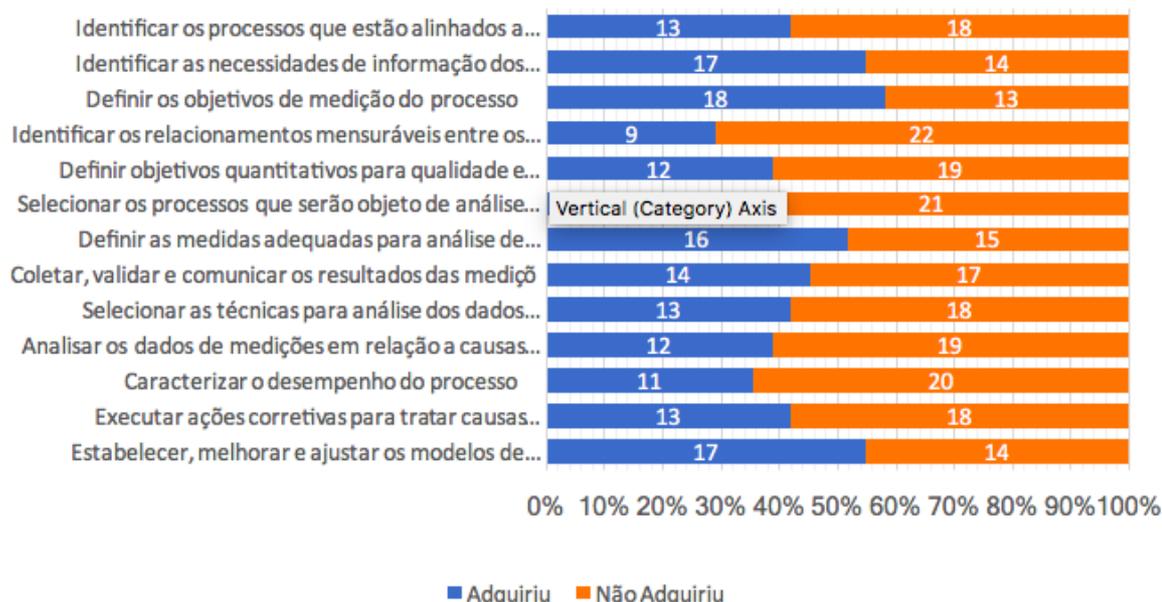


Figura 16 - Percepção dos profissionais sobre a utilidade das competências de CEP

Fonte: Elaboração própria (2016).

Por fim, foi perguntado aos profissionais quais destas competências foram

adquiridas durante seu tempo de formação, na academia. A Figura 17 demonstra os valores obtidos para questão.



Figuras 17 - Competências adquiridas pelos profissionais na academia

Fonte: Elaboração própria (2016).

## 5. DISCUSSÕES SOBRE OS RESULTADOS DO SURVEY

Esta seção apresenta algumas análises e discussões provenientes dos resultados definidos na Seção 4.

### 5.1. Sobre a Utilidade e a Aquisição das Competências de CEP

Quanto à utilidade do Controle Estatístico do Processo dentro da Engenharia de Software, 69% dos alunos participantes do *survey* o consideraram útil, respondendo que o mesmo é essencial, muito útil ou moderadamente útil. Tal constatação de importância segue na contramão dos currículos de referência para os cursos de computação (ACM/IEEE, 2013; SBC, 2005), que falham ao abordar de forma muito tangencial os tópicos do Controle Estatístico do Processo, isso quando abordados.

Quanto às competências efetivamente adquiridas, em média, apenas cerca de 20% dos alunos adquiriu alguma competência. Àquelas com maior índice de respostas positivas estão ligadas ao processo de Medição, comumente abordadas em disciplinas de Engenharia de Software, o qual aborda indiretamente alguns itens do Controle Estatístico do Processo. De tal forma, estes baixos percentuais de competências adquiridas vêm apoiar o discurso da indústria, que há muito reclama da qualidade da mão-de-obra formada pela academia e dos custos envolvidos para treinar os recém-contratados (ABES, 2014; Wangenheim e Silva, 2010).

### 5.2. Sobre as Abordagens de Ensino

Na Figura 18 é possível ver a relação entre as abordagens de ensino adotadas pelos professores e como os alunos enxergam a efetividade destas em sala de aula. Nele é possível notar que apesar de 100% dos professores fazerem uso de aulas expositivas como abordagem de ensino, apenas 47% dos alunos consideram esta uma abordagem efetiva para o seu aprendizado.

