

Avaliação da Importância dos Fatores Técnicos e Ambientais do Método Pontos por Caso de Uso com Base no Método AHP

Bruno Brochado Ribeiro, Débora Maurmo Modesto, Gleison Santos

Programa de Pós-Graduação em Informática – PPGI
UNIRIO - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Avenida Pasteur, 458 - CEP 22290-240, Urca, Rio de Janeiro, Brazil
{bruno.ribeiro, debora.modesto, gleison.santos}@uniriotec.br

Abstract. Métodos de estimativas como o Pontos por Casos de Uso (PCU) calibram o tamanho do software baseado em características técnicas e ambientais associadas aos projetos e às equipes de desenvolvimento. Este artigo analisa os resultados de uma pesquisa realizada com profissionais da área de software, utilizando o método Processo Analítico Hierárquico (AHP), sobre a relevância de cada uma das características técnicas e ambientais. A importância delas foi agrupada segundo o perfil profissional, categoria empresarial e existência de processo de desenvolvimento na organização. Foram considerados mais importantes os aspectos motivação, requisitos estáveis, capacidade do analista chefe, segurança, desempenho e usabilidade. Foram considerados menos importantes os aspectos experiência dos usuários, dificuldade com a linguagem de programação, alocação em tempo parcial, facilidade de instalação, acesso a software de terceiros e necessidade de treinamento.

Keywords: Pontos por Casos de Uso, PCU, Processo Analítico Hierárquico, AHP.

1 Introdução

Durante o desenvolvimento de um projeto de software é importante considerar diversos aspectos que influenciam principalmente no trabalho a ser realizado, custo, tempo e qualidade do sistema que será desenvolvido. Nos anos 90 foi criada uma técnica para estimativa de tamanho baseada em casos de uso denominada Pontos por Casos de Uso [3-4]. Nesta técnica, os casos de uso, artefatos utilizados para definir requisitos de sistemas em fases iniciais do ciclo de vida do projeto, são analisados em relação à complexidade para inferir o tamanho do software a ser construído.

O valor calculado para o tamanho é calibrado em relação a características das equipes e do desenvolvimento em si em relação a diferentes fatores técnicos e ambientais que influenciam o esforço a ser empregado para a construção do software em questão. Os aspectos técnicos estão relacionados ao uso da aplicação em termos de desempenho, usabilidade, confiabilidade, segurança, disponibilidade, manutenibilidade e tecnologias envolvidas. Os aspectos ambientais interferem no processo de desen-

volvimento, na equipe e nas decisões ao longo do desenvolvimento.

Muitas vezes, por constar da técnica, estes fatores são negligenciados durante a análise, sendo utilizados sem uma análise crítica de sua real relevância (individual e coletiva) para projeto. O objetivo deste trabalho é avaliar a importância atribuída a um conjunto de aspectos técnicos e ambientais associados à análise de Pontos por Casos de Uso, sob o ponto de vista de usuários envolvidos em projetos de desenvolvimento de software, de modo a indicar possíveis tendências relacionadas ao perfil dos profissionais e das organizações em que atuam. Para realizar esta análise, foi utilizada o método do Processo Analítico Hierárquico (AHP) [11].

A fim de avaliar a importância dos fatores técnicos e ambientais, um conjunto de passos foram seguidos: identificação de um conjunto discreto de aspectos técnicos e ambientais, relevantes e significativos para projetos de desenvolvimento de software; definição do público alvo para realizar a pesquisa; definição de uma técnica de apoio à decisão que permitisse comparar os aspectos; aplicação de uma pesquisa com o público alvo solicitando a comparação entre os aspectos; comparação da importância atribuída a cada aspecto e análise das respostas, identificando perfis e tendências. Não é objetivo deste trabalho propor modificações na técnica de PCU nem analisar o impacto dos fatores sobre o processo de estimativa de software, mas, com a análise da importância dos fatores utilizados, se possível, influenciar adaptações na lista de fatores de ajuste utilizados nas organizações.

Além desta introdução, este artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta uma revisão da literatura sobre Pontos por Casos de Uso, a Seção 3 apresenta o método do Processo Analítico Hierárquico (AHP), a Seção 4 apresenta a metodologia da pesquisa utilizada, a Seção 5 contém as discussões dos resultados do estudo, por fim, a seção 6 apresenta as considerações finais.

2 Estimativa de Pontos por Caso de Uso

Estimativas de custo e de cronograma em projetos de software baseiam-se, principalmente, na previsão de tamanho e esforço do projeto. Muitas vezes, essa tarefa é difícil e, em muitos casos, imprecisa. Vários modelos de estimativa foram criados para ajudar a tratar as incertezas que existem nas fases iniciais do projeto. Os métodos tradicionais de estimativa utilizam o tamanho do projeto e aplicam um conjunto de fatores de ajuste ou direcionadores de custo para calcular um esforço total estimado.

Uma vantagem do uso do modelo de casos de uso para estimativas é o fato de serem mais consistentes do que funções para definir uma estimativa inicial do projeto. Tal como na estimativa de Pontos por Função [1] e COCOMO [2], a precisão das estimativas é dependente do tamanho do projeto e de dados históricos relevantes.

Um método que utiliza o modelo de casos de uso como base para a estimativa de esforço foi criado [3], a partir de um estudo análogo ao método de estimativa por Pontos por Função [1]. Esse método requer a contagem do número de transações em cada caso de uso para determinação de sua complexidade e, assim, derivar o tamanho do software a ser construído. Uma transação é um evento que ocorre entre o ator e o sistema [4]. Além disso, o método analisa as características dos atores, cenários, fatores técnicos e ambientais transformando-os em uma equação. Essa equação é compos-

ta por três variáveis, definidas e calculadas separadamente utilizando valores qualitativos e quantitativos [5]: Pontos por Caso de Uso não ajustado (UUCP); Fator de Complexidade Técnica (TCF); Fator de Complexidade Ambiental (ECF).

