

Adriano Coser

**MODELO PARA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO CAPITAL
INTELECTUAL SOBRE A PERFORMANCE DOS PROJETOS
DE SOFTWARE**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação
em Engenharia e Gestão do Conhecimento da
Universidade Federal de Santa Catarina para a
obtenção do Título de Doutor em Engenharia e
Gestão do Conhecimento.

Orientador: Aran Bey Tcholakian Morales, Dr.

Coorientador: Paulo Mauricio Selig, Dr.

Florianópolis
2012

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

C834m Coser, Adriano

Modelo para análise da influência do capital intelectual sobre a performance dos projetos de software [tese] / Adriano Coser ; orientador, Aran Bey Tcholakian Morales. - Florianópolis, SC, 2012.

220 p.: il., grafs., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Inclui referências

1. Engenharia e gestão do conhecimento. 2. Software - Projetos - Avaliação. 3. Capital intelectual. I. Morales, Aran Bey Tcholakian. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. III. Título.

CDU 659.2

Adriano Coser

**MODELO PARA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO CAPITAL
INTELLECTUAL SOBRE A PERFORMANCE DOS PROJETOS
DE SOFTWARE**

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de “Doutor” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Florianópolis, 02 de março de 2012.

Prof. Paulo Mauricio Selig, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Aran Bey Tcholuian Morales, Dr.
Orientador – UFSC

**Oswaldo Luiz Gonçalves
Quelhas, Dr.**
Examinador externo
UFF

**Marcelo Albano Moret Simões
Gonçalves, Dr.**
Examinador externo
UEFS

João Artur de Souza, Dr.
UFSC

José Leomar Todesco, Dr.
UFSC

**Roberto Carlos dos Santos
Pacheco, Dr.**
UFSC

Aos meus pais, Cirilo e Laura, que nunca pouparam esforços para que
seus filhos tivessem uma boa formação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais pelo suporte incondicional desde o início da minha vida de estudante. Ao meu irmão Joni, que trilhou antes de mim o caminho do doutorado, agradeço pelas valiosas trocas de ideias.

À minha amada Suelen, agradeço pelo carinho, companheirismo e motivação que tornaram mais leve o caminho até o final deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos ao meu orientador, Professor Aran, que não poupou esforços para que chegássemos ao final deste trabalho. Ao meu coorientador, Professor Selig, agradeço pelo apoio decisivo na fase de elaboração desta tese.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, meu muito obrigado pelos ensinamentos, ideias e exemplos de dedicação à vida acadêmica.

Aos colaboradores do Instituto Stela, em especial ao Pacheco, à Andrea, ao Tite, ao Denilson e ao Marcio, agradeço pela oportunidade de convívio e pela troca de experiências na minha passagem por aquela organização.

Aos diretores e ex-colegas da AltoQi Tecnologia em Informática, em especial aos amigos Rui, Banki, Pereira, Jano e Edimilson, meu muito obrigado pelo apoio durante o tempo em trabalhei naquela empresa.

Agradeço também aos amigos do SERPRO pela ajuda na fase final do curso. Em especial, agradeço à Rita Burda, ao Fabiano Turchetto e ao Fernando Pereira, que ajudaram a viabilizar a realização deste trabalho em paralelo com a minha atuação na empresa.

À ACATE, em especial ao presidente Rui Luis Gonçalves e ao Rodrigo Lóssio, assessor de comunicação, agradeço pela divulgação da pesquisa junto às empresas associadas. Muito obrigado também às empresas e aos seus gerentes de projeto pelo precioso tempo dedicado à participação na pesquisa.

Aos amigos próximos – Daniel Casarotto, Tatiane Besen, Jeovan Dornelles, Paulo Luna e Luiz Alberto – agradeço pelas contribuições, cada um em sua especialidade, para a realização deste trabalho.

O conhecimento se tornou o fator mais importante da vida econômica. É o principal ingrediente do que compramos e vendemos, a matéria-prima com a qual trabalhamos. O capital intelectual – não os recursos naturais, equipamentos ou até o capital financeiro – tornou-se um ativo indispensável para as empresas.

(Thomas A. Stewart, 1998)

RESUMO

Esta tese propõe um modelo para analisar a influência do capital intelectual sobre a performance dos projetos de software. A maior parte do software desenvolvido profissionalmente é concebida pela execução de projetos – empreendimentos temporários que visam produzir software e documentação de acordo com as especificações dos clientes. Desta forma, o sucesso de uma organização de software é altamente dependente da performance dos projetos que executa. Torna-se crucial, então, o reconhecimento dos fatores que influenciam a performance dos projetos, possibilitando aos gestores reforçar os elementos que impulsionam os resultados atingidos e mitigar os elementos negativos. Entre os fatores possíveis, esta tese foca nos insumos baseados em conhecimento que são aplicados na execução dos projetos, recorrendo ao arcabouço teórico do capital intelectual para descrever a estrutura e o conteúdo desses recursos. Um modelo teórico é desenvolvido para descrever os elementos do capital intelectual – capital humano, capital estrutural e capital relacional – e a performance dos projetos. O questionário gerado a partir do modelo teórico é aplicado no levantamento de dados sobre projetos realizados por empresas de software da Grande Florianópolis, um polo tecnológico com importância reconhecida nacional e internacionalmente. A análise dos dados coletados é realizada a partir de um modelo de equações estruturais de mínimos quadrados parciais (PLS-SEM), que permite a validação do modelo de mensuração e a verificação das hipóteses formuladas no modelo teórico. Os resultados do modelo estatístico revelam que os três elementos do capital intelectual exercem influências positivas e significativas sobre a performance dos projetos, sendo mais determinantes o capital humano e o capital estrutural. Constata-se ainda que o nível de capital humano é positiva e significativamente correlacionado com os níveis de capital estrutural e de capital relacional aplicados aos projetos. Esses resultados confirmam a teoria de que o capital intelectual gera valor para as organizações quando seus três elementos interagem e se desenvolvem mutuamente.

Palavras-chave: Projeto de software, Performance do projeto de software, Organização de software, Capital intelectual, Gestão do conhecimento, Modelo de Equações Estruturais de Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM).

ABSTRACT

The thesis proposes a model aimed at the analysis of the influence of intellectual capital on software project performance. Most part of the software developed professionally is conceived by the execution of projects (i.e. temporary enterprises that aim to produce software and documentation in accordance with customer's specifications). This way the success of a software organization is highly dependent on the performance of the projects that it executes. The identification of the factors that impact upon project performance becomes crucial, enabling managers to strengthen the elements that push forward obtaining results and mitigate negative elements. Among these possible factors, this study focuses on knowledge-based inputs that are applied to the execution of projects, resorting to intellectual capital as the theoretical framework used to describe the structure and content of these resources. A theoretical model is developed to describe intellectual capital elements – human capital, structural capital and relational capital – and the performance of software projects. The research instrument generated from the theoretical model is applied to a survey that collect data from projects carried through software companies established in Florianópolis, a prominent technological center in Brazil. The collected data are analyzed by means of a partial least square structural equation model, which enables the validation of the measurement model and the verification of the formulated hypothesis. The results reveal that the three elements of intellectual capital have significant positive influence on project performance, being human and structural capital more determinant. Also, it was verified that human capital is positive and significantly correlated with the structural capital and the relational capital applied on the project. These results confirm the theory that intellectual capital gives value to the organizations by means of the interaction and mutual development of its three elements.

Keywords: Software project, Software project performance, Software organization, Intellectual capital, Knowledge management, Partial Least Square Structural Equations Model (PLS-SEM).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os processos de transformação do conhecimento.	66
Figura 2 - A evolução ontológica do conhecimento.	67
Figura 3 - A composição do capital intelectual adotada na tese.	72
Figura 4 - Classificação da força de trabalho.	74
Figura 5 - Classificação dos métodos de avaliação de ativos intangíveis.	81
Figura 6 - Um modelo conceitual do capital intelectual como antecedente da performance empresarial.	84
Figura 7 - Elementos da estrutura da pesquisa.	92
Figura 8 - Modelo hierárquico de segunda ordem.	101
Figura 9 - Página do formulário para análise do construto <i>Capital Relacional</i>	103
Figura 10 - Representação de relações entre construtos com um diagrama de caminhos.	107
Figura 11 - Representação de construtos formativos e reflexivos.	108
Figura 12 - Arquitetura geral do modelo conceitual.	119
Figura 13 - Diferentes relações de causalidade entre os elementos do capital intelectual.	122
Figura 14 - Diagrama de caminhos para a modelagem de equações estruturais.	163
Figura 15 - R^2 das variáveis endógenas e coeficientes de caminho β do modelo estrutural.	178
Figura 16 - Correlações entre os componentes do capital intelectual.	185

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição do número total de funcionários (A) e do tempo de atuação em desenvolvimento de software (B) das empresas pesquisadas.....	156
Gráfico 2- Tempo de experiência dos respondentes em gestão de projetos de software.	157
Gráfico 3 - Tamanho das equipes (A) e duração (B) dos projetos avaliados. .	158
Gráfico 4 - Frequência do modelo de processo de desenvolvimento adotado nos projetos avaliados.	159

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Os construtos Eficiência e Efetividade.	51
Quadro 2 - Medidas para a performance do processo.	53
Quadro 3 - Medidas para a performance do produto.	53
Quadro 4 – Modelo para a performance dos projetos.	56
Quadro 5 - Medidas objetivas de performance.	58
Quadro 6 - Componentes do capital intelectual.	71
Quadro 7 - Comparação entre a contabilidade financeira e a mensuração do capital intelectual.	79
Quadro 8 - Um modelo de indicadores do capital intelectual.	83
Quadro 9 - Indicadores para mensuração do capital intelectual como causa do incremento do valor corporativo.	84
Quadro 10 - Descrição do capital intelectual como propulsor do potencial de inovação das universidades.	86
Quadro 11 – Um modelo para descrição do capital intelectual de organizações de software.	88
Quadro 12 – Agrupamento dos trabalhos para identificação da problemática de pesquisa e número de trabalhos selecionados por assunto.	99
Quadro 13 – Indicadores para o construto <i>Competência para o Projeto</i>	126
Quadro 14 - Indicadores para o construto <i>Atitude</i>	128
Quadro 15 – Indicadores para o construto <i>Estabilidade da Equipe</i>	130
Quadro 16 – Indicadores para o construto <i>Cultura para o Projeto</i>	133
Quadro 17 - Indicadores para o construto <i>Estrutura para o Projeto</i>	134
Quadro 18 – Indicadores para o construto <i>Processos</i>	135
Quadro 19 - Indicadores para o construto <i>Codificação do Conhecimento</i>	137
Quadro 20 – Indicadores para o construto <i>Sistemas de Informação</i>	138
Quadro 21 – Indicadores para o construto <i>Relação com o Cliente</i>	140
Quadro 22 - Indicadores para o construto <i>Redes de Colaboração</i>	141
Quadro 23 – Indicadores para o construto <i>Eficiência</i>	143
Quadro 24 – Indicadores para o construto <i>Efetividade</i>	146
Quadro 25 – Indicadores para o construto <i>Contribuição para o Futuro</i>	149
Quadro 26 – Operacionalização dos construtos do modelo.	150
Quadro 27 – Construtos associados às variáveis latentes.	164
Quadro 28 - Indicadores eliminados do modelo estatístico.	168

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatísticas descritivas das variáveis que caracterizam a amostra.	161
Tabela 2 – ρ_c , AVE e cargas padronizadas dos indicadores para as variáveis latentes.	165
Tabela 3 – Valores finais para ρ_c , AVE e cargas dos indicadores para as variáveis latentes.	169
Tabela 4 – Cargas cruzadas para os indicadores do capital estrutural.	172
Tabela 5 – Cargas cruzadas para os indicadores do capital humano.	173
Tabela 6 – Cargas cruzadas para os indicadores do capital relacional.	174
Tabela 7 – Cargas cruzadas para os indicadores da performance do projeto.	175
Tabela 8 – Valores da AVE e da maior correlação ao quadrado para as variáveis latentes.	177
Tabela 9 – Coeficientes β e estatísticas t para os caminhos do modelo estrutural.	179
Tabela 10 – Correlações entre os componentes do capital humano e da performance.	182
Tabela 11 – Correlações entre os componentes do capital estrutural e da performance.	183
Tabela 12 – Correlações entre os componentes do capital relacional e da performance.	184
Tabela 13 – Correlações entre os componentes do capital humano e do capital estrutural.	186
Tabela 14 – Correlações entre os componentes do capital humano e do capital relacional.	187
Tabela 15 - Resumo da análise das hipóteses frente aos resultados do modelo PLS-SEM.	188