Apesar deste ponto negativo, existe um certo equilíbrio entre os anseios dos alunos

e as abordagens adotadas pelos professores. É possível notar que os alunos têm predileção por abordagens que discutam casos práticos (74%), dinâmicas de grupo (58%) e aulas de laboratório (53%), não estando muito distante da quantidade de professores que adotam estas abordagens em seus planos de aula.

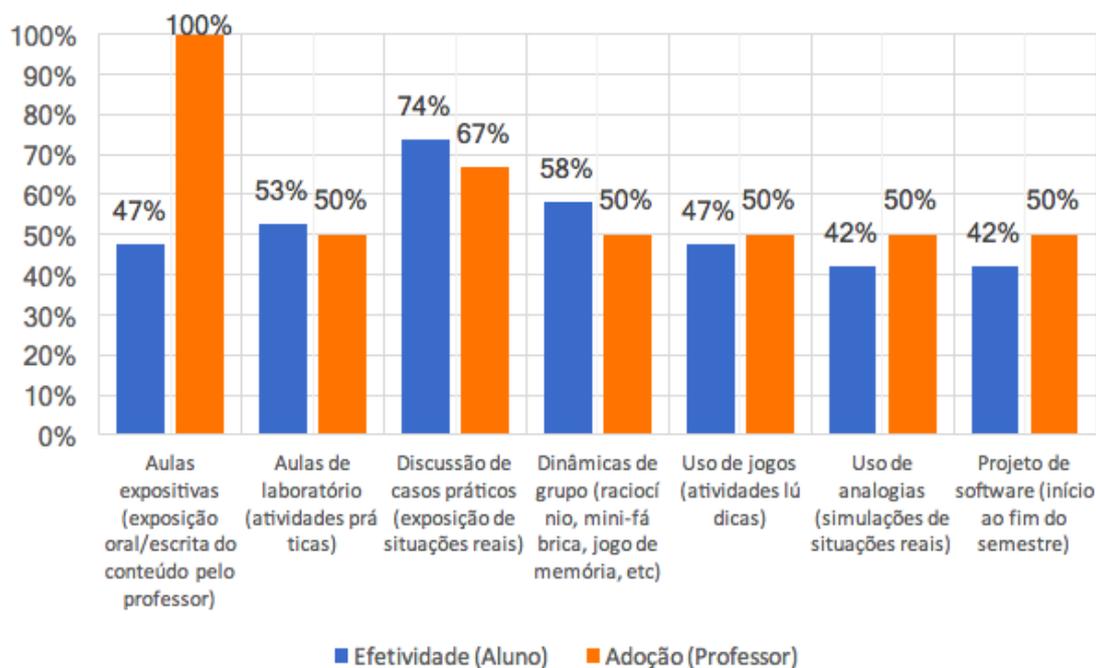


Figura 18 -Abordagens de ensino adotadas pelos professores e a percepção dos alunos

**Fonte:** Elaboração própria (2016).

A partir destes resultados, é possível observar que os alunos preferem abordagens mais práticas, que os obriguem a “por a mão-na-massa” e discutir casos de ambientes reais do Engenheiro de Software. Tal interesse prático pode ser atribuído à própria natureza da disciplina, que é mais facilmente entendida em meio a projetos práticos, que busquem replicar um real ambiente de trabalho e os problemas que serão encontrados. Também é possível concluir que os professores estão atentos a esta realidade e buscando formas de atender aos anseios dos seus estudantes.

### 5.3. Sobre as Competências Exigidas pela Indústria

Na Figura 19 é possível correlacionar quantas competências de Controle Estatístico do Processo os profissionais entrevistados adquiriram na academia em relação a quantas competências os estudantes dizem ter adquiridos. Apesar de alguma disparidade entre as respostas, ainda é possível encontrar similaridades como a competência de “Coletar, validar e comunicar os resultados das medições”.