Este conjunto de fatores técnicos e ambientais foi escolhido para nortear esta pesquisa por apresentar características relevantes ao desenvolvimento de sistemas que utilizam linguagens orientadas a objetos – que representavam 56,5% do *marketshare* das linguagens de programação em Junho de 2010 [6].

Alguns autores propõem uma revisão dos fatores de ajustes utilizados. *Ochodek et al.* [25] sugerem a reorganização dos 13 fatores técnicos nos grupos eficiência, operabilidade, manutenibilidade e interoperabilidade. Também sugerem a reorganização dos fatores ambientais apenas dois: coesão da equipe e experiência da equipe.

O uso do método de UCP é bastante difundido na indústria, em geral para cálculo de custo [7-8] e esforço [9]. Em [10] há a descrição de seu uso em projetos alinhando métodos ágeis e modelos de maturidade, [9] descrevem seu uso em projetos grandes.

3. Processo Analítico Hierárquico (AHP)

O Processo Analítico Hierárquico (AHP, da sigla em inglês para *Analytic Hierarchy Process*) é um método que auxilia a tomada de decisões complexas. O AHP ajuda a escolher e a justificar a escolha, baseando-se em matemática e psicologia [11]. Ele pode ser usado na quantificação das características qualitativas, permitindo a ponderação e priorização de acordo com a interpretação do usuário. A técnica se assemelha a um processo de decisão natural, porém, para tratar uma quantidade grande de fatores complexos, os agrupa [11]. A questão central do método é identificar com que peso os fatores individuais do nível mais baixo de uma hierarquia influenciam seu fator máximo, ou seja, o objetivo geral. Primeiro deve-se decompor o problema de decisão em uma hierarquia de subproblemas mais facilmente compreendidos, onde cada um deles pode ser analisado independentemente. Os elementos da hierarquia podem relacionar-se com qualquer aspecto do problema de decisão, tangível ou intangível, ser medido com precisão ou estimado grosseiramente, ser de boa ou de pobre compreensão [11].

Uma vez que a hierarquia é construída, os responsáveis pelas decisões comparam as diversas características, duas a duas, a partir da construção de uma matriz quadrada, composta de colunas e linhas que representam as características, onde a diagonal terá sempre o valor de importância neutra, pois reflete a comparação da mesma característica, a parte acima da diagonal é o inverso da parte inferior. Avalia-se a importância de uma característica sobre a outra utilizando-se, para isto, uma escala adequada, como a exibida na Tabela 1, sugerida por [11].

Algumas pesquisas [12-13] utilizam uma escala de importância variando entre intervalos positivos e negativos. Desta forma, se a característica A é extremamente mais importante que a característica B, recebe então a importância de $-N$. Caso contrário, se a característica B é extremamente mais importante que a característica A recebe a importância de N , tendo 0 como ponto neutro de importância.

Ao fazer as comparações, podem ser usados dados concretos sobre os elementos ou pode ser utilizado o julgamento sobre o significado relativo ou a importância dos elementos. Esta é a essência do AHP: os julgamentos humanos, e não apenas as in-

formações numéricas, podem ser usados na tomada de decisão. O AHP converte os julgamentos em valores numéricos que podem ser processados e comparados sobre toda a extensão do problema. Um peso numérico, ou prioridade, é derivado para cada elemento da hierarquia, permitindo que elementos distintos, e frequentemente não mensuráveis, sejam comparados entre si de maneira racional e consistente. Esta potencialidade distingue o AHP de outros métodos de tomada de decisão [11].

Tabela 1. Escala de importância para avaliação AHP [11]

Intensidade de importância	Definição	Exemplificação
1	Mesma importância	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade sobre a outra
5	Importância grande ou essencial de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é fortemente favorecida; sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza
2,4,6,8	Valores intermediários	-

O passo seguinte é realizar cálculos simples para determinar o peso relativo de cada característica no todo. Para isso, cada valor deve ser dividido pelo somatório da coluna que o contém. A Tabela 2 representa uma matriz quadrada de quatro características, A, B, C e D e a matriz de pesos das características calculadas a partir das informações originais. Por exemplo, o elemento a_{11} , que representa o fator A no cruzamento da primeira linha com a primeira coluna, tem seu valor calculado através da seguinte fórmula: $a_{11} = 1/(1+5+3+2) = 0.091$. Através deste cálculo será gerada a matriz de pesos das características.

Tabela 2. Comparação de características e Matriz de pesos derivada

	A	B	C	D		A	B	C	D	Média
A	1	1/5	1/3	1/2	A	0.091	0.102	0.091	0.059	0.086
B	5	1	2	4	B	0.455	0.513	0.545	0.471	0.471
C	3	1/2	1	3	C	0.273	0.256	0.273	0.353	0.353
D	2	1/4	1/3	1	D	0.182	0.128	0.091	0.118	0.118
					Total					$\Sigma = 1$

Na etapa final, as prioridades numéricas são derivadas para cada uma das alternativas da decisão. Desde que estes números representem a habilidade relativa das alternativas de conseguir o objetivo da decisão, permitem uma consideração direta dos vários cursos de ação. Caso haja mais de uma matriz de características, os resultados obtidos podem ser cruzados para uma decisão final [11].