LISTA DE SIGLAS

ACATE	– Associação Catarinense de Empresas de Tecnologia
ACM	- Association for Computing Machinery
AVE	– Average Variance Extracted
CB-SEM	– Covariance Based Structural Equation Modeling
CE	– Capital Estrutural
CH	– Capital Humano
CITEB	– Centro de Inovação e Tecnologia de Biguaçu
CMMI	– Capability Maturity Model Integration
COTS	– Commercial off-the-shelf
CR	– Capital Relacional
DIC	– Direct Intellectual Capital
GENESS	– Geração de Novos Empreendimentos em Software e Serviços
IEEE	- Institute of Electric and Electronic Engineers
ISO	– International Organization for Standardization
MCM	– Market Capitalisation Method
MPS/BR	– Melhoria de Processos do Software Brasileiro
OSS	– Open-Source Software
PLS	– Partial Least Squares
PLS-SEM	– Partial Least Squares Structural Equation Modeling
PMBOK	– Project Management Body of Knowledge
PMI	– Project Management Institute
ROA	– Return on Assets
SC	– Score Card
SEI	– Software Engineering Institute
SEM	– Structural Equation Modeling
SINDP/SC	– Sindicato dos Empregados em Empresas de Processamento de Dados de Santa Catarina
TIC	– Tecnologias da Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	27
1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	29
1.2 OBJETIVO GERAL	32
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	32
1.4 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	32
1.5 CONTRIBUIÇÃO TEÓRICA	34
1.6 INEDITISMO.....	36
1.7 DELIMITAÇÃO DA TESE.....	36
1.8 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO NO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO .	37
1.9 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	38
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	41
2.1 PERFORMANCE DOS PROJETOS DE SOFTWARE	42
2.1.1 Projeto de Software.....	43
2.1.2 A Importância da Performance dos Projetos de Software.....	45
2.1.3 A Importância dos Fatores que Influenciam a Performance	46
2.1.4 A Performance como um Fenômeno Multidimensional	47
2.1.5 Medidas para a Performance dos Projetos de Software	48
2.1.6 Eficiência e Efetividade	49
2.1.7 Performance do Processo e Performance do Produto	52
2.1.8 Eficiência, Impacto no Cliente, Impacto nos Negócios e Preparação para o Futuro	55
2.1.9 Medidas Objetivas de Performance	57
2.2 CAPITAL INTELECTUAL	58
2.2.1 Origens do Capital Intelectual	60
2.2.2 Definições	63
2.2.3 Disciplinas Relacionadas	64
2.2.4 Classificação do Capital Intelectual	70
2.2.5 Capital Humano	72
2.2.6 Capital Estrutural	74
2.2.7 Capital Relacional.....	78
2.2.8 Modelos de Avaliação do Capital Intelectual	79
2.2.9 O Capital Intelectual e as Organizações de Software.....	87
2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	91
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	92
3.1.1 Alegações do Conhecimento.....	93
3.1.2 Estratégia de Investigação.....	94
3.1.3 Métodos	95
3.2 PROCEDIMENTOS PARA A DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	97
3.3 PROCEDIMENTOS PARA A ELABORAÇÃO DO MODELO TEÓRICO.....	99
3.3.1 Elaboração Inicial do Modelo.....	100

3.3.2 Refinamento da Semântica do Modelo	102
3.4 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS	104
3.4.1 A População Pesquisada	104
3.4.2 O Questionário.....	105
3.5 PROCEDIMENTOS PARA A ANÁLISE ESTATÍSTICA DO MODELO	106
3.5.1 Modelagem de Equações Estruturais	107
3.5.2 Processo de Análise do Modelo.....	110
3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	115
4 DESENVOLVIMENTO DO MODELO TEÓRICO	117
4.1 ARQUITETURA DO MODELO	119
4.1.1 Relação entre o Capital Intelectual e a Performance do Projeto	120
4.1.2 Relação entre os Componentes do Capital Intelectual	121
4.2 DEFINIÇÃO DOS CONSTRUTOS	123
4.2.1 Capital Humano.....	124
4.2.2 Capital Estrutural.....	130
4.2.3 Capital Relacional.....	138
4.2.4 Performance do Projeto	142
4.3 AVALIAÇÃO DA SEMÂNTICA DOS INDICADORES.....	149
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	150
5 VALIDAÇÃO DO MODELO TEÓRICO.....	153
5.1 O AMBIENTE DE ESTUDO	153
5.2 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA	155
5.3 DIAGRAMA DE CAMINHOS PARA O MODELO DE EQUAÇÕES ESTRUTURAIS..	162
5.4 VALIDAÇÃO DO MODELO DE MENSURAÇÃO	164
5.4.1 Confiabilidade dos Construtos e Validade Convergente do Modelo	164
5.4.2 Validade Discriminante do Modelo.....	171
5.5 VALIDAÇÃO DO MODELO ESTRUTURAL	177
5.5.1 Variância Explicada.....	177
5.5.2 Coeficientes de Caminho.....	179
5.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS	180
5.6.1 A Influência dos Elementos do Capital Intelectual sobre a Performance dos Projetos de Software	180
5.6.2 As Correlações entre os Elementos do Capital Intelectual	185
5.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	188
6 CONCLUSÃO.....	191
6.1 ATENDIMENTO DOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA TESE	192
6.2 RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS	196
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	199
ANEXO A – ANÁLISE DE JUÍZES.....	217
ANEXO B – COLETA DE DADOS.....	219

1 INTRODUÇÃO

Organizações que desenvolvem e mantêm produtos de software, as chamadas organizações de software, enfrentam constantes desafios associados à demanda por aplicações cada vez mais complexas e entregues em prazos menores, à introdução freqüente de novas tecnologias e aos critérios de qualidade sempre mais exigentes (ALTHOFF, BOMARIUS, & TAUTZ, 2000; DINGSØYR, 2002; SHARIF, ZAKARIA, Ali, & ROZAN, 2005). Essas organizações seguem relatando problemas associados aos custos elevados, aos prazos de entrega não cumpridos e à qualidade dos produtos gerados (CAMPBELL & SOBEL, 2008). Nesse cenário, a abordagem tradicional do aprendizado individual ou grupal, visando à aquisição de conhecimento para saneamento das necessidades imediatas, é considerada lenta e ineficaz, tornando-se imperativas a aprendizagem no nível organizacional e a capitalização dos ativos de conhecimento das organizações (ALTHOFF et al., 2000). De encontro a esta necessidade, a teoria do capital intelectual, fundamentada por autores como EDVINSSON & MALONE (1998), Hubert SAINT-ONGE (1996), STEWART (1998) e K. E. SVEIBY (1998), fornece elementos para a análise e o direcionamento dos estoques e fluxos de conhecimento e de outros ativos intangíveis, visando à geração de valor para o negócio das organizações.

O desenvolvimento desta tese está centrado na ideia de que a geração e a aplicação eficazes do capital intelectual são fatores essenciais para o enfrentamento dos problemas da engenharia de software contemporânea, e visa contribuir para a análise dos efeitos da utilização desse capital na atividade de desenvolvimento de software.

Algumas características que destacam as organizações de software das demais e reforçam a importância do capital intelectual para o seu desempenho são:

- O desenvolvimento de software é uma atividade intensiva em conhecimento, que depende diretamente do desempenho intelectual das pessoas envolvidas (AJILA & SUN, 2004; DESOUZA, 2003; DINGSOYR, DJARRAYA, & ROYRVIK, 2005; Z. LIU & WANG, 2011). Assim, os maiores ativos das organizações de software não são as plantas de manufatura, as construções e as máquinas, mas sim o conhecimento inerente aos seus colaboradores (BJØRNSON & DINGSØYR, 2009; Ioana RUS & Lindvall, 2002)

- Essas organizações têm a necessidade constante de aprender sobre os domínios de aplicação dos seus produtos, dado que todo o processo de desenvolvimento de software está centrado na ideia de transformar problemas do mundo real em soluções executadas por máquinas (Houdek, 2006);
- Além de aprenderem sobre os domínios de aplicação, as organizações de software precisam acompanhar a rápida evolução tecnológica inerente aos ambientes computacionais (Houdek, 2006) – hardware, sistemas operacionais, ambientes de rede, linguagens de programação, metodologias e ambientes de desenvolvimento são exemplos de elementos em constante evolução;
- Apesar da penetração dos computadores nas sociedades e da escalada da Internet, a engenharia de software ainda não atingiu a sua maturidade (AURUM, DANESHGAR, & WARD, 2008). Embora tenham evoluído, as ferramentas da engenharia de software, as metodologias de desenvolvimento e as técnicas de diagramação ainda não fornecem os níveis de precisão encontrados em outras disciplinas de engenharia, fazendo com que os resultados produzidos sejam altamente dependentes da capacidade das pessoas envolvidas (CHEMUTURI & CAGLEY JR., 2010).

O conceito de capital intelectual está intimamente ligado às organizações intensivas em conhecimento ou, simplesmente, organizações do conhecimento, que usam o conhecimento como fonte de vantagem competitiva (EDVINSSON & Sullivan, 1996) e entre as quais estão incluídas as organizações de software (Z. LIU & WANG, 2011). Em essência, as organizações do conhecimento são aquelas que geram resultados pela comercialização do conhecimento criado pelos seus recursos humanos; e o capital intelectual, para essas firmas, “é o conhecimento que pode ser convertido em valor” (EDVINSSON & Sullivan, 1996). Segundo RODRIGUES et al (2009), “o aumento da importância atribuída ao capital intelectual está associado à emergência da economia do conhecimento e ao reconhecimento, por parte das comunidades científica, empresarial e política, do impacto desse intangível no desempenho de pessoas, empresas e países”.

Segundo STEWART (1998), o capital intelectual pode ser considerado como a soma de todos os conhecimentos e capacidades que podem ser utilizadas para fornecer vantagem competitiva a uma organização. Esse conjunto de conhecimentos e capacidades está

distribuído nas pessoas que compõem a organização, nas bases de dados, processos de negócio, sistemas e outras estruturas da organização e nas relações que permeiam a organização (YOUNDT, SUBRAMANIAM, & SNELL, 2004). A essas diferentes formas de manifestação do capital intelectual se convencionou denominar, respectivamente, de capital humano, capital estrutural e capital relacional (CABRITA & BONTIS, 2008; CLEARY, 2009; SHARABATI, JAWAD, & BONTIS, 2010; YOUNDT et al., 2004; YUSOFF, JANTAN, & IBRAHIM, 2004).

Embora esses conceitos sejam bastante difundidos, a natureza multidisciplinar do capital intelectual impede que se encontre uma definição universalmente aceita para o termo (RODRIGUES, DORREGO, FERNÁNDEZ, & FERNÁNDEZ, 2009). Apesar disso, é possível a identificação de elementos de convergência que, traduzem a essência do capital intelectual (STAM, 2005): (i) trata dos intangíveis da organização, fornecendo estrutura e facilitando a comunicação, a interpretação e o controle desses ativos; (ii) é fonte de criação de valor e vantagem competitiva; (iii) envolve recursos humanos e não humanos, como processos, estruturas organizacionais e sistemas, representando uma visão sistêmica da organização; (iv) visa ao incremento da performance organizacional pela potencialização dos seus intangíveis.