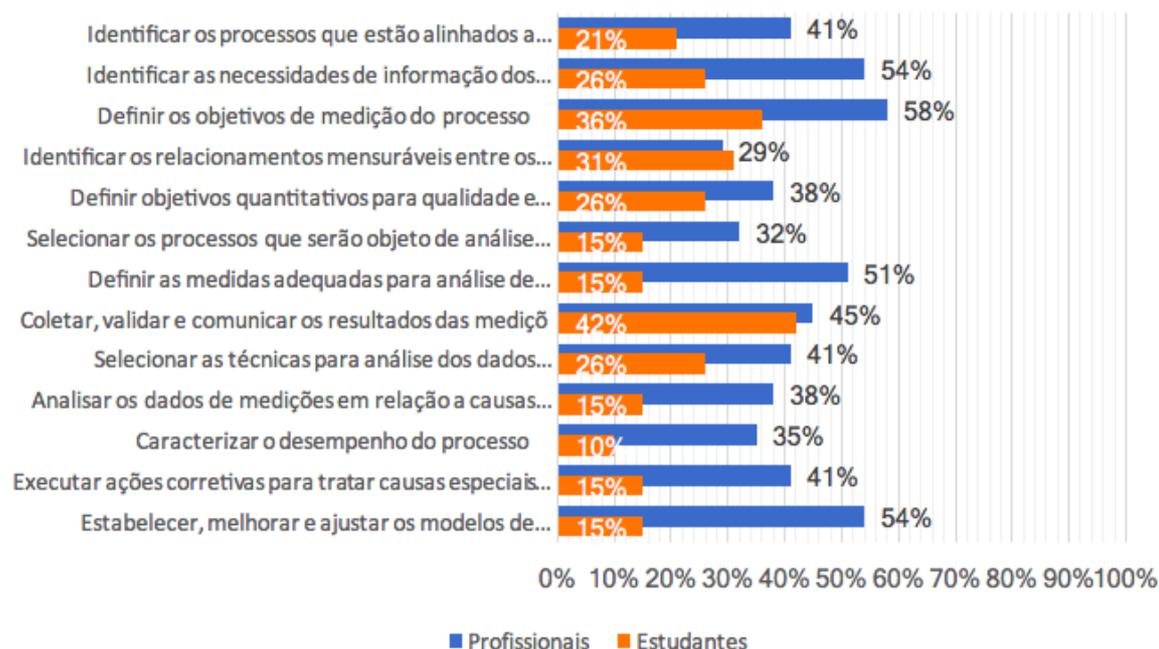


Figura 19 - Competências fornecidas pela academia aos profissionais e aos estudantes

Fonte: Elaboração própria (2016).

Para os casos mais díspares, os pesquisadores inferem ao fato de que muitos desses profissionais já cursaram algum curso de pós-graduação, tendo em vista que apenas 9% dos entrevistados possuíam apenas a graduação. Assim, é possível que alguns respondentes tenham levado em conta as disciplinas também cursadas durante a pós-graduação, aumentando assim o índice de contribuição da academia na sua formação em Controle Estatístico do Processo. No entanto, mesmo levando esta variável em consideração, ainda é observável a baixa contribuição da academia para a aquisição destas competências, onde em média, apenas 40% dos profissionais as obtiveram neste ambiente.

O gráfico da Figura 20 retrata a relação de quantos professores fornecem as competências de CEP para seus alunos em relação a quantos profissionais consideram estas competências importantes. Nele é possível visualizar a imensa disparidade entre o que a indústria cobra de seus profissionais com o que o professor ensina para seu aluno em sala de aula, onde a maioria das competências é fornecida por apenas 30% dos professores, aumentando o custo de treinamento da indústria assim que este recém-formado for contratado para seus quadros.

Ao analisar o gráfico, também é possível justificar o comportamento citado anteriormente de muitos profissionais terem considerado também os cursos de pós-graduação ao responder quais competências foram adquiridas na academia. Tendo em vista a baixa porcentagem de professores que abordam os temas durante suas aulas para a graduação em comparação com as competências adquiridas respondidas pelos profissionais na Figura 19.