Exemplos da aplicação da AHP na área de software são variados, por exemplo, a classificação de requisitos [14], análise de riscos [15] e seleção de software [16]. Há

outras técnicas de auxílio à tomada de decisão, por exemplo, TOPSIS [18], MAVT [19-20], UTA [21], SMART [22-24]. Optou-se pelo uso da AHP, pois este método permite estruturar um problema de maneira hierárquica, o que facilita a comparação dos fatores pelos especialistas, a síntese dos resultados e permite comparar questões como prioridade e importância relativa, entre os aspectos analisados.

4. Metodologia de Pesquisa

O presente trabalho consiste em uma pesquisa exploratória para identificar a importância entre aspectos técnicos e ambientais que influenciam, principalmente, o custo e tempo do gerenciamento e do desenvolvimento em projetos de software, provendo um panorama a respeito da relevância de cada um para profissionais da área.

Para identificar um conjunto discreto de aspectos técnicos e ambientais optou-se por utilizar como guia os Fatores de Complexidade Técnica e Ambiental associados aos Pontos por Caso de Uso e analisá-los quanto à percepção de importância, uma vez que são fatores consolidados e considerados representativos para um projeto de desenvolvimento de software. Esta decisão foi tomada, pois, dentre os métodos, este utiliza características dos casos de uso que são facilmente compreendidas [3].

Os aspectos técnicos (AT) derivados a partir dos fatores técnicos são: sistema distribuído (AT01), desempenho (AT02), eficiência da interface com o usuário final (AT03), complexidade de regras de negócios e cálculos (AT04), reusabilidade (AT05), facilidade de instalação (AT06), facilidade de utilização (AT07), portabilidade (AT08), manutenibilidade (AT09), concorrência/disponibilidade (AT10), segurança (AT11), integração com sistemas externos (acessa diretamente software de terceiros) (AT12) e necessidade de treinamento especial para o usuário (AT13).

Os aspectos ambientais (AA) derivados a partir dos fatores ambientais são: uso de um processo formal de desenvolvimento (metodologia) (AA01), experiência dos usuários com algum aplicativo anterior (AA02), experiência da equipe com orientação a objeto (AA03), capacidade do analista chefe (AA04), motivação da equipe (AA05), requisitos estáveis (AA06), trabalhadores em tempo parcial (AA07) e dificuldade com a linguagem de programação (AA08). Os dois últimos critérios têm impacto negativo no cálculo do ajuste, os demais, positivos.

Devido ao número elevado de fatores (13 técnicos e 8 ambientais) foi necessário adotar uma técnica de apoio à decisão. Assim, optou-se pelo uso do Processo Analítico Hierárquico (AHP), pelo apoio à tomada de decisão usada na quantificação de aspectos qualitativos e possibilidade de ponderá-los e priorizá-los segundo a interpretação dos indivíduos [11]. Foram identificados os pesos atribuídos a cada fator, comparativamente, a fim de identificar uma ordem de grandeza de importância entre eles.

Para aplicar o método AHP, é necessário que um grupo de especialistas seja selecionado para realizar a análise segundo a sua interpretação. O público alvo escolhido foi composto por profissionais da área de Tecnologia da Informação envolvidos em projeto de desenvolvimento de software, uma vez que lidam com aspectos ambientais e técnicos para tomar decisões, especificar, estimar, analisar, projetar, implementar e testar software.

Foram elaboradas duas planilhas eletrônicas, uma para fatores ambientais e outra

para fatores técnicos. Cada uma consistia na matriz quadrada dos fatores que deveria ser preenchida pelos participantes do estudo. A Figura 1 apresenta um exemplo destas planilhas (os valores apresentados são mostrados apenas como exemplo, não tendo sido utilizados na pesquisa). As planilhas foram compostas pela matriz de fatores e por uma aba que ensinava o participante a preenchê-las. Cada célula de fatores possuía comentários com a definição deles, com a finalidade de que todos os participantes possuíssem o mesmo entendimento sobre os fatores.

Fatores Ambientais

	Usando um processo formal de desenvolvimento (metodologia)	Usuários têm experiência com algum aplicativo anterior	Experiência orientada a objeto	Peso	Nova Distribuição
Usando um processo formal de desenvolvimento (metodologia)				0.25	2.11
Usuários têm experiência com algum aplicativo anterior	Importância pequena da característica da linha sobre a característica da coluna.			0.22	1.89
Experiência orientada a objeto	Importância muito grande da característica da linha sobre a característica da coluna.	Importância grande da característica da linha sobre a característica da coluna.		0.03	0.24

Figura 1. Exemplo de preenchimento da planilha enviada aos profissionais

Além deste instrumento, foi elaborado também um questionário eletrônico para identificação do perfil dos participantes da pesquisa, a fim de traçar um paralelo entre a importância atribuída aos fatores e as características dos participantes. O questionário possuía perguntas fechadas como “Você identifica seu perfil profissional como: Técnico ou Gerencial?”. Havia também perguntas abertas, como: “Sua organização adota qual processo de desenvolvimento de software?”. Para essa pergunta foram obtidas respostas como RUP, diferentes metodologias ágeis, processos adaptados e não possui processo de desenvolvimento.

Ambos foram submetidos eletronicamente a pessoas do meio acadêmico, de empresas, de grupos de usuários envolvidos em projetos de desenvolvimento de software e grupos com este mesmo perfil em redes sociais. Foram obtidas 21 respostas para as planilhas, entretanto, apenas 18 participantes responderam também ao questionário. As planilhas que foram recebidas sem os questionários preenchidos foram desconsideradas uma vez que não seria possível traçar o perfil destes profissionais e fazer a análise cruzada da importância atribuída a cada fator segundo o perfil do participante.