No contexto das organizações de software, o sucesso do desenvolvimento de um produto depende, em grande parte, de como os desenvolvedores empregam o conhecimento presente na organização (AJILA & SUN, 2004). A identificação da estrutura e do conteúdo do conhecimento necessário para a atividade de desenvolvimento, que é tanto de natureza explícita quanto implícita, possibilita a melhoria nos processos de decisão e a solução de problemas de forma pró-ativa (AJILA & SUN, 2004; AURUM et al., 2008). Neste sentido, esta tese emprega o arcabouço teórico do capital intelectual para descrever os insumos baseados em conhecimento que são empregados no desenvolvimento de software, mais especificamente, nos projetos de desenvolvimento, visando à análise da influência desses insumos sobre os resultados produzidos.

1.1 Apresentação do Problema de Pesquisa

A maior parte do software desenvolvido profissionalmente é concebida pela execução de projetos de desenvolvimento de software,

ou simplesmente, projetos de software (SOMMERVILLE, 2007). Um projeto de software é visto nesta tese como uma organização de natureza temporária, que visa à produção de um novo software ou a evolução de um software existente, atendendo às especificações fornecidas pelo cliente (CHEMUTURI & CAGLEY JR., 2010; PMI-Project Management Institute, 2008). O projeto realiza o seu ciclo de vida no contexto de uma organização de software, que fornece os recursos necessários à sua execução.

Segundo CHEN, SHIE, & LIANG (2009), na economia baseada no conhecimento, o trabalho tem se tornado cada vez mais complexo e volumoso, tornando imprescindível a cooperação entre os trabalhadores do conhecimento. Assim, o trabalho orientado às equipes de projeto tem recebido ênfase cada vez maior nas organizações, sendo estas percebidas como poderosas ferramentas para a criação de valor econômico e vantagem competitiva (SHENHAR, 2001).

Na medida em que as organizações de software orientam as suas atividades pela realização de projetos, os seus índices de sucesso passam a ser condicionados, em grande parte, pelos resultados produzidos por esses projetos (SHENHAR, 2001). Torna-se imprescindível, então, o conhecimento acerca dos fatores que influenciam ou determinam a performance dos mesmos (BANNERMAN, 2008). Esse conhecimento habilita os gestores a reforçar os elementos tidos como propulsores da performance e a enfraquecer os elementos considerados inibidores da mesma (BANNERMAN, 2008).

Um projeto de software é viabilizado pela alocação de diversos recursos providos pela organização de desenvolvimento, incluindo pessoas, ambiente físico, móveis, equipamentos, ferramentas de desenvolvimento, etc. Embora os recursos físicos sejam importantes, os insumos necessários à realização de um projeto de software são, essencialmente, baseados no conhecimento. De acordo com RUS & Lindvall (2002), os conhecimentos necessários à realização de um projeto de software são bastante diversos, de proporções imensas e estão em ritmo constante de crescimento. No mesmo sentido, RATHOR, THAPLIYAL, & JUNEJA (2011) afirmam que o conhecimento, armazenado no repositório chamado de capital intelectual, é vital para qualquer organização de software, desempenhando papel essencial no processo de desenvolvimento.

As considerações acima permitem a formulação de cinco premissas que sustentam o problema de pesquisa desta tese: (i) O projeto é a forma predominante de organização do trabalho de desenvolvimento de software; (ii) A performance das organizações de

software é condicionada pela performance dos projetos; (iii) Os insumos baseados em conhecimento são predominantes na execução dos projetos de software; (iv) A combinação adequada dos insumos baseados em conhecimento é um fator determinante para a performance dos projetos; (v) O arcabouço teórico do capital intelectual fornece elementos adequados para a representação e análise dos insumos baseados em conhecimento que são alocados na execução dos projetos de software.

Elabora-se, então, a seguinte pergunta de pesquisa:

Como analisar a influência do capital intelectual sobre a performance dos projetos de software?

O capital intelectual tem sido abordado como fator influente da performance organizacional em diferentes contextos (CABRITA & BONTIS, 2008; J. CHEN, ZHU, & XIE, 2004; SELEIM, ASHOUR, & BONTIS, 2004; SHARABATI et al., 2010; TSENG & JAMES GOO, 2005; YUSOFF et al., 2004). A abordagem predominante nesses trabalhos é a formulação de modelos baseados em construtos teóricos, em que os elementos do capital intelectual são especializados para contemplar as características das organizações estudadas e os objetivos da análise.

No que diz respeito à performance dos projetos de software, as medidas objetivas de custos, prazos e escopo têm sido consideradas insuficientes para caracterizar o sucesso ou o fracasso dos empreendimentos (EVELEENS & VERHOEF, 2010; SAVOLAINEN, AHONEN, & RICHARDSON, 2011). Desta forma, ao analisarem fatores influentes da performance, diversos autores têm recorrido à elaboração de construtos teóricos, possibilitando a avaliação de fatores subjetivos e considerando as visões das diversas partes interessadas no projeto (D.-N. CHEN et al., 2009; JUN, QIUZHEN, & QINGGUO, 2011; KANG, 2010; J. Y.-C. LIU, CHEN, CHEN, & SHEU, 2010; C.-H. WU, WANG, & FANG, 2008; B. YU, CONG, NING, JIANG, & WANG, 2009).

No sentido de contribuir para a solução do problema proposto, esta tese segue a abordagem empregada nos trabalhos citados acima, propondo um modelo teórico para descrever os elementos do capital intelectual e da performance dos projetos de software, e estabelecendo hipóteses sobre as relações entre esses elementos.

1.2 Objetivo Geral

Desenvolver um modelo para a análise da influência do capital intelectual sobre a performance dos projetos de software.

1.3 Objetivos Específicos

A concretização do objetivo geral da tese é orientada pelos seguintes objetivos específicos:

- Elaborar os construtos teóricos que descrevem os insumos baseados em conhecimento inerentes aos projetos de software, tomando por base o arcabouço teórico do capital intelectual.
- Elaborar os construtos teóricos que descrevem a performance dos projetos de software.
- Formular as hipóteses sobre as relações entre os construtos do modelo teórico.
- Validar o modelo teórico e confirmar as hipóteses formuladas.

1.4 Justificativa e Relevância

O software é um elemento pervasivo na sociedade atual, controlando inúmeros dispositivos e sistemas críticos para o andamento das vidas de pessoas, organizações e países (PELLICCIONE, MUCCINI, GUELF, & ROMANOVSKY, 2010; SOMMERVILLE, 2007). Nas últimas décadas, o software se tornou gradativamente parte da vida das pessoas, suportando desde as atividades corriqueiras, como dirigir um automóvel ou aquecer comida em um micro-ondas, até os grandes sistemas que atendem a toda a sociedade, como a estrutura financeira dos países (AURUM et al., 2008). Assim, a produção e a manutenção do software dentro de custos adequados e com a qualidade necessária torna-se um fator importante para as economias do mundo inteiro (SOMMERVILLE, 2007).

Apesar do sucesso da utilização do software em uma grande variedade de áreas da atuação humana, os projetos de desenvolvimento ainda compartilham uma reputação de fracasso (SAVOLAINEN et al., 2011). Os relatórios CHAOS, do Standish Group, têm reportado seguidamente os graves problemas de performance em projetos de

software, independente do tipo de software desenvolvido (IKONEN & ABRAHAMSSON, 2010). Embora a abordagem empregada nesses relatórios para a medida da performance venha sendo criticada, por se basear essencialmente nas restrições de prazos, custos e escopo estabelecidas no início dos projetos (EVELEENS & VERHOEF, 2010), seus resultados indicam que a preocupação com a performance dos projetos é bastante pertinente (IKONEN & ABRAHAMSSON, 2010). De acordo com KOMCHALIOW (2010), montantes financeiros enormes têm sido desperdiçados em projetos de software fracassados.

Quando um projeto de software falha, os danos não se limitam ao projeto em si, mas atingem também os produtos, os serviços e os negócios que dele dependem (IKONEN & ABRAHAMSSON, 2010). Assim, muitos pesquisadores têm se interessado em pesquisar os fatores que influenciam o sucesso ou o fracasso dos projetos de software (HAROON, 2008), apoiados nas evidências de múltiplos estudos empíricos que demonstram que a efetividade de uma organização é, em parte, dependente do sucesso dos seus projetos (MILOSEVIC & PATANAKUL, 2005). Segundo PAPKE-SHIELDS, BEISE, & QUAN (2010), a gestão de projetos tem evoluído graças aos esforços dos pesquisadores e profissionais da área no sentido de identificar as causas das falhas nos projetos, bem como os fatores que conduzem ao seu sucesso.

As considerações acima justificam parte do objeto de interesse desta tese, que trata de estabelecer antecedentes para a performance dos projetos de software. O sucesso do desenvolvimento de software é muito importante para as organizações que sobrevivem dessa atividade, e, acima de tudo, para as economias de todo o mundo, que se tornam progressivamente dependentes desses artefatos. Sendo o software desenvolvido predominantemente pela execução de projetos, considera-se relevante o estudo de fatores que influenciam a performance dos mesmos.

Outro aspecto importante do problema de pesquisa desta tese é a consideração do capital intelectual como fator influente da performance dos projetos. O desenvolvimento de software é uma atividade intensiva em conhecimento (AJILA & SUN, 2004; DESOUZA, 2003; DINGSOYR et al., 2005; Z. LIU & WANG, 2011), fazendo com que os insumos aplicados à execução de um projeto de software sejam, predominantemente, de natureza intelectual. Segundo AJILA & SUN (2004), o sucesso do desenvolvimento de um produto de software depende fortemente de como os desenvolvedores utilizam o conhecimento presente na organização. O reconhecimento da estrutura e

do conteúdo desse material intelectual é um fator importante para melhorar os resultados produzidos (AURUM et al., 2008).

Nesse sentido, considera-se relevante a adoção de uma conceitualização baseada no capital intelectual para descrever os insumos baseados em conhecimento que são aplicados na execução de um projeto de software. O arcabouço teórico do capital intelectual fornece estrutura aos recursos organizacionais baseados no conhecimento, tornando possível a análise e o direcionamento dos mesmos a favor da performance das organizações (STAM, 2005). O capital intelectual tem sido investigado como fator influente da performance das organizações por diversos pesquisadores, como se verifica nos trabalhos de J. CHEN et al. (2004), TSENG & JAMES GOO (2005), SHARABATI et al. (2010) e SELEIM et al. (2004). O projeto de software também constitui uma organização que, embora seja de natureza temporária, possui o seu próprio capital intelectual, derivado dos recursos fornecidos pela organização principal. Na execução do projeto de software, parte do capital intelectual da organização de desenvolvimento passa a constituir o capital intelectual do projeto. Como salienta KLEIN (1998), o capital intelectual, mesmo quando bem formado e passível de ser investido, possui pouco valor se não for entregue onde se fizer necessário e no momento adequado. No mesmo sentido, EDVINSSON & Sullivan (1996) afirmam que o valor do conhecimento é realizado, especialmente, através da sua aplicação.

1.5 Contribuição Teórica

Com a elaboração e validação de um modelo para análise da influência do capital intelectual sobre a performance dos projetos de software, espera-se contribuir: (i) Para o arcabouço teórico do capital intelectual, com a formulação e validação de construtos destinados à análise e mensuração dos recursos intangíveis em um contexto específico, no caso o projeto de software; (ii) Para o estudo da performance do projeto de software, com a proposição e validação de um modelo de avaliação que combina propostas de outros autores visando a uma descrição mais abrangente do fenômeno; (iii) Para o avanço do conhecimento acerca dos fatores que influenciam a performance dos projetos de software, estabelecendo e verificando hipóteses que consideram os recursos baseados em conhecimento,

representados pelo capital intelectual, como antecedentes da performance.

A respeito da contribuição ao arcabouço teórico do capital intelectual, RODRIGUES et al. (2009) salientam que o caráter eclético e multidisciplinar desse capital impede a adoção de definições e práticas generalizáveis a todas as organizações. Anos antes, BONTIS (1998) afirmava que a pesquisa na área do capital intelectual evoluiu primordialmente da vontade dos próprios gestores das organizações, ficando para a comunidade científica o desafio de enquadrar teoricamente este fenômeno, com vistas ao desenvolvimento de uma conceitualização mais rigorosa deste intangível elusivo. Embora a teoria do capital intelectual forneça uma visão bastante clara dos estoques de material intelectual, ainda não satisfaz às necessidades dos gestores, que estão mais preocupados com as formas de medir e alavancar seus ativos intangíveis (BONTIS, 1999a). Espera-se que a proposição de um modelo de capital intelectual considerando o contexto do projeto de software forneça elementos para apoiar os gestores nas estratégias de desenvolvimento e aplicação dos recursos intangíveis, a favor da performance dos projetos e, conseqüentemente, de toda a organização.