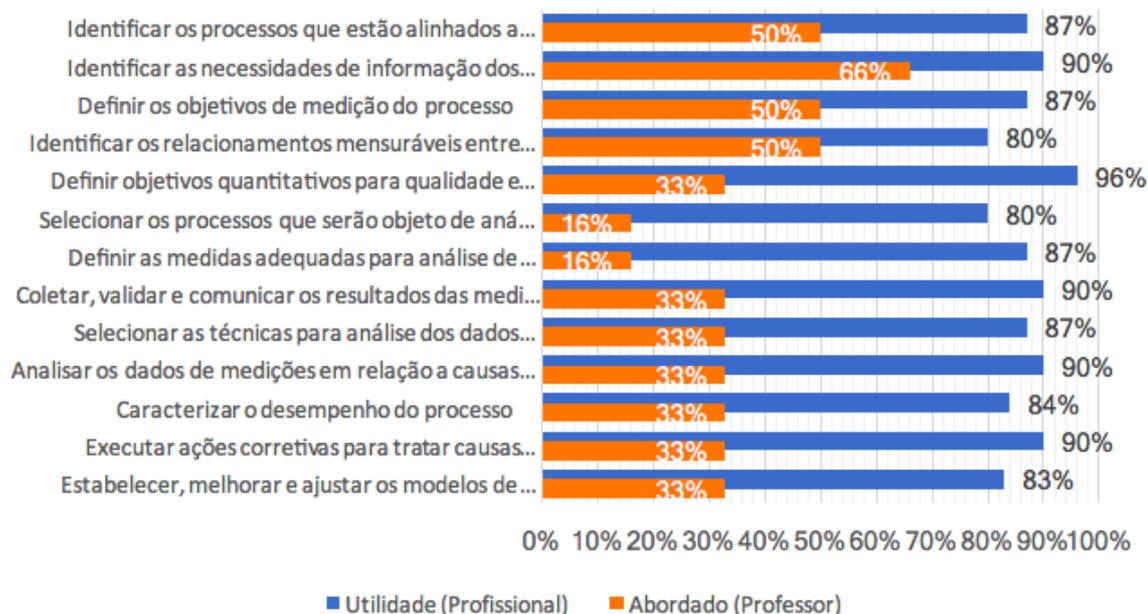


Figura 20. Relação entre o ensinado em sala de aula com o importante para a indústria  
**Fonte:** Elaboração própria (2016).

Ainda neste contexto, vale ressaltar a grande representatividade dos resultados de percepção de utilidade obtidos com estes profissionais. Os 31 profissionais que responderam a pesquisa pertencem a 30 organizações de software diferentes, representando todas as regiões brasileiras e nas esferas pública e privada. A Figura 21, busca representar o valor médio de percepção de utilidade das competências do CEP de acordo com o tamanho da organização (micro, pequena, média e grande). Nela é possível verificar que quanto maior e mais complexa a organização, mais o CEP foi elencado como essencial.

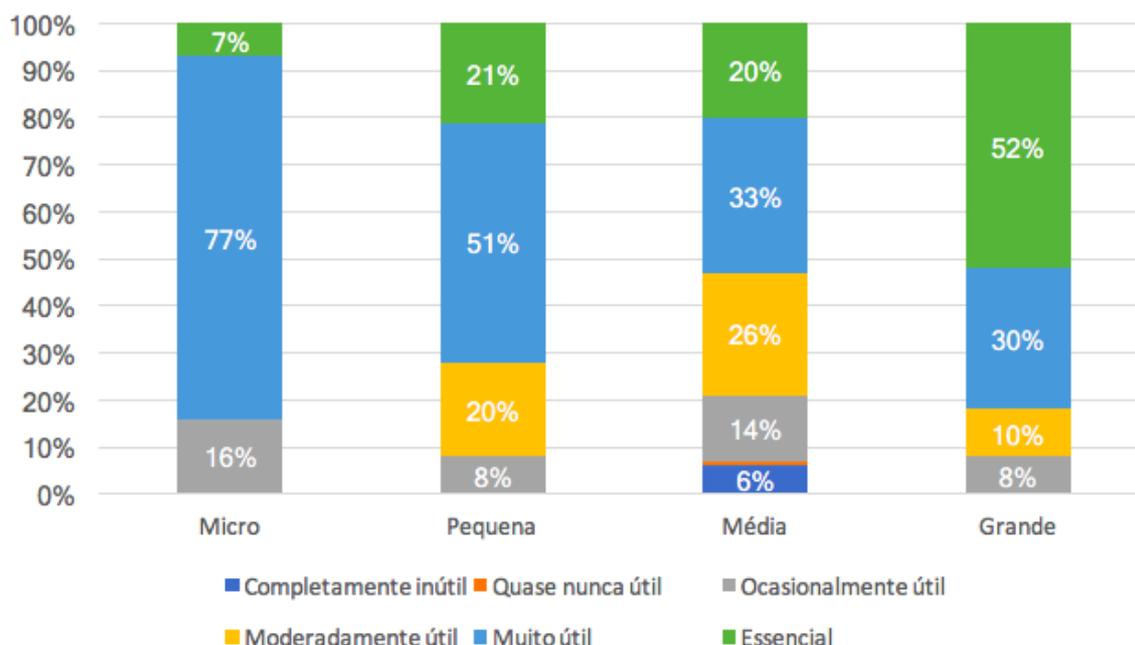


Figura 21 – Relação entre utilidade e o tamanho da organização  
**Fonte:** Elaboração própria (2016).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo identificar as competências esperadas para um profissional que atue com o Controle Estatístico de Processos e a relevância do tópico a indústria de software atual, identificando possíveis disparidades entre o considerado importante para a indústria e o ensinado nos cursos de Computação no Brasil. Para tal, um *survey* foi realizado e contou com a participação de 56 respondentes, sendo: 19 alunos, 6 professores e 31 profissionais.