As respostas da planilha foram analisadas segundo o método AHP e foram gerados gráficos para facilitar a visualização da comparação entre eles. Os pesos gerados foram convertidos em percentuais para facilitar a demonstração dos resultados.

Foi realizada uma análise geral, independente do perfil dos participantes, sem cruzar as informações da planilha com o perfil identificado nos questionários. Para complementar a análise, após obter a relevância de todos os aspectos, estes foram agrupados segundo quatro perspectivas diferentes, sendo elas: o perfil profissional (técnico ou gerencial), a categoria ou natureza da organização (pública ou privada) e a adoção ou não de processo de desenvolvimento pela organização. Foi possível categorizar os profissionais dentro destes perfis a partir das respostas ao questionário eletrônico. Assim, para obter os resultados por perfil, em cada análise, as planilhas foram agrupadas conforme as respostas dos questionários. Para analisar as respostas, optou-se por trabalhar com as médias dos valores obtidos em cada uma das três categorias analisadas. Trabalhar com as médias foi uma maneira de seguir a técnica AHP, que

indica que os especialistas devem chegar a um consenso sobre o valor final, sem perder a intenção de resposta individual. Se fosse seguida a abordagem em que as respostas são discutidas e consensuais, não seria possível obter respostas únicas por participante que permitissem a análise dos fatores separadamente e por perfil. Para exibição dos resultados, optou-se por apresentar os valores em um gráfico de barras e ordená-los em ordem decrescente. Foi feita uma análise sobre os fatores mais importantes e menos importantes comparativamente a cada categoria.

Alguns participantes foram entrevistados informalmente e explicaram o porquê de suas respostas. Como resultado, foi possível verificar a relevância destinada a cada aspecto a partir de visões distintas e elucidar algumas considerações sobre as tendências encontradas com base nas entrevistas com os participantes.

Os aspectos considerados são representativos e usuais, mas uma das limitações do estudo é que outros resultados poderiam ser obtidos se outros aspectos fossem considerados na análise. Os resultados representam uma tendência, mas pode haver um viés em categorias que foram pouco representativas em relação à quantidade de participantes. Se a pesquisa fosse realizada com mais profissionais, principalmente das categorias “perfil gerencial” e “organizações que não adotam processo de desenvolvimento”, outros resultados poderiam ser obtidos.

5. Análise dos Resultados

Das respostas válidas obtidas ao questionário e planilha, 14 foram de profissionais com perfil técnico e 4 com perfil gerencial. No que diz respeito à natureza, foram 9 respostas para organizações públicas e 9 para privadas. Quanto à adoção de processo de desenvolvimento, 5 pessoas informaram que suas organizações não possuem processo de desenvolvimento, enquanto 13 informaram o contrário.

Os resultados da pesquisa foram distribuídos em gráficos que têm no eixo horizontal os aspectos pesquisados e no eixo vertical a importância média atribuída pelos profissionais, em valores percentuais. Os gráficos gerados foram analisados conforme os perfis dos participantes e, posteriormente, foi feita uma análise genérica, desconsiderando os perfis. Uma análise crítica foi realizada acerca dos resultados a fim de levantar uma discussão sobre as possíveis tendências identificadas.

5.1. Análise dos Aspectos Ambientais

Aspectos Ambientais Agrupados por Perfil. Os aspectos ambientais foram agrupados por perfil gerencial ou técnico (ver Figura 2, os códigos listados na legenda desta e das demais figuras são aqueles listados na Seção 4). É possível perceber que, para o perfil gerencial, o aspecto mais relevante diz respeito aos requisitos estáveis, provavelmente pela dificuldade em gerenciar um projeto de software que sofre constantes alterações de requisitos e, conseqüentemente, de tamanho, prazo, esforço e custo, o que aumenta a complexidade para gerenciá-lo. A capacidade do analista chefe aparece como o segundo aspecto mais importante, possivelmente pelo papel desempenhado por estes profissionais que, além de gerenciar os projetos, precisam motivar suas

equipes e seguir os processos de desenvolvimento de suas organizações para alcançar um produto de qualidade. A experiência dos usuários e desenvolvedores, bem como a dificuldade com linguagens de programação e o trabalho em tempo parcial são considerados pouco importantes pelos gerentes. Acredita-se que o aspecto “trabalhadores em tempo parcial” tenha obtido menor importância devido à característica da maneira de atuação de alguns gerentes, pois, muitas vezes, são responsáveis por um conjunto de projetos e não apenas um.

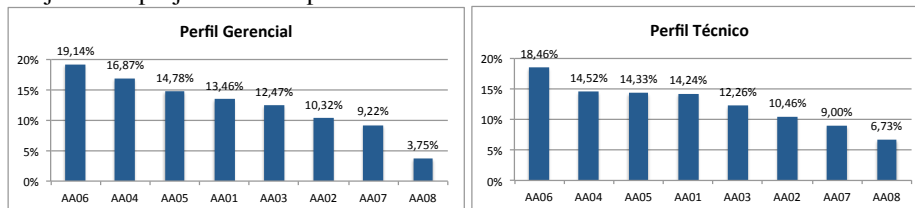


Figura 2. Aspectos Ambientais agrupados por perfis Gerencial e Técnico

Para profissionais com perfil técnico, os aspectos mais importantes foram semelhantes aos aspectos indicados pelo perfil gerencial, porém, em ordem diferente. Motivação é considerado o aspecto mais importante, possivelmente, porque sob o ponto de vista dos profissionais com perfil técnico, está diretamente relacionado com a produtividade e reconhecimento. O uso de um processo formal de desenvolvimento é apresentado como segundo fator mais importante, representando a demanda destes profissionais por um processo organizado, que guie a forma de trabalho dentro de uma organização de maneira clara. A capacidade do analista chefe é o terceiro aspecto mais importante e pode estar associado à importância atribuída à gestão e coordenação da equipe, uma vez que, quando um projeto falha ou é bem sucedido, os profissionais mais responsabilizados são gerentes, líderes de projeto e coordenadores.