Sobre a contribuição ao estudo da performance dos projetos de software, salienta-se que a avaliação mais comumente utilizada, baseada nas restrições de custo, prazo e escopo (SAVOLAINEN et al., 2011), tem sido considerada insuficiente para determinar o sucesso ou o fracasso dos projetos (EVELEENS & VERHOEF, 2010; SAVOLAINEN et al., 2011). (BAKKER, BOONSTRA, & WORTMANN, 2010) argumentam que tais critérios conduzem facilmente à conclusão que os projetos falham, principalmente porque, durante o curso de um projeto, os requisitos iniciais tendem a ser alterados, influenciando os custos e os prazos. Além disso, é muito difícil se prover estimativas adequadas de tempo e esforço no início de um projeto de software (SAVOLAINEN et al., 2011). É importante notar, ainda, que o sucesso do projeto não tem o mesmo significado para todas as partes interessadas, e que ele não é determinado somente pelas entregas do projeto (BAKKER et al., 2010).

Nesta tese, faz-se uma revisão de literatura buscando entender como a performance dos projetos de software tem sido avaliada para, então, propor um modelo amplo de avaliação, combinando aspectos incluem a forma como o projeto foi executado, a qualidade dos resultados entregues e a contribuição para o futuro da organização. Embora os aspectos de custos, prazos e escopo sejam também considerados, o modelo de performance contempla as perspectivas de

diferentes partes interessadas, incluindo a própria organização de software, a equipe do projeto, o cliente e o usuário.

1.6 Ineditismo

O ineditismo da tese é caracterizado por dois aspectos essenciais: O primeiro refere-se ao emprego do arcabouço teórico do capital intelectual para a elaboração de construtos teóricos visando à descrição dos recursos baseados em conhecimento inerentes à execução de projetos de software. O segundo aspecto refere-se à consideração abrangente dos insumos baseados em conhecimento como fatores influentes da performance dos projeto, compreendendo os conhecimentos transportados pelos membros da equipe do projeto, embutidos nas rotinas e estruturas da organização, e derivados dos relacionamentos que se estabelecem no interior e além das fronteiras da organização.

1.7 Delimitação da Tese

Visando a um melhor entendimento do problema de pesquisa e das abordagens empregadas na busca dos objetivos desta tese, esta seção estabelece os limites do estudo realizado.

Primeiramente, o modelo foi elaborado tendo em mente os projetos desenvolvidos dentro das organizações que têm entre as suas finalidades a criação e a manutenção de produtos de software. Não são considerados no estudo os projetos conduzidos por equipes dispersas geográfica e temporalmente, as chamadas equipes virtuais, tipicamente presentes no desenvolvimento de software de código aberto (OSS) (COLAZO, 2010) e no desenvolvimento globalmente distribuído (RAMASUBBU & BALAN, 2007).

Embora a verificação do modelo proposto seja realizada no contexto específico das empresas privadas, a sua elaboração não estabelece premissas quanto à natureza das organizações de software, considerando-se viável a avaliação do modelo em outras modalidades de organização, como empresas públicas e de economia mista, órgãos públicos, fundações, laboratórios, institutos de pesquisa, etc.

O modelo proposto não faz considerações sobre o tipo de processo de desenvolvimento, metodologias ou ferramentas empregadas no projeto de software. O projeto é visto como uma unidade de processamento, que emprega certa combinação de insumos baseados em conhecimento e gera resultados que permitem a avaliação da sua performance.

Sobre a análise dos recursos baseados em conhecimento aplicados à execução dos projetos de software, a utilização do arcabouço teórico do capital intelectual foi estabelecida à priori. Portanto, não faz parte do escopo da tese o levantamento e a avaliação de alternativas para a representação dos intangíveis inerentes ao projeto de software.

Por fim, salienta-se que o modelo proposto não visa à descrição e análise do capital intelectual da organização de software como um todo, mas sim da parcela de recursos baseados em conhecimento que são alocados pela organização para a execução do projeto de software, que caracterizam, então, o capital intelectual deste último.

1.8 Contextualização do Trabalho no Programa de Pós-Graduação

O Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento é estruturado em três áreas de concentração: Engenharia, Gestão e Mídias do Conhecimento, o que caracteriza sua natureza interdisciplinar. Seu objeto de pesquisa “refere-se aos macro-processos de explicitação, gestão e disseminação do conhecimento”, incluindo processos de criação, descoberta, aquisição, formalização/codificação, armazenamento, uso, compartilhamento, transferência e evolução do conhecimento (EGC, 2012a).

Este trabalho de tese é desenvolvido na área de concentração da Engenharia do Conhecimento, que tem como objetivo “a pesquisa e o desenvolvimento de técnicas e ferramentas para a formalização, codificação e gestão do conhecimento; de métodos de análise da estrutura de processos conduzidos por profissionais em atividades de conhecimento intensivo; e a pesquisa e desenvolvimento de sistemas de conhecimento” (EGC, 2012b).

A interdisciplinaridade desta pesquisa é caracterizada pela aproximação de dois campos teóricos: o primeiro, representado pelo conceito de capital intelectual, é voltado ao desenvolvimento, à análise e à aplicação dos recursos intangíveis das organizações, visando à geração de valor e ao progresso das mesmas. O segundo trata do estudo da

performance dos projetos de software, que se caracterizam por serem organizações temporárias e intensivas em conhecimento.

Nessa interdisciplinaridade, despontam elementos da gestão e da engenharia do conhecimento. O campo de estudo do capital intelectual, que suporta parte do modelo proposto nesta tese, tem forte relação com a gestão do conhecimento, dado que ambas as áreas preocupam-se com as atividades intelectuais que permeiam a organização, desde a criação até a divulgação do conhecimento. O capital intelectual, no entanto, tem um enfoque mais estratégico, voltado à geração de valor para a organização (RODRIGUES et al., 2009).

A engenharia, por sua vez, está presente na explicitação do conhecimento acerca do fenômeno estudado, que envolve a elaboração de construtos para representação dos elementos de interesse e o estabelecimento de hipóteses sobre as relações entre os mesmos. Considera-se que o modelo desenvolvido materializa um dos objetivos da engenharia do conhecimento, que é “a pesquisa e o desenvolvimento de métodos de análise da estrutura de processos conduzidos por profissionais em atividades de conhecimento intensivo” (EGC, 2012b), fornecendo insumos para o tratamento de um importante problema de gestão do conhecimento nas organizações de software: a alocação adequada dos recursos intelectuais para alavancar a performance dos projetos e da organização como um todo.

1.9 Organização do Texto

Além deste capítulo introdutório, onde o problema de pesquisa é contextualizado, elaborado e justificado, e onde são traçados os objetivos da tese, o texto está organizado em mais cinco capítulos, conforme se resume a seguir.

O capítulo 2 trata dos fundamentos teóricos que sustentam o desenvolvimento desta tese, representados por duas áreas de estudo: a performance do projeto de software e o capital intelectual. Ênfase especial é dada aos modelos destinados à mensuração e análise, tanto da performance do projeto, quanto do capital intelectual das organizações. São identificados também trabalhos que tratam do capital intelectual no contexto das organizações de software.

No capítulo 3 são descritos os procedimentos metodológicos que orientam o cumprimento dos objetivos da tese. A pesquisa também é caracterizada segundo as escolhas realizadas quanto à metodologia

científica. São ainda fundamentados os métodos aplicados nas diversas fases do trabalho, com atenção especial aos métodos estatísticos necessários à validação do modelo.

O capítulo 4 traz o desenvolvimento do modelo teórico, que envolve a elaboração de construtos, com suas definições e variáveis, e o estabelecimento de hipóteses sobre as relações entre os elementos do fenômeno estudado. O desenvolvimento compreende ainda a verificação e ajuste da semântica do modelo, que conta com o apoio de especialistas da área de desenvolvimento de software.

No quinto capítulo são apresentados os resultados da análise estatística do modelo, a partir dos dados coletados sobre os projetos de software executados no contexto das empresas de software da região de Florianópolis, Santa Catarina. A abordagem empregada é a modelagem de equações estruturais pelo método dos mínimos quadrados parciais (PLS-SEM).

O último capítulo traz as considerações finais da tese, com a avaliação do cumprimento dos objetivos e dos resultados obtidos e com a sugestão de alternativas para estudos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo trata dos fundamentos teóricos que dão suporte ao desenvolvimento de um modelo para análise da influência do capital intelectual sobre a performance dos projetos de software. Dentre os inúmeros fatores que podem influenciar a performance, destacam-se nesta tese os ativos baseados em conhecimento, insumos indispensáveis à realização de atividades intensivas em conhecimento, como é a realização de um projeto de software. A natureza intangível desses insumos, entretanto, dificulta a sua identificação, a sua análise e o seu direcionamento a favor da organização. Como forma de viabilizar a análise dos intangíveis e da sua influência sobre a performance dos projetos, esta tese recorre à teoria do capital intelectual.

A seção 2.1 aborda a performance do projeto de software, um conceito que engloba os resultados produzidos pelo projeto, os benefícios de longo prazo para a organização, a satisfação do cliente, a forma como o projeto foi gerenciado e executado, entre outros aspectos. No decorrer da seção são delimitadas diferentes abordagens para avaliação da performance do projeto, com destaque para as medidas subjetivas, que se baseiam no julgamento das pessoas diretamente envolvidas ou interessadas no projeto. Destaca-se ainda a importância de se entender os fatores que influenciam a performance dos projetos de software, já que do sucesso dos projetos depende a sobrevivência e o progresso das organizações de software.

A seção 2.2 mostra que o capital intelectual é um conceito abrangente, englobando visões de diversos autores sobre os ativos intangíveis que permeiam as organizações. Desta forma, não está disponível uma definição universalmente aceita, nem tão pouco uma delimitação exata do seu escopo e objetivo. No entanto, a revisão de literatura revela importantes pontos de consenso, que incentivam a adoção desse conceito quando se deseja analisar os ativos intangíveis com a finalidade de entender e potencializar o seu papel na geração de valor para as organizações. Nesta tese, o conceito de capital intelectual direciona a elaboração de um modelo teórico para análise dos ativos intangíveis aplicados em uma organização temporária e com finalidade pré-estabelecida – o projeto de desenvolvimento de software – que é originada no interior de uma organização maior e previamente instituída, seja na forma de empresa privada, organização pública, instituto de pesquisa, universidade, etc. A seção 2.3 traz as considerações finais do capítulo.

2.1 Performance dos Projetos de Software

O elemento central desta tese é o projeto de desenvolvimento de software, “uma organização temporária que produz software e documentação, demandando em troca diversos recursos organizacionais” (NIDUMOLU, 1996).

Segundo D.-N. CHEN et al., (2009), na economia baseada no conhecimento, o trabalho tem se tornado cada vez mais complexo e volumoso, tornando imprescindível a cooperação entre os trabalhadores do conhecimento. Assim, o trabalho orientado às equipes de projeto – composições de duas ou mais pessoas que devem trabalhar em cooperação para atingir objetivos comuns – tem recebido cada vez mais ênfase nas organizações. Sem projetos, as organizações se tornariam obsoletas e irrelevantes, incapazes de sobreviver no ambiente competitivo dos negócios (SHENHAR, 2001). Por isso, continua o autor, a efetividade das organizações está fortemente ligada ao sucesso dos projetos que elas desenvolvem.

O mecanismo da equipe de projeto se apresenta como alternativa às formas mais rígidas de organização, oferecendo a possibilidade de uma estrutura mais leve, dedicada a uma tarefa ou objetivo específico, com a composição adequada de conhecimentos e outros recursos, e capaz de reagir mais rapidamente às necessidades de mudança (D.-N. CHEN et al., 2009).