Neste contexto, e tendo como base a Figura 20, fica evidente a disparidade entre as visões destas duas comunidades. A indústria considerou as competências elencadas como extremamente importantes tendo em média 87% de respostas positivas para a utilidade destas competências. Por outro lado, na academia, apenas 36%, em média, das competências identificadas são abordadas por professores de Engenharia de Software. Uma justificativa para a baixa adesão dos professores com este tópico pode estar no fato de que o cenário atual da educação mostra que determinados temas são considerados menos relevantes pelos professores e, portanto, têm um baixo nível de aprendizagem pelos alunos. Acontece que esses tópicos consomem uma significacarga horária da disciplina de Engenharia de Software, enquanto que alguns temas considerados mais relevantes têm uma menor carga. Isto talvez deve-se ao fato de que não há tempo suficiente para ensinar de forma eficaz todos os tópicos dessas unidades relevantes.

Os resultados obtidos neste *survey* só vem fortalecer a importância desta iniciativa. Assim, como próxima etapa deste trabalho, pretende-se desenvolver uma abordagem de ensino para a Engenharia de Software, especificamente sobre CEP, alinhada com as preferências de aprendizagem dos estudantes que assegure que estes alunos de graduação de cursos de Computação terão em sua formação básica os tópicos de CEP exigidos pelo mercado.

Finalmente, tem-se a intenção de permitir o livre acesso aos resultados que serão obtidos nesta pesquisa, espera-se que seja possível replicar as experiências e os resultados obtidos, garantindo assim que mais e novos *gaps* sejam resolvidos e esclarecidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABES, “Brazilian software market: scenarioand trends,” in Brazilian Software Market and Services 2014, 1st ed. São Paulo, Brazil: Brazilian Association of Software Companies, 2014.

ACM/IEEE. Computer science curricula 2013. Curriculum guidelines for undergraduatedegree programs in Computer Science. December 20, 2013.

ALHASSAN, M. A. E JAWAWI, D. N., “Sequential Strategy for Software Process Measurement that Uses Statistical Process Control”, in: 8th Malaysian Software Engineering Conference (MySEC), pp. 37-42, 2014.

BARCELLOS, M., FALBO, R. E ROCHA, A., “Establishing a Well-Founded Conceptualization about Software Measurement and High Maturity Levels”, in: 2010 7th International Conference on the Quality of Information and Communication Technology, pp. 467-472, 2010.

BOFFOLI, N., BRUNO, G., CAIAVANO, D. E MASTELLONI, G., “Statistical Process Control for Software: a Systematic Approach”,

Proceedings of the Ninth European Conference on Software Maintenance and Reengineering, pp. 288-293, 2008.

FERNÁNDEZ-CORRALES, C., JENKINS, M. E. VILLEGAS, J., "Application of Statistical Process Control to Software Defect Metrics: an Industry Experience Report", in: 2013 ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, pp. 323-331, 2013.

LETHBRIDGE, T., DIAZ-HERRERA, J., LEBLANC, R. E THOMPSON, J., "Improving software practice through education: Challenges and future trends", Conference Future of Software Engineering, Minneapolis, MN, pp.12-28, 2007.

MONTGOMERY, D., "Introduction to Statistical Quality Control". John Wiley & Sons, 2007.

PRIKLADNICKI, R., ALBURQUEQUE, A., WANGENHEIM, C., ECABRAL, R., "Teaching software engineering: challenges, teaching strategies and lessons learned," in Proceedings of II Forum on Education in Software Engineering, Fortaleza, Brazil, 2009.

SARGENT, J., "An overview of past and projected employment changes in the professional IT occupations", Computing Research News, vol. 16, no. 3, pp. 1-21, 2004.

SBC. Currículo de Referência para cursos de graduação em Bacharelado em Ciência da Computação e Engenharia da Computação, 2005.

SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE, "CMMI® for Development, Version 1.3, Improving processes for developing better products and services," No. CMU/SEI-2010-TR-033. Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, 2010.

SOFTEX, ASSOCIAÇÃO PARA PROMOÇÃO DA EXCELÊNCIA DO SOFTWARE BRASILEIRO, "MPS.BR – Guia Geral MPS de Software:2016, 2016. Disponível em: [www.softex.br](http://www.softex.br).

WANGENHEIM, C. E SILVA, D., "Qual o conhecimento da Engenharia de Software é importante para um profissional de software", II Fórum de Educação em Engenharia de Software, Fortaleza, Brasil, 2009.