Dentre os aspectos vistos como menos importantes, os resultados foram semelhantes. Aspectos como a experiência dos usuários e dos desenvolvedores e a dedicação ao projeto em tempo parcial foram os principais, sendo este último, o de menor importância para este grupo. Possivelmente, a experiência dos usuários foi considerada um fator pouco importante dada à grande importância atribuída à usabilidade, como é possível verificar na análise de fatores técnicos (Figura 5). Um sistema que apresente boa usabilidade diminui a necessidade de um usuário ter experiência prévia com a interface, por exemplo.

Aspectos Ambientais Agrupados por Natureza da Organização. Os aspectos ambientais foram agrupados segundo a natureza da organização dos participantes, categorizadas como públicas ou privadas. No contexto das organizações públicas percebem-se algumas nuances em relação à análise dos perfis. Aspectos como requisitos estáveis, motivação e capacidade do analista chefe permanecem como os fatores considerados mais importantes (Figura 3). Percebe-se que o aspecto utilização de processo formal de desenvolvimento é considerado menos importante para a categoria de empresas públicas que para empresas privadas. Uma evidência disso pode ser identificada no relatório sobre a adoção dos processos de maturidade CMMI [17], por exemplo, por perfil da organização. Percebe-se que organizações públicas e militares ou contratantes que prestam serviços para estas organizações somam 21,8% enquanto outras organizações totalizam 78,1%, de um total de 5346 empresas.

No contexto das organizações privadas (Figura 3), percebe-se que o aspecto Requisitos Estáveis perde importância em relação a organizações públicas, uma vez que para estas foi considerado o fator mais importante enquanto para organizações privadas foi considerado o quarto fator em ordem de importância.

Em ambas as organizações, o aspecto motivação aparece como um dos fatores mais importantes, sendo o primeiro para organizações privadas e o segundo para as públicas. Fatos que podem contribuir para este resultado são as políticas de meritocracia, benefícios, participação nos lucros e planos de cargos e salários, que são motivadores para os profissionais nos dois perfis de empresas. Além disso, os profissionais podem ser motivados pela conclusão e o sucesso de um empreendimento da qual fazem parte. Assim, ainda que haja dificuldades na execução do projeto, a motivação é considerada aspecto fundamental para o sucesso dos projetos.

Em ambos os casos, a capacidade do analista chefe é considerado o terceiro aspecto mais importante, o que indica que, independente do perfil da organização, o papel do coordenador, líder de projeto ou chefe é muito importante para guiar o trabalho.

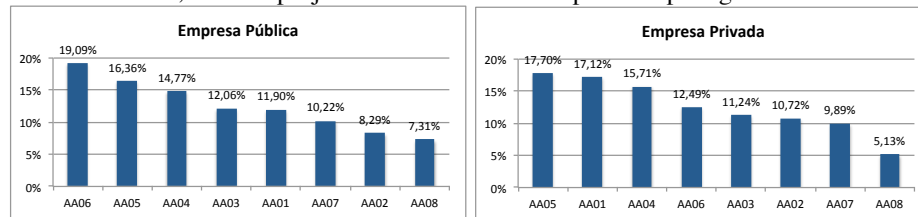


Figura 3. Aspectos Ambientais Agrupados por Tipos de Organizações

Aspectos Ambientais Agrupados por Uso de Metodologia de Desenvolvimento.

Ao agrupar as respostas pelas organizações que utilizam metodologia de desenvolvimento e as que não utilizam percebe-se que, nas primeiras, a estabilidade dos requisitos é o segundo fator de maior importância. Isto pode indicar o sentimento de aumento da burocratização do processo que pode dificultar a gestão e execução das atividades quando ocorrem muitas alterações de requisitos (Figura 4). Em ambos os casos a motivação foi considerado o aspecto mais importante.

Em contrapartida, nas organizações sem metodologia de desenvolvimento, a capacidade do analista chefe é o segundo fator mais importante, possivelmente porque, por não possuir um processo formal, o sucesso do projeto fica muito dependente da habilidade da gerência e da liderança em conduzir corretamente o projeto a fim de gerar um produto de qualidade, sem comprometer cronograma e custo (Figura 4).

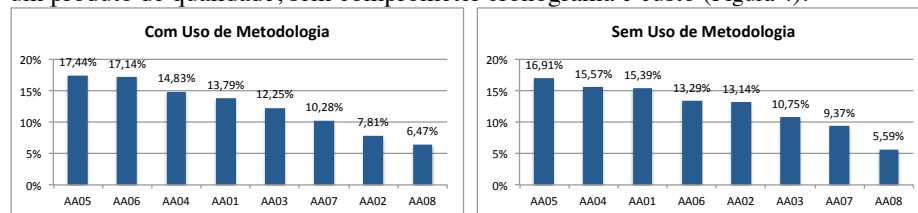


Figura 4. Aspectos Ambientais agrupados por uso de metodologia de desenvolvimento

5.2 Análise dos Aspectos Técnicos

Aspectos Técnicos Agrupados por Perfil. Ao agrupar os aspectos técnicos por perfil técnico e gerencial, percebeu-se que o perfil gerencial prioriza segurança, desempenho e usabilidade (considerando usabilidade como a junção dos aspectos eficiência da interface e facilidade de uso), nesta ordem (Figura 5). Em contrapartida, o treinamento de usuários e a facilidade de instalação foram os aspectos menos importantes. Como citado antes, o treinamento de usuários pode não ser tão importante devido à grande importância atribuída ao aspecto usabilidade. Esses três aspectos podem ter grande importância para os gerentes por serem os mais visíveis aos usuários e clientes, uma vez que facilidade de alteração, reuso, integração, portabilidade e outros são aspectos menos visíveis na utilização do software pelos usuários.