Nas organizações de software, em particular, o projeto representa a estrutura fundamental para o desenvolvimento e manutenção dos sistemas produzidos. Segundo SOMMERVILLE (2007), a grande maioria do software profissional é desenvolvida através de equipes de projeto. A performance das equipes de projetos de software tem sido, portanto, um tópico de importância crescente no domínio dos sistemas de informação, despertando o interesse de pesquisadores e gestores (JONES, 1996; LIANG, LIU, LIN, & LIN, 2007).

Os projetos de software continuam sofrendo com estouros de prazos e orçamentos e com dificuldades em produzir software que atenda às expectativas dos usuários e dos próprios desenvolvedores (E. WANG, JU, JIANG, & KLEIN, 2008). Segundo LIANG et al. (2007), a indústria dos sistemas de informação tem crescido de forma acelerada, impulsionada pela rápida redução de preços dos componentes de hardware e pelo aumento das funções cobertas por esses sistemas. No

entanto, a taxa de sucesso dos projetos de desenvolvimento de software é muito menor que o desejado. Os projetos, muitas vezes, são completados anos depois do previsto, excedem os custos previstos e, quando são completados, nem sempre conseguem atender aos requisitos dos usuários. De acordo com KOMCHALIAW (2010), montantes financeiros enormes têm sido desperdiçados em projetos de software fracassados. Conforme aponta o Standish Group International, cerca de 15% dos projetos jamais chegam a um produto final, custando algo em torno de 67 milhões de dólares por ano (KOMCHALIAW, 2010).

No mesmo sentido, YU (2010) salienta que, com o uso dos computadores cada vez mais difundido, os investimentos em projetos de software têm sido cada vez maiores, mas o aumento da complexidade nos requisitos estabelecidos e nos próprios ambientes de desenvolvimento vem comprometendo os níveis de performance das equipes. Assim, uma questão que segue intrigando os pesquisadores é como gerenciar eficientemente os projetos de software e promover a performance das equipes (KOMCHALIAW, 2010; YU, 2010; LIANG et al., 2007).

Uma característica chave dos projetos de software é que eles apresentam uma grande variabilidade nos resultados obtidos (BANNERMAN, 2008), tornando-se imprescindível para as organizações a busca do entendimento sobre os fatores que influenciam a performance dos mesmos.

2.1.1 Projeto de Software

Diferente do que ocorre na manufatura, desenvolvedores de software não constroem repetidamente o mesmo produto para atender a um conjunto particular de especificações – cada produto de software é único e precisa ser desenvolvido (BASILI, SHULL, & LANUBILE, 1999). Por essa razão, o desenvolvimento e a manutenção de software se dão, na sua maioria, pela realização de projetos. Um projeto é genericamente definido no PMBOK – o Guia de Conhecimento sobre Gestão de Projetos (PMI, 2008) – como “um empreendimento temporário, com início e fim definidos, não repetitivo, caracterizado por uma seqüência clara e lógica de eventos, com o objetivo de criar um produto, serviço ou resultado único”. Na sua definição, CHEMUTURI & CAGLEY JR. (2010) ainda salientam que o resultado produzido deve ser aderente às especificações fornecidas pelo cliente, incluindo

funcionalidade, qualidade, confiabilidade, custos e prazos de entrega. Um projeto de desenvolvimento de software ou, simplesmente, projeto de software, compartilha esta definição geral de projeto, mas “tem como objetivo o desenvolvimento de um produto de software ou a manutenção de um produto de software já existente” (CHEMUTURI & CAGLEY JR., 2010).

A execução de um projeto de software envolve dois componentes essenciais (CHEMUTURI & CAGLEY JR., 2010): a engenharia, que trata de construir componentes de software, integrá-los, verificá-los, validá-los e, finalmente, combiná-los em um produto de software; e o gerenciamento, que busca facilitar as atividades de engenharia para que os produtos sejam produzidos no prazo, de forma efetiva e eficiente, e sem defeitos. SOMMERVILLE (2007) também faz distinção entre a disciplina de engenharia e os aspectos gerenciais da produção do software, englobando os dois componentes sob o termo “Engenharia de Software”.

As atividades de engenharia e os resultados associados são sempre guiados por um processo de desenvolvimento, mesmo quando este não é claramente definido. As quatro atividades fundamentais que compõem qualquer processo de desenvolvimento são: (SOMMERVILLE, 2007): (i) a especificação, onde clientes e desenvolvedores definem as funcionalidades e características do software a ser desenvolvido; (ii) o desenvolvimento, onde o software é projetado e programado; (iii) a validação, onde o software é verificado para garantir que é aquilo que o cliente deseja; e (iv) a evolução, onde o software é modificado para se adaptar aos novos requisitos do cliente e do mercado.

As atividades de gerenciamento, por sua vez, têm como principais objetivos (HELDMAN, 2006): (i) atender às expectativas dos projetos, que são descritas por variáveis como escopo, qualidade, prazo, custo e satisfação do cliente; (ii) estabelecer objetivos claros e alcançáveis para o projeto; (iii) definir a equipe de desenvolvimento, associando papéis e responsabilidades aos envolvidos; (iv) definir as dependências do projeto; (v) balancear escopo, tempo e custo, dentro da qualidade esperada; e (vi) identificar e tratar os riscos que possam trazer efeitos negativos ao projeto. Na visão do PMBOK (PMI, 2008), as atividades de gerenciamento são organizadas em cinco grupos de processos, que podem ser aplicados sobre cada fase de um projeto: iniciação, planejamento, execução, monitoração e controle e encerramento.

De acordo com Ioana RUS & Lindvall (2002), os conhecimentos necessários à realização de um projeto de software são bastante diversos, de proporções imensas e estão em ritmo constante de crescimento. As atividades de engenharia demandam conhecimentos sobre diversas áreas tecnológicas, como por exemplo: arquiteturas de sistemas, técnicas de levantamento e documentação de requisitos, técnicas e ferramentas para projeto de sistemas, ambientes de desenvolvimento, linguagens de programação, sistemas operacionais, redes de computadores, desenho de interfaces gráficas e gerenciadores de bancos de dados. Para realizar as atividades de gestão, os gerentes de projeto aplicam conceitos, métodos e técnicas de diversas áreas de conhecimento, que são enumeradas em (PMI, 2008) como gerenciamento de: integração do projeto, escopo, tempo, custos, qualidade, recursos humanos, comunicações, riscos e aquisições.

Além dos conhecimentos técnicos e gerenciais, durante a realização de um projeto a equipe pode precisar absorver conhecimentos sobre (Ioana RUS & Lindvall, 2002): (i) novas tecnologias, que emergem constantemente e podem trazer grandes benefícios para os produtos a serem desenvolvidos, mas, ao mesmo tempo, podem se tornar grandes pesadelos para os gestores de projetos, dado que a proficiência pode ser lenta e o impacto nos prazos e custos é difícil de ser medido; (ii) domínios de aplicação, que podem ser bastante dinâmicos e cuja evolução pode causar grandes impactos nos requisitos dos sistemas; e (iii) políticas e práticas da organização (cultura organizacional).

2.1.2 A Importância da Performance dos Projetos de Software

O projeto é um importante veículo para o desenvolvimento de produtos e para a aplicação de mudanças nas organizações. Desta forma, o projeto torna-se um elemento crítico para impulsionar ou inibir o crescimento de uma organização, dependendo da performance alcançada na sua execução. (BANNERMAN, 2008).

Não importa o esporte que uma pessoa pratica – ciclismo, musculação, basquete – ela certamente estará constantemente observando seus resultados para saber se a sua performance está melhorando ou piorando, como ela está em relação à sua melhor performance ou em comparação à performance dos outros. Da mesma forma, empresas, organizações, projetos de software e indivíduos

querem conhecer a sua performance, compará-la com a dos outros e encontrar maneiras de incrementá-la. De maneira simples, a medição da performance é um processo de avaliação dos resultados de uma entidade visando determinar quão efetiva são as suas operações e realizar mudanças para corrigir as deficiências evidenciadas. (KASUNIC, 2008).

Dentre as muitas razões pelas quais as organizações desejam medir a sua performance estão: (i) **Estabelecimento de metas:** medidas de performance fornecem feedback sobre o alcance das metas de um negócio ou de um projeto. Esse feedback é necessário para que a organização ou o projeto ajustem seus rumos em direção ao sucesso; (ii) **Planejamento e estimativa:** Medidas históricas podem ser usadas para prever ou estimar a performance futura, justificando, por exemplo, a alocação de recursos para um projeto de software; (iii) **Melhoria:** dados de performance podem ser comparados dentro e fora da companhia para identificar áreas que precisam ser melhoradas; (iv) **Comunicação:** o reporte de medidas de performance bem definidas pode melhorar o entendimento dos envolvidos (equipe, partes interessadas, parceiros, etc.) e dar suporte às estratégias e decisões. (v) **Conformidade:** Em alguns casos, as medidas de performance destinam-se ao cumprimento de regulamentações e outros padrões. (KASUNIC, 2008)

Apesar das décadas de experiência no gerenciamento de projetos de software, problemas associados ao não cumprimento de prazos e orçamentos, à falta de qualidade do produto e à insatisfação dos usuários, que caracterizaram a chamada “crise do software” nos anos 60, continuam a prejudicar a organizações (NIDUMOLU, 1996; KRISHNAN & MUKHOPADHYAY, 1999; J. JIANG, 2004). Torna-se imprescindível, portanto, o incremento das práticas de gerenciamento de projetos de software e a evolução dos métodos para avaliar a sua performance (BARCLAY, 2008).

2.1.3 A Importância dos Fatores que Influenciam a Performance

Um desafio chave para se completar projetos no prazo e dentro do orçamento é lidar adequadamente com a incerteza associada ao desenvolvimento de software (NIDUMOLU, 1996). Na fase inicial de um projeto, os gestores dificilmente têm conhecimento ou conseguem analisar suficientemente as várias características do novo projeto, como o grau de complexidade, as dificuldades técnicas, entre outros fatores críticos (Benhai YU, 2010). Além disso, o processo de desenvolvimento

de software é constantemente afetado por mudanças externas, como o surgimento de novas necessidades do cliente ou evoluções nos ambientes computacionais, que podem conduzir a atrasos, problemas de custos e, eventualmente, ao fracasso do projeto (Benhai YU, 2010).

Para lidar com os desafios acima descritos, considera-se de suma importância o conhecimento dos fatores que influenciam ou determinam a performance dos projetos. Esse conhecimento habilita os gestores a reforçar elementos tidos como propulsores da performance e a enfraquecer os elementos considerados inibidores da performance. (BANNERMAN, 2008).

2.1.4 A Performance como um Fenômeno Multidimensional

O que caracteriza um projeto bem sucedido? Em uma era onde os projetos são cada vez mais comuns nas organizações, a questão é mais relevante que nunca. No entanto, não existe um modelo conceitual universalmente aceito para definir o que é uma performance de sucesso em um projeto (SHENHAR, 2001). Há um consenso emergente entre os pesquisadores de que a abordagem tradicional para medir a performance, baseada em medidas de tempo, custo e objetivos de qualidade é muito limitada (BARCLAY & OSEI-BRYSON, 2010). Embora a abordagem seja correta e apropriada em muitos casos, especialmente quando o tempo para o lançamento do produto é crítico, ela não é suficiente para a maioria dos projetos (SHENHAR, 2001).

Além do uso de medidas limitadas para avaliar a performance, outro problema é a utilização dessas medidas de forma isolada. As medidas de prazo, custo e escopo são mais úteis se puderem ser combinadas e ponderadas de modo a fornecer um entendimento global da performance do projeto. Concentrar esforços em prazos e custos é inútil se o sistema construído não apresentar a qualidade ou não atender às demandas dos usuários. Similarmente, se os esforços forem voltados para a criação de um software perfeito, pode-se perder o controle sobre custos e prazos. Na mesma linha SHENHAR (2001) destaca que projetos problemáticos, com atrasos e estouros de orçamento, podem resultar em grandes sucessos de mercado. É o que ocorreu, por exemplo, com o projeto conduzido pela Microsoft para a sua primeira versão do sistema operacional Windows, que sofreu atrasos substanciais e exigiu muitos recursos adicionais, mas tornou-se uma grande fonte de receitas

para a companhia, estabelecendo-se como o principal sistema operacional para computadores pessoais (SHENHAR, 2001).