O perfil técnico, por sua vez, prioriza desempenho, eficiência da interface e a complexidade do negócio, nesta ordem (Figura 5). Considerando que eficiência pode ser um termo associado ao desempenho, é possível indicar que o aspecto considerado mais importante é desempenho, seja relacionado ao tempo de resposta para transações, seja o tempo de resposta do usuário. Complexidade das regras de negócio demonstra ser um aspecto mais importante que para o perfil gerencial, possivelmente porque o profissional de perfil técnico é o responsável pela modelagem, projeto e implementação destas regras e, caso uma destas etapas não atenda corretamente as regras, o resultado final do sistema não atenderá a necessidade dos usuários. Assim, a complexidade destas regras é importante, pois, quanto mais complexo o negócio, mais atenção deve ser demandada às suas especificidades.

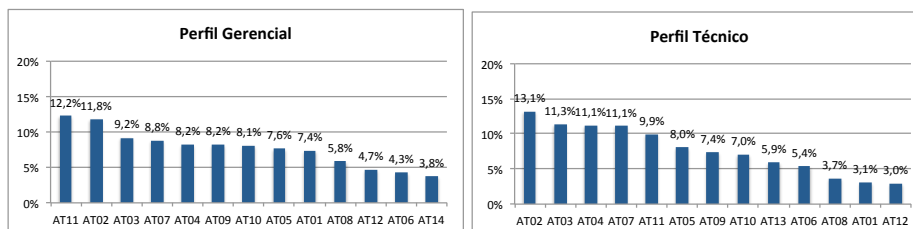


Figura 5. Aspectos Técnicos agrupados por perfil

Facilidade de instalação, portabilidade, sistemas distribuídos e acesso a software de terceiros foram considerados os aspectos de menor importância. Um fator que pode ter contribuído para este resultado foi o fato de que dez dos quatorze participantes com perfil técnico responderam que trabalhavam com sistemas voltados para *Web*, o que pode minimizar a necessidade de instalação no ambiente dos usuários e portabilidade. Além disso, foi mencionado por alguns profissionais que ao trabalharem em sistemas *Web*, se preocupam mais com o tempo de resposta para o usuário e com a escalabilidade (fator não analisado nesta pesquisa). Assim, se a utilização de sistemas distribuídos for um recurso para melhorar o desempenho da aplicação, será um fator considerado, mas é um aspecto considerado secundário, como apenas um recurso para atingir o desempenho esperado. Com relação ao aspecto acesso a software de terceiros, atualmente há diversos softwares como serviços, muitos componentes prontos, com boa documentação e compatibilidade, além dos próprios ambientes de desenvol-

vimento possuem componentes prontos, o que pode fazer com que a tarefa de acessar software externos não seja tão custosa e não demande tanta importância.

Aspectos Técnicos Agrupados por Natureza da Organização. Percebe-se que, para organizações públicas, os aspectos desempenho, usabilidade (eficiência da interface e facilidade de uso) e segurança foram os mais relevantes, nesta ordem (Figura 6). Enquanto organizações privadas priorizam segurança, desempenho e complexidade do negócio. Ainda assim, usabilidade também é um fator importante para este tipo de organização (Figura 6). Os aspectos menos importantes para organizações públicas foram portabilidade, treinamento especial para o usuário e acesso a software de terceiros. Para organizações privadas o acesso a software de terceiros e a necessidade de treinamento para o usuário também foram considerados menos importantes, mas o aspecto menos importante foi facilidade de instalação.

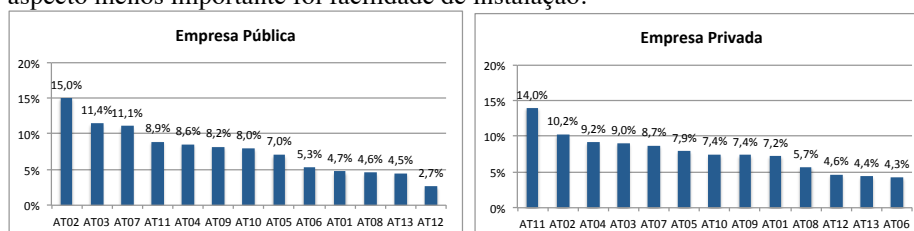


Figura 6. Aspectos Técnicos agrupados por tipo de organização

Aspectos Técnicos Agrupados por Uso de Metodologia de Desenvolvimento. Na comparação entre os resultados de organizações que utilizam ou não metodologias de desenvolvimento, percebe-se que desempenho e segurança são os dois aspectos mais importantes para ambas as categorias. Entretanto, o aspecto complexidade do negócio é indicado como terceiro fator mais importante para organizações que usam metodologias, enquanto nas que não utilizam, este aspecto fica com a oitava posição (Figura 7).

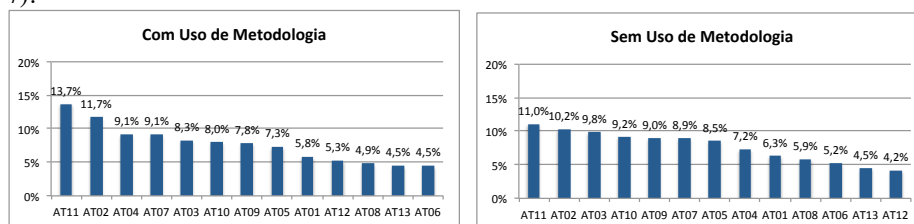


Figura 7. Aspectos Técnicos agrupados por uso de metodologia de desenvolvimento

Os aspectos acesso a software de terceiros, portabilidade, necessidade de treinamento do usuário e facilidade de instalação foram considerados os fatores menos importantes para ambas as categorias, sendo facilidade de instalação o menos importante para organizações com metodologia de desenvolvimento e acesso a software de terceiros para organizações sem metodologia de desenvolvimento.

5.3 Análise Geral dos Aspectos Ambientais e Técnicos

Análise Geral dos Aspectos Ambientais. Os aspectos ambientais foram analisados também de modo genérico, sem considerar o perfil dos profissionais. Sobre os aspectos ambientais é possível perceber que motivação, requisitos estáveis, capacidade do analista chefe e uso de uma metodologia de desenvolvimento foram os aspectos de maior importância, o que indica, nesta ordem, a relevância de cada aspecto para o público pesquisado (Figura 8). Experiência com orientação a objetos, experiência dos usuários com aplicativos anteriores, dificuldade na linguagem de programação e trabalhadores em tempo parcial foram os fatores menos relevantes, nesta ordem de importância.

O aspecto trabalhadores em tempo parcial, considerado de menor importância, pode refletir a realidade de muitos profissionais que atuam hoje em mais de um projeto simultaneamente, além de, muitas vezes, possuírem diferentes papéis em um mesmo projeto – líder, desenvolvedor, analista, projetista, testador, dentre outros – o que os faz desempenhar cada uma destas funções em tempo parcial sem, necessariamente, prejudicar os resultados e a qualidade do projeto. Outros aspectos como a dificuldade com a linguagem de programação e experiência podem ser fatores pouco importantes em relação aos outros uma vez que é possível contorná-los com treinamento e auxílio de mentores.

Em contrapartida, motivação, requisitos estáveis, capacidade do analista chefe e uso de uma metodologia de desenvolvimento podem refletir uma grande preocupação das organizações em cumprir prazos acordados com clientes, garantindo a qualidade do produto e, para isso, precisam definir bem os requisitos e possuir um analista chefe que consiga mentorizar, coordenar, planejar e manter a equipe motivada. Além disso, a motivação pode estar relacionada ao reconhecimento do trabalho, seja em forma de promoções, aumentos salariais, participação nos lucros da empresa ou a conclusão e o sucesso do projeto. O uso de uma metodologia de desenvolvimento demonstra a preocupação com a organização do processo para cumprir os prazos e atender a qualidade esperada.

Análise Geral dos Aspectos Técnicos. Os aspectos técnicos foram analisados também de modo genérico, sem considerar o perfil dos profissionais. Sobre os aspectos técnicos é possível perceber que segurança, desempenho, facilidade de uso, eficiência da interface, concorrência, complexidade de regras de negócio, manutenibilidade e reusabilidade foram os aspectos considerados mais importantes (Figura 8). Percebe-se que sistemas distribuídos, portabilidade, facilidade de instalação, integração (com software de terceiros) e necessidade de treinamento para o usuário, nesta ordem de importância foram considerados aspectos menos relevantes.

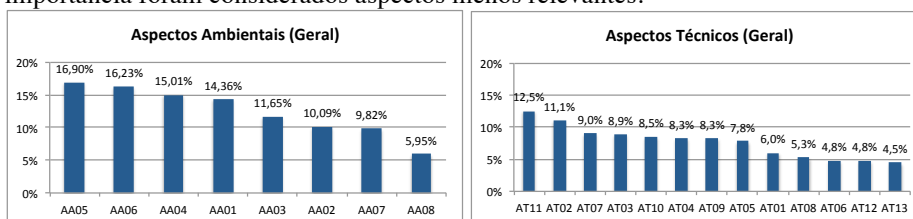


Figura 8. Aspectos Ambientais e Técnicos em Ordem de Importância

6. Considerações Finais

Este trabalho apresentou uma pesquisa exploratória com objetivo de analisar a percepção de profissionais de TI envolvidos em projetos de desenvolvimento de software sobre aspectos que possam influenciar nesses projetos. Os aspectos avaliados foram compostos pelos fatores utilizados na técnica de Pontos por Caso de Uso (PCU), uma vez que era preciso utilizar um conjunto discreto e relevante de aspectos. Estes são divididos em dois grupos, fatores técnicos e fatores ambientais, que foram utilizados na pesquisa como aspectos técnicos e aspectos ambientais. Os primeiros influenciam a execução do projeto e uso do sistema, enquanto os outros interferem no processo de desenvolvimento, na equipe e nas decisões ao longo do desenvolvimento.

Os aspectos técnicos e ambientais foram analisados com auxílio do Processo Analítico Hierárquico (AHP), uma técnica de apoio a decisões complexas, que permite, através de uma análise qualitativa da importância de aspectos analisados dois a dois, quantificar a importância de um fator em relação ao todo.

Uma pesquisa foi realizada com 18 profissionais acerca da percepção destes sobre a relevância de cada um destes para o desenvolvimento de software. Foi analisado o perfil dos participantes. Perguntas abertas como o tipo de linguagem com a qual o profissional trabalha, o processo de desenvolvimento de sua organização e os papéis que desempenham foram feitas através de um questionário. Foi possível perceber que, independente das características do profissional, do perfil (técnico ou gerencial), da natureza da empresa (pública ou privada) ou do uso ou não de processo de desenvolvimento, os resultados obtidos não diferem muito.