Como a performance do projeto é vista de diferentes modos por cada parte interessada – contratantes, patrocinadores, gestores do projeto, membros da equipe e clientes – é desejável que este conceito incorpore uma ampla gama de aspectos. É razoável assumir, então, que este fenômeno complexo deve envolver vários construtos inter relacionados, cobrindo diferentes dimensões e perspectivas. (J. JIANG, 2004; BARCLAY, 2008).

Assim, a performance do projeto tem sido tratada frequentemente como a combinação de eficiência, efetividade e aspectos organizacionais. “Os aspectos organizacionais incluem o conhecimento adquirido pela organização, as relações interpessoais estabelecidas, e a habilidade de controlar os recursos aplicados pelo projeto.” (J. JIANG, 2004). Na sua definição, JONES (1996) considera tais fatores, tratando a performance como “a extensão em que o grupo atinge ou supera seus padrões, as saídas produzidas, o comprometimento organizacional, e a satisfação dos seus membros”. A definição de BANNERMAN (2008) também relaciona a performance com a percepção de cada parte interessada, considerando-a como a extensão em que as saídas produzidas pelo projeto atendem às expectativas das partes interessadas.

J. JIANG (2004) afirma que “é importante se estudar tanto aspectos da performance do processo quando da performance do produto, porque mesmo que o software entregue pelo projeto seja de alta qualidade, o projeto em si pode ter excedido de forma significativa os prazos e custos esperados. Por outro lado, projetos bem gerenciados, que mantêm aderência aos custos e prazos, podem entregar sistemas de baixa qualidade”.

Embora seja possível se estudar os antecedentes da performance do projeto a partir de dimensões isoladas de performance, GOPAL & GOSAIN (2009) também argumentam que o fenômeno é melhor entendido quando as dimensões são estudadas em conjunto.

2.1.5 Medidas para a Performance dos Projetos de Software

Medir aspectos dos projetos de software e do sucesso obtido é uma tarefa bastante complexa, principalmente porque as pessoas sabem coisas que são difíceis de quantificar usando-se apenas medidas simples e objetivas como o esforço empregado ou o número de defeitos

encontrados no software (WOHLIN, 2000). A competência da equipe, a performance do gerenciamento do projeto e a qualidade dos produtos gerados são exemplos de fenômenos complexos, mas que precisam ser avaliados para que sejam identificados os fatores que os influenciam positiva ou negativamente.

De acordo com NA, SIMPSON, LI, SINGH, & KIM (2007), a performance do projeto de software pode ser descrita por duas categorias gerais: a performance subjetiva e a performance objetiva. A primeira é composta por medidas que, segundo WOHLIN (2000), “dependem somente do conhecimento e da expertise das pessoas envolvidas”. WOHLIN acrescenta que a vantagem de tais medidas reside na facilidade de coletá-las a partir de entrevistas ou questionários, sem a necessidade de longos programas de medição. A desvantagem, frequentemente, é a falta de exatidão e, muitas vezes, a dificuldade de se obter conclusões concretas (WOHLIN, 2000) e padronizações (NA et al., 2007) sobre essas medidas.

A performance objetiva, por sua vez, emprega medidas mais quantificáveis, como custo, esforço e atraso. Segundo NA et al. (2007), as medidas objetivas despertam maior interesse nas organizações que adquirem produtos de software, que estão mais preocupadas com os resultados gerados pelos projetos do que com os aspectos relacionados ao processo de desenvolvimento. No entanto, continuam os autores, a maioria dos estudos encontrados na literatura trata das organizações que produzem software, onde os fatores que impactam as medidas subjetivas de performance despertam mais interesse.

As seções a seguir abordam os modelos de medidas subjetivas para a performance dos projetos de software, que serviram como principais referências para o modelo elaborado nesta tese. Complementando a visão geral sobre as medidas de performance, a seção 0 aborda modelos baseados em medidas objetivas.

2.1.6 Eficiência e Efetividade

A performance dos projetos de software tem sido comumente caracterizada pelas dimensões de eficiência e efetividade (WALLACE, KEIL, & RAI, 2004; GOPAL & GOSAIN, 2009). O modelo conceitual baseado nessas dimensões foi estabelecido no trabalho de (J.C. HENDERSON & others, 1988) e ligeiramente modificado por (John C HENDERSON & LEE, 1992). O primeiro trabalho estuda como a

performance dos projetos de sistemas de informação é influenciada pelo grau de envolvimento dos atores chaves do processo: usuários e membros da equipe. O segundo estudo trata da importância das estratégias de controle organizacional sobre as atividades gerenciais e de desenvolvimento para a performance dos projetos de sistemas de informação. O Quadro 1 mostra os itens empregados por John C HENDERSON & LEE (1992) na avaliação dos dois construtos.

A eficiência é uma percepção subjetiva sobre a qualidade das operações da equipe e sobre a aderência aos recursos alocados (JONES, 1996). Uma performance eficiente sugere que a equipe trabalhou sem grandes oscilações no desempenho, mantendo aderência aos recursos alocados, como tempo, custo e número de participantes (J. Y.-C. LIU et al., 2010), e por meio de um processo bem gerenciado (GOPAL & GOSAIN, 2009).

A efetividade é uma avaliação subjetiva sobre as saídas produzidas pela equipe do projeto. Este construto captura atributos relacionados à qualidade do software desenvolvido (GOPAL & GOSAIN, 2009), ao atendimento dos requisitos do projeto e às interações da equipe com pessoas externas à mesma (John C HENDERSON & LEE, 1992).

O modelo de John C HENDERSON & LEE (1992) contempla ainda uma terceira dimensão para a performance, a tempestividade, que objetiva avaliar se a equipe atingiu as metas do projeto no menor tempo possível, ou se poderia tê-las atingido mais rapidamente e mantendo o mesmo nível de qualidade. Esta dimensão, no entanto, não é verificada nos estudos subsequentes que fazem referência ao modelo de HENDERSON & LEE.

Performance do Projeto	
Eficiência	Agilidade das operações da equipe
	QUANTidade de trabalho produzida pela equipe
	Aderência aos prazos
	Aderência aos custos
Efetividade	Qualidade do trabalho produzido pela equipe
	Qualidade das interações da equipe com pessoas externas à mesma

Performance do Projeto	
	Habilidade da equipe de atingir as metas do projeto

Quadro 1 - Os construtos Eficiência e Efetividade.

Fonte: Organizado pelo autor a partir de (John C HENDERSON & LEE, 1992).

Os construtos de eficiência e efetividade estabelecidos por John C HENDERSON & LEE (1992) são utilizados por S. L. WANG, WU, CHIOU, & LIN (2006), que estudam os efeitos do foco da organização no processo de desenvolvimento sobre a performance dos projetos de software. E. WANG et al. (2008) empregam os mesmos construtos para analisar a performance do projeto como consequência da aplicação dos mecanismos de monitoração e controle pelos gestores do projeto, quando estes buscam garantir a manutenção da flexibilidade do software – um indicador de qualidade que descreve a facilidade com que o software pode ser modificado em resposta a novas necessidades. A mesma escala é adotada por PAROLIA, GOODMAN, LI, & JIANG (2007) para estudar os mecanismos de coordenação e seus efeitos sobre as equipes de projeto. J. LIU, CHEN, CHAN, & LIE (2008), por sua vez, empregam-na para estudar os impactos da padronização do processo de desenvolvimento sobre a flexibilidade do software produzido e sobre a performance do projeto. O trabalho de J. Y.-C. LIU et al. (2010) investiga as relações da performance do projeto – definida pelos mesmos itens do Quadro 1 – com a diversidade e a instabilidade dos requisitos e com os conflitos interpessoais entre os envolvidos no projeto.

SUBRAMANIAN, JIANG, & KLEIN (2007) definem a performance do projeto baseados no modelo HENDERSON & LEE, mas limitando-o aos itens que tratam da aderência aos custos e prazos e à habilidade de atingir as metas do projeto. Seu estudo examina se o nível de maturidade da organização, segundo o CMM (*Capability Maturity Model*), está relacionado às estratégias de implementação empregadas, à qualidade do software produzido e à performance dos projetos de desenvolvimento.

Outro trabalho relacionado ao de John C HENDERSON & LEE (1992) é o estudo de GOPAL & GOSAIN (2009), que também trata dos efeitos das estratégias de controle organizacional sobre a performance do projeto, considerando, porém, o contexto dos projetos globalmente distribuídos. Neste trabalho, permanece a composição entre eficiência e efetividade, mas este último é substituído pelo conceito de “qualidade

do produto” e os itens para avaliação dos construtos são completamente reformulados.

2.1.7 Performance do Processo e Performance do Produto

Um modelo de performance citado com frequência pelos trabalhos revisados nesta tese é o de NIDUMOLU (1996), cujo estudo busca explicar os efeitos dos padrões de desenvolvimento de software sobre a performance do projeto, considerando riscos associados às incertezas nos requisitos. NIDUMOLU estabelece a performance do projeto como a composição da performance do processo e a performance do produto – software e documentação – entregue na conclusão do projeto. O autor enfatiza a importância de se considerar as saídas do processo e do produto porque existem potenciais conflitos entre a eficiência do processo e a qualidade gerada: processos rigidamente controlados, que resultam em completa aderência às previsões de custos e prazos, podem, às vezes, explorar inadequadamente as funcionalidades do produto, sacrificando a flexibilidade de longo termo do software em função das necessidades imediatas do cliente.

A performance do processo é descrita a partir de três dimensões (Quadro 2): (i) Aprendizado – o conhecimento adquirido no curso do projeto; (ii) Controle – a extensão em que o processo de desenvolvimento foi gerenciado; (iii) Qualidade das iterações – a qualidade das relações entre a equipe e os usuários durante o processo de desenvolvimento (NIDUMOLU, 1996).

Performance do Processo	
Aprendizado	Conhecimento sobre o uso de novas tecnologias
	Conhecimento sobre o uso de tecnologias em desenvolvimento
	Conhecimento sobre os negócios do cliente
Qualidade das iterações	Sentimento de participação dos usuários
	Completeness do treinamento dos usuários

Performance do Processo	
	Qualidade da comunicação com o cliente
Controle	Aderência às auditorias e padrões de controle
	Projeto executado dentro da qualidade do processo
	Projeto executado com efetivo gerenciamento e controle

Quadro 2 - Medidas para a performance do processo.

Fonte: Organizado pelo autor a partir de (NIDUMOLU, 1996).

A performance do produto é descrita pelas seguintes dimensões (Quadro 3): (i) Eficiência operacional – a performance técnica do software; (ii) Responsividade – o quão bem o software atende às necessidades do usuário; (iii) Flexibilidade – a qualidade do software de suportar a inclusão de novas funções e a sua adaptabilidade às mudanças nas necessidades do negócio. (NIDUMOLU, 1996).

Performance do Produto	
Eficiência operacional	Confiabilidade do software
	Tempo de resposta do software
	Custo das operações de software
Responsividade	Larga faixa de saídas geradas e consultas respondidas
	Facilidade de uso do software / usabilidade
	Habilidade de customizar as saídas para o usuário
Flexibilidade	Custo de adaptação às mudanças no negócio
	Velocidade de adaptação às mudanças
	Custo de manutenção do software

Quadro 3 - Medidas para a performance do produto.

Fonte: Organizado pelo autor a partir de (NIDUMOLU, 1996).

O mesmo modelo de performance é aplicado por NA (2004), que replica o estudo de NIDUMOLU na indústria de software da Coreia, e

também por NA et al. (2007), que investiga os impactos das estratégias de gerenciamento de riscos sobre a performance dos projetos.

A combinação entre a performance do processo e do produto é também a abordagem do trabalho de RAI (2000), que explora as relações entre a modelagem do processo de desenvolvimento, a incerteza inerente às tarefas de engenharia de software, e a performance do projeto. O autor associa a performance do processo à extensão com que este promove o consenso entre os participantes, mantém aderência aos recursos alocados e à redução de desperdícios e redundâncias. A performance do produto é associada à qualidade geral do software entregue, considerando tanto critérios objetivos, como confiabilidade e facilidade de manutenção do produto, quanto critérios subjetivos, como a aceitação do produto pelo cliente e a satisfação do mesmo.

A mesma conceitualização de performance do projeto é empregada em WALLACE et al. (2004), que referem-se à performance do produto como “o sucesso do sistema desenvolvido”, e à performance do processo como o sucesso atingido pelo processo de desenvolvimento em si, ou seja, “à extensão em que o produto foi entregue no prazo e dentro do orçamento”. Os autores propõem um modelo exploratório sobre a influência da gestão de risco sobre a performance do projeto. Na mesma área o trabalho de JUN et al., (2011) estuda os riscos associados às incertezas do projeto e seus impactos sobre a performance do processo e do produto.

No trabalho de LIANG et al. (2007), os construtos estabelecidos por NIDUMOLU são utilizados para estudar como a diversidade dos conhecimentos e os valores dos membros da equipe se relacionam com a performance do projeto. O estudo conclui que diversidade dos conhecimentos impulsiona a performance do projeto, enquanto a diversidade de valores entre os membros da equipe exerce uma influência negativa sobre a mesma. Tratando também do conhecimento aplicado ao projeto de software, KANG (2010) utiliza os construtos de performance do processo e do projeto para entender como os riscos associados aos recursos de conhecimento afetam a performance do projeto.

A composição entre a performance do processo e a performance do produto é empregada nos trabalhos de J. JIANG (2004) e LU, SHU, & LI (2008), que estudam as relações entre a maturidade do processo de desenvolvimento e a performance dos projetos de software. No segundo trabalho, no entanto, os construtos são remodelados, empregando 3 índices para descrever a performance do processo: **Conhecimento** (mede o conhecimento acumulado na execução do projeto); **Controle**

(mede a efetividade do gerenciamento e do controle sobre a execução do projeto); e **Eficiência** (mede a qualidade do processo de desenvolvimento). Para a performance do produto, os autores usaram os índices de **Qualidade** (qualidade geral do produto entregue) e de **Satisfação** (satisfação dos usuários com a aplicação desenvolvida).

2.1.8 Eficiência, Impacto no Cliente, Impacto nos Negócios e Preparação para o Futuro

A partir do estudo realizado em duas fases, com 15 e 127 projetos, respectivamente, (SHENHAR, 2001) propõem um modelo de avaliação de performance de projetos composto de quatro dimensões: eficiência, impacto no cliente, impacto no negócio e preparação para o futuro. Diferente dos modelos de referência das seções acima, o modelo de SHENHAR não foi desenvolvido para avaliação de uma categoria específica de projetos. As dimensões estabelecidas emergiram da observação de projetos de diversas indústrias – eletrônica, aeroespacial, construção, mecânica, química e farmacêutica – e com diversos diferentes graus de complexidade. Dentre as dimensões do modelo, a avaliação da contribuição do projeto como “preparação para o futuro” da organização desperta especial interesse para o desenvolvimento do modelo desta tese. O Quadro 4 lista as variáveis para avaliação das dimensões descritas a seguir:

- Eficiência do projeto: percepção de curto prazo sobre o progresso do projeto e sobre o cumprimento das metas de prazo, custo e outras restrições.
- Impacto no cliente: trata dos benefícios do projeto para o cliente, colocando a satisfação do mesmo como fator essencial para prolongar a vida útil do produto desenvolvido.
- Impacto para o negócio: avalia os benefícios imediatos para a organização executora do projeto, como lucratividade, aumento da fatia de mercado, e outros resultados associados ao negócio.
- Preparação para o futuro: visa avaliar os efeitos do projeto no longo prazo, determinando se a organização está mais preparada para os desafios futuros a partir da realização do projeto

Performance do Projeto	
Eficiência do projeto	Cumprimento das metas de prazo
	Cumprimento das metas de custo
Impacto no cliente	O produto apresenta a performance funcional esperada
	O produto vai de encontro às especificações técnicas
	O produto atende às necessidades do cliente
	O produto resolve um problema do cliente
	O cliente está utilizando o produto
	O cliente está satisfeito com o produto
Impacto nos negócios	Sucesso comercial do produto
	Fatia de mercado trazida pelo produto
Preparação para o futuro	O projeto trouxe um novo mercado para a organização
	O projeto desenvolveu uma nova linha de produtos
	O projeto desenvolveu novas tecnologias

Quadro 4 – Modelo para a performance dos projetos.

Fonte : Organizado pelo autor a partir de SHENHAR (2001).

(D.-N. CHEN et al., 2009) baseiam-se no modelo de SHENHAR (2001) para definir o seu construto de performance do projeto de software, visando ao entendimento das relações entre a diversidade dos conhecimentos da equipe e a performance alcançada pela mesma.

2.1.9 Medidas Objetivas de Performance

Embora a descrição da performance do projeto por meio de medidas subjetivas seja predominante entre os trabalhos revisados nesta tese, verificou-se também a adoção de medidas objetivas, que resultam da coleta de dados disponíveis nas organizações e não dependem do julgamento dos gestores ou de outras partes interessadas.

No estudo de RAMASUBBU & BALAN (2007), que trata da performance dos projetos de software globalmente distribuídos, a performance é resumida à dois indicadores: (i) A **produtividade de desenvolvimento** é definida como a razão entre o tamanho do código produzido, em pontos de função, e o esforço de desenvolvimento, em homem-hora, despendido em todas as fases do projeto, até a obtenção do aceite do cliente; (ii) O **padrão de qualidade** captura o número de problemas isolados relatados pelos usuários durante os testes de aceitação e na fase inicial de utilização (trial), antes da conclusão do projeto.

Em KASUNIC (2008) são reportados os resultados dos esforços do SEI (*Software Engineering Institute*) no sentido de propor um conjunto de medidas definidas para a performance do projetos de software, bem como de fatores que influenciam esses resultados. Para que as medidas de performance, sintetizadas no Quadro 5, permitam a comparação entre projetos concluídos por diferentes equipes ou organizações, diversos fatores influentes devem ser considerados: (i) tamanho do projeto, apurado por técnicas de medição como Pontos de Função ou Linhas Lógicas de Código; (ii) esforço economizado pelo reuso de artefatos e conhecimentos; (iii) tipo de desenvolvimento – se trata de um novo software ou de uma manutenção; (iv) domínio de aplicação do software; (v) tamanho da equipe; (vi) nível de experiência da equipe; (vii) e maturidade do processo de desenvolvimento; e (viii) estabilidade dos requisitos funcionais.

Medidas Objetivas de Performance	
Esforço	Total de tempo dedicado pela equipe às atividades relativas ao projeto durante o seu ciclo de vida.
Produtividade	Razão entre o tamanho do projeto e o esforço dedicado.

Medidas Objetivas de Performance	
Duração do projeto	Extensão do projeto em dias, incluindo finais de semana e feriados. São excluídos desta medida os períodos em que a execução do projeto ficou suspensa.
Previsibilidade dos cronogramas	Percentual que indica o quanto a estimativa inicial de duração do projeto difere da duração atingida. Valores positivos indicam atraso, enquanto os negativos indicam antecipação do prazo.
Taxa de completude dos requisitos	Percentual dado pela razão entre o número requisitos funcionais pré-estabelecidos e o número de requisitos funcionais contemplados pelo software implementado.
Densidade de defeitos após a entrega	Razão entre o número de defeitos únicos por unidade de tamanho do software. São considerados os defeitos encontrados nos seis meses subseqüentes à entrega inicial do software.

Quadro 5 - Medidas objetivas de performance.

Fonte: Organizado pelo autor a partir de KASUNIC (2008).

O trabalho de NIDUMOLU (1996), que analisa as correlações entre a padronização dos processos de desenvolvimento de software, os riscos dos requisitos e a performance do projeto, combina as medidas subjetivas de performance do produto e performance do processo com as seguintes medidas objetivas: (i) percentual em que os custos realizados excederam os custos previstos; (ii) percentual em que os prazos realizados excederam os prazos previstos; (iii) percentual em que o esforço realizado excedeu o esforço previsto.

2.2 Capital Intelectual

Na chamada era da informação os produtos e as organizações vivem ou padecem pela informação, e as companhias mais bem sucedidas são aquelas que empregam seus ativos intangíveis melhor e mais rapidamente (BONTIS, 1999b). KLEIN reforça que as organizações competem crescentemente com base em seus ativos intelectuais (KLEIN, 1998): “num ambiente em que as inovações são duplicadas rapidamente pelos concorrentes e onde empresas menores

frequentemente arrebatarem fatias de mercado das concorrentes maiores, pelo lançamento de novos e melhores produtos e serviços, é o capital intelectual das empresas – seu conhecimento, experiência, especialização e diversos ativos – que determina suas posições competitivas”. Esta era, também conhecida como economia do conhecimento, é caracterizada, cada vez mais, por investimentos em recursos intangíveis, que provocam efeitos também intangíveis, e onde o conhecimento é considerado o mais importante ativo e a fonte primordial de vantagens competitivas para uma corporação (EDVINSSON & Camp, 2005). Neste cenário, mais e mais negócios estão baseando a criação de valor nos recursos intangíveis e não mais nos recursos tangíveis tipicamente encontrados nos balancetes, como o dinheiro, as construções e os maquinários. Esses recursos intangíveis compreendem pessoas e suas expertises, processos de negócios e ativos relacionados ao mercado – como a confiança dos clientes, a reputação, e assim por diante (BONTIS, 1999a).

A importância do conhecimento e de outros ativos intangíveis no processo de criação de valor vem sendo reconhecida pelo mercado já há algum tempo, tornando comum a atribuição de valores de mercado muito superiores aos valores contábeis das organizações – em 1996, por exemplo, os ativos contábeis da Coca-Cola representavam apenas 4% do seu valor de mercado (BONTIS, 1999b). O indicador que considera a razão entre o valor de mercado e o valor contabilizado de uma organização foi desenvolvido pelo economista James Tobin, e é conhecido como o “*q*” de Tobin (BONTIS, 1998). Na indústria do software, por exemplo, este indicador chega a 7.0, significando que o valor de mercado das empresas é sete vezes maior que o valor demonstrado nos seus balanços contábeis (BONTIS, 1998).

Fatores gerais que têm impulsionado a busca pelo desenvolvimento do conhecimento nas organizações são, segundo Laurence Prusak em (KLEIN, 1998): (i) a pressão que o fenômeno da globalização exerce sobre as empresas, impondo-lhes grandes necessidades de flexibilidade, inovação e velocidade de processos; (ii) “a conscientização do valor do conhecimento especializado, encravado em processos e rotinas organizacionais”, para enfrentamento dos desafios da globalização; (iii) “a conscientização do conhecimento como um fator de produção distinto” e a sua contribuição nas crescentes distorções entre o valor contábil e o valor de mercado das organizações baseadas em conhecimento; (iv) a disponibilidade das tecnologias de informação e de comunicação, possibilitando que as pessoas trabalhem mais próximas e aprendam umas com as outras.

Em resposta aos novos desafios do mercado, BONTIS salienta que “todos os meses parecem emergir novas técnicas de gerenciamento que as organizações tentam absorver para melhorar seu desempenho” – *rightsizing*, *downsizing*, reengenharia, organizações de aprendizagem, formação de líderes e seguidores, e assim por diante. As opções são esmagadoras, continua o autor, mas todas essas técnicas têm um ponto em comum: estão buscando descobrir maneiras melhores de se empregar os recursos organizacionais (BONTIS, 1999a). No entanto, ainda segundo BONTIS, os gestores não conhecem o valor do seu próprio capital intelectual – não sabem se existem pessoas, recursos ou processos de negócio prontos para prosperar em uma nova estratégia de negócio; não sabem como ter acesso ao *know-how*, às habilidades gerenciais ou à criatividade dos seus empregados – e acabam aplicando os novos conceitos que se apresentam sem uma análise adequada dos estoques de recursos intangíveis e dos fluxos de aprendizagem que permeiam a organização (BONTIS, 1999a).

A teoria do capital intelectual se apresenta, então, como uma ferramenta para a análise, medição e gerenciamento dos recursos intangíveis de uma organização. O conceito de capital intelectual começou a aparecer na imprensa no início dos anos 90 (BONTIS, 1999a). Embora o termo tenha sido largamente usado na literatura anteriormente, uma nova onda de interesse foi desencadeada quando um pequeno grupo de empresas, incluindo *Skandia*, *Down Chemicals* e *Canadian Imperial Bank of Commerce*, passaram a utilizar o termo como denominação geral para todos os recursos intangíveis de uma organização, percebendo que as ferramentas de gestão existentes não eram suficientes para as questões que vinham enfrentando (RODRIGUES, DORREGO, C. M. FERNÁNDEZ, & J. FERNÁNDEZ, 2009). Assim, o capital intelectual como é visto hoje, é mais fruto dos ambientes de prática do que dos ambientes acadêmicos (BONTIS, 1999b). A comunidade acadêmica tem, então, o desafio de enquadrar teoricamente este fenômeno, visando ao desenvolvimento de uma conceitualização e ao direcionamento das pesquisas na área (BONTIS, 1998).

2.2.1 *Origens do Capital Intelectual*

Segundo CABRITA & BONTIS (2008), a visão da empresa baseada em recursos (*the resource-based view of the firm*) e a visão da

empresa baseada em conhecimento (*the knowledge-based view of the firm*) constituem os suportes para o desenvolvimento teórico do capital intelectual. Ainda segundo esses autores, a noção de capital intelectual está ligada, estrategicamente, à habilidade de criar e aplicar o potencial do conhecimento de uma organização, provendo, desta forma, uma ponte para exploração da ligação entre a visão estática (estoques de conhecimento) e a visão dinâmica (fluxos de conhecimento) da firma baseada em recursos.

Até os anos 80, o foco das teorias de gerenciamento era o entendimento do ambiente em que as organizações estavam inseridas, visando proporcionar-lhes uma posição de competitividade no mercado. Como os recursos físicos e financeiros eram, supostamente, acessíveis a todas as firmas, a função das gerências era encontrar combinações de produtos e mercados que assegurassem algum diferencial para a organização, seja pela descoberta de novas cadeias de fornecedores, pela aquisição de tecnologias e produtos em substituição às soluções antigas, etc. (G. ROOS & J. ROOS, 1997).

Nos anos 80 esta perspectiva foi desafiada pela chamada “visão da empresa baseada em recursos”, que sugeria que as posições dos competidores em uma indústria não eram determinadas exclusivamente da combinação entre produtos e mercados, mas influenciadas, principalmente, pelas diferenças entre os recursos organizacionais de cada firma (G. ROOS & J. ROOS, 1997). Segundo STAM (2005), partindo-se do princípio de que os recursos nem sempre eram transferíveis ou imitáveis, passava-se a dar importância ao interior da organização para entender e manter os recursos que lhe proporcionavam vantagem competitiva. A visão baseada em recursos assume que as competências específicas da firma são as fontes mais importantes de vantagem competitiva sustentável, e estas são fruto da aprendizagem coletiva da organização (STAM, 2005).

Ampliando essas ideias, Jay B. BARNEY desenvolveu quatro critérios para diferenciar os recursos que poderiam fornecer vantagem competitiva sustentável às organizações (G. ROOS & J. ROOS, 1997) citando (BARNEY, 1991): (i) criação de valor para o consumidor; (ii) raridade em comparação com a concorrência; (iii) imitabilidade; (iv) dificuldade em substituir. Para G. ROOS & J. ROOS (1997), os únicos recursos que parecem atender a esses critérios estão atrelados ao conceito de conhecimento, como por exemplo: recursos intangíveis, competências chave, capacidades chave, memória organizacional, capacidade absorvida, etc.

A visão da empresa baseada em recursos é não suficiente para justificar os estudos sobre o capital intelectual, porque organizações de sucesso devem explorar as oportunidades de mudança através da produtividade dos trabalhadores do conhecimento. Assim, a visão baseada em recursos deve ser complementada pela visão baseada no conhecimento – *the knowledge-based view of the firm* (YUSOFF, JANTAN, & IBRAHIM, 2004). Enquanto a visão baseada em recursos referencia o conhecimento somente de forma implícita, a visão baseada no conhecimento fornece elaborações extensas sobre a natureza e a definição do conhecimento e sobre as formas de gerenciá-lo (STAM, 2005), considerando que as empresas conseguem vantagens competitivas quando integram e aplicam melhor o conhecimento (RODRIGUES, DORREGO, C. M. FERNÁNDEZ, & J. FERNÁNDEZ, 2009). A literatura sobre gestão do conhecimento pode ser vista, então, como uma ponte entre a visão da empresa baseada em recursos e a visão baseada em conhecimento (STAM, 2005).

O conhecimento organizacional passa a ser o mais importante e estratégico fator de produção, e o êxito empresarial passa a depender, cada vez mais, da gestão estratégica desse conhecimento, em detrimento dos recursos físicos e financeiros (RODRIGUES, DORREGO, C. M. FERNÁNDEZ, & J. FERNÁNDEZ, 2009). Esses autores ainda fazem as seguintes considerações sobre o conhecimento organizacional, que são importantes para estabelecer as relações deste com o capital intelectual: (i) o conhecimento organizacional contém os elementos essenciais para a existência do capital intelectual; (ii) a existência do capital intelectual depende dos estoques de conhecimento organizacional capazes de criar valor para a organização; (iii) para apresentar um desempenho superior, a organização deve contar com um estoque valioso de conhecimento organizacional; (iv) a grande diferença entre o conhecimento e os outros recursos organizacionais é a sua abundância – quanto mais o conhecimento é aplicado e compartilhado, maior tende a ser o seu estoque na organização.

Paralelamente à visão da empresa baseada em conhecimento, emergiu uma nova perspectiva que, embora relacionada, voltava-se a todos os recursos intangíveis que provinham valor às organizações, dentre os quais estava o conhecimento – era a visão baseada em intangíveis, que constitui a base para o movimento chamado capital intelectual (STAM, 2005).

2.2.2 Definições

O capital intelectual é um fenômeno complexo, de caráter eclético e multidisciplinar, o que dificulta a adoção de uma definição e mesmo de práticas generalizáveis para a sua gestão (RODRIGUES, DORREGO, C. M. FERNÁNDEZ, & J. FERNÁNDEZ, 2009). Desta forma, considera-se importante o exame das definições de vários autores, no sentido de buscar uma visão mais abrangente sobre o conceito.

O termo capital intelectual foi primeiramente publicado em 1969 por John Kenneth Galbraith, cujo conceito incorporava um grau de “ação intelectual”, ao invés de considerar simplesmente o intelecto (EDVINSSON & Sullivan, 1996). A implicação desta visão é que o capital intelectual tende a ser uma forma mais dinâmica do que estática de capital (EDVINSSON & Sullivan, 1996), “um meio para uma finalidade”, como complementa (BONTIS, 1998). Também no sentido de finalidade, STAM (2005) define o capital intelectual como um conceito que trata da identificação, mensuração e gerenciamento de intangíveis.

Segundo BONTIS, o capital intelectual pode ser definido, de forma simplista, como a coleção dos recursos intangíveis de uma organização e dos fluxos entre esses recursos. Os recursos intangíveis são fatores que contribuem para os processos geradores de valor em uma organização e sobre os quais ela tem alguma forma de controle ou influência (BONTIS, 1999b). Por exemplo, o nível de confiança dos clientes é um intangível que pode ser influenciado pela organização e que, portanto, faz parte do seu capital intelectual. Já a legislação tributária de um Estado não se inclui nessa categoria, porque a organização não tem nenhum controle sobre a mesma. Como os intangíveis que cada organização pode influenciar são diversos, a composição do capital intelectual é dependente do contexto organizacional (BONTIS, 1999b).

STEWART define capital intelectual como o “material intelectual – conhecimento, informação, propriedade intelectual, experiência – que pode ser colocado em uso para criar valor” (STEWART, 1998). No mesmo sentido, EDVINSSON & Sullivan (1996) consideram-no como “o conhecimento que pode ser convertido em valor”, englobando invenções, ideias, conhecimentos gerais, projetos, programas computacionais, processos e publicações. Também nesta linha, KLEIN (1998) complementa que o capital intelectual é composto pelo

conhecimento, experiência, especialização e diversos ativos intangíveis da organização, ao invés de seu capital tangível físico e financeiro; e SHARABATI, JAWAD, & BONTIS (2010) dizem que ele representa a riqueza de ideias e a habilidade de inovar que determinarão o futuro de uma organização.

Na sua definição, PABLOS (2004) destaca também a natureza não contabilizável do material intelectual, dizendo que o capital intelectual compreende todos os recursos baseados no conhecimento que podem criar valor para a organização, mas que não estão incluídos nas demonstrações financeiras da mesma. MARTÍN DE CASTRO & GARCÍA MUIÑA (2003) também chamam a atenção para este fator, dizendo que o capital intelectual engloba um conjunto de ativos imateriais, invisíveis ou intangíveis, que não aparecem nos balanços, mas cuja exploração possibilita a criação de valor.

Apesar das diferenças entre os conceitos, natural para um campo ainda em estágio embrionário, STAM (2005) argumenta que existe uma clara convergência sobre a natureza do capital intelectual, que pode ser sintetizada pelos seguintes elementos:

- Trata de intangíveis, fornecendo identidade a coisas imateriais ou escondidas, tornando-as, assim, mais reconhecíveis e compreensíveis.
- Constitui a principal fonte de criação de valor e vantagem competitiva.
- Fornece estrutura aos recursos da organização, possibilitando que a mesma comunique, interprete e controle os intangíveis.
- Fornece uma visão holística da organização, tratando tanto dos aspectos humanos quanto dos recursos intangíveis não humanos, como processos organizacionais, estruturas e sistemas.
- Seu foco está voltado ao incremento do desempenho através dos intangíveis, reconhecendo que estes são os recursos mais importantes na economia atual.

2.2.3 Disciplinas Relacionadas

A teoria do capital intelectual evoluiu em paralelo a uma série de disciplinas relacionadas à gestão dos ativos intangíveis das

organizações, com as quais compartilha vários elementos. A natureza multidisciplinar do capital intelectual e das disciplinas relacionadas impede que sejam formuladas definições universalmente aceitas e, o que talvez seja mais crítico, dificulta o estabelecimento de fronteiras claras para a atuação de cada disciplina. Esta subseção traz, então, algumas considerações sobre as disciplinas próximas ao capital intelectual, visando a um melhor entendimento da área de atuação deste último.

Teoria dos Recursos e Capacidades

A partir da teoria dos recursos e capacidades, o capital intelectual pode ser visto como o conjunto de ativos intangíveis e capacidades de caráter estratégico que uma organização possui ou controla (MARTÍN DE CASTRO & GARCÍA MUIÑA, 2003). Ainda segundo esses autores, os ativos intangíveis abrangem todos e quaisquer fatores de caráter imaterial que podem ser combinados para apoiar as funções e atividades da organização. Para analisar o potencial competitivo de uma organização é necessário conhecer o estoque de todos os recursos disponíveis e o modo como estes são combinados e explorados – isto caracteriza o conceito de **capacidade** (PABLOS, 2004).

Aprendizagem Organizacional

A habilidade de aprender é uma condição necessária para que a organização seja capaz de, continuamente, adaptar-se às mudanças nas demandas dos clientes (STAM, 2005).

Segundo PABLOS (2004), a teoria de recursos e capacidades propõe uma visão estática dos estoques de recursos das firmas, não tratando da questão de como esses recursos são criados, distribuídos, transferidos, renovados e armazenados