Os aspectos de maior e menor importância mantiveram-se os mesmos, diferindo apenas em sua ordem, o que nos permite concluir que, independente do perfil ou categoria em que o profissional se enquadra, com relação aos aspectos ambientais, motivação, requisitos estáveis, capacidade do analista chefe são considerados mais importantes, enquanto experiência dos usuários, dificuldade com a linguagem de programação (por parte dos desenvolvedores) e os trabalhadores alocados ao projeto em tempo parcial são aspectos menos importantes. Com relação aos aspectos técnicos, percebe-se que segurança, desempenho e usabilidade representam fatores de maior importância, enquanto facilidade de instalação, acesso a software de terceiros e necessidade de treinamento para o usuário são os aspectos menos importantes.

Como trabalhos futuros, cita-se a realização de entrevistas com os participantes da pesquisa a fim de identificar com maior precisão a motivação de suas respostas e traçar um panorama mais refinado a respeito das tendências identificadas. Após isso, seria interessante propor uma metodologia de adaptação dos fatores técnicos e ambientais utilizados com o método de Pontos por Casos de Uso (PCU) para considerar apenas aqueles relevantes no contexto dos projetos de desenvolvimento em questão.

Agradecimentos. Os autores agradecem à FAPERJ pelo auxílio financeiro (projeto E-26/110.399/2011).

Referências

1. Albrecht, A. J.: Measuring Application Development Productivity. In: Proc. of IBM Applica-

- tions Development Symposium, Monterey, CA, 14-17 (1979)
2. Boehm, B., Abts, C., Brown, A., Chulani, S., Clark, B., Horowitz, E., Madachy, R., Reifer, D., Steece, B.: *Software Cost Estimation With Cocomo II*. Prentice Hall (2001)
 3. Karner, G.: *Metrics for Objectory*. Grad. thesis. University of Linköping, Sweden (1993)
 4. Schneider, G., Winters, J. P.: *Applying Use Cases, Second Edition*. Addison Wesley (2001)
 5. Arnold, P., Pedross, P.: *Software Size Measurement and Productivity Rating in a Large-Scale Software Development Department*. IEEE Comput. Soc, Los Alamitos, CA, USA, pp. 490-493 (1998)
 5. Arnold, P. and Pedross, P.: *Software Size Measurement and Productivity Rating in a Large-Scale Software Development Department*. In: IEEE Comput. Soc, Los Alamitos, CA, USA, pp. 490-493 (1998)
 6. TIOBE Programming Community Index for June 2011, <http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html>
 7. Wang, F., Yang, X., Zhu, X., Chen, L.: *Extended use case points method for software cost estimation*. In: International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering, CiSE 2009, Wuhan, China (2009)
 8. Periyasamy, K., Ghode, A.: *Cost estimation using extended use case point (e-UCP) model*. In: International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering, CiSE 2009, Wuhan, China (2009)
 9. Mohagheghi, P., Anda, B., Conradi, R.: *Effort estimation of use cases for incremental large-scale software development*. In: 27th International Conference on Software Engineering, ICSE 2005, pp. 303-311, Saint Louis, United States (2005)
 10. Marçal, A. S. C., Bezerra, C. I. M., Pires, C. G. S., Coelho, C. C., Souza, G. T., Barbosa, J.: *Integração de Story Points e Use Case Points em Projetos Baseados em SCRUM e CMMI*. In: VIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, SBQS 2009, Belém (2009)
 11. Saaty, T. L.: *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York (1980)
 12. Bhushan, N. K.: *Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process*. Springer, 1st edition (2001)
 13. Costa, H. G.: *Auxílio Multicritério à Decisão: método AHP*. ABEPRO (2006)
 14. Perini, A., Ricca, F., Susi, A.: *Tool-supported requirements prioritization: Comparing the AHP and CBRank methods*. Information and Software Technology 51, 1021-1032 (2009)
 15. Daojin, F.: *The management of project risk based on the AHP*. In: 2nd International Conference on Industrial and Information Systems, IIS 2010, vol. 2, pp. 483-486 (2010)
 16. Lai, V. S., Wong, B. K., Cheung, W.: *Group decision making in a multiple criteria environment: A case using the AHP in software selection*. European Journal of Operational Research 137, 134-144 (2002)
 17. SEI/CMU: *CMMI for Development SCAMPI Class A Appraisal Results – 2010 End Year Update*, <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/casestudies/profiles/pdfs/upload/2011MarCMMI.pdf>
 18. Hwang, C.L., Youn, K.L.: *Multiple Attribute Decision Making Methods and Application: A State of the Art Survey*, Springer, New York (1981).
 19. Keeney, R., Raifa, H.: *Decision with Multiple Objectives, Preferences and Value Trade-Offs*. Wiley, New York (1976).
 20. Krantz, D.H., Luce, R.D.; Suppes, P., Tversky, A.: *Foundations of Measurement*. Academic Press, New York (1971).
 21. Jacquet-Lagrece, E.; Siskos, J.: *Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision making*. European J. Oper. Res. 10, 151-164 (1982)
 22. Edwards, W.: *Social utilities*. In: Eng. Economist Summer Symp, pp 116-129 (1971)
 23. Edwards, W.: *How to use multiattribute utility measurement for social decision making*. IEEE Trans. Systems Man Cybernet. SMC 7 (5), 326-340 (1977).
 24. Olson, D.L.: *Decision Aids for Selection Problems*. Springer, Berlin (1996).
 25. Ochodek, M.; Nawrocki, J.; Kwarciak, K.: *Simplifying effort estimation based on Use Case Points*. Information and Software Technology 53, 200–213 (2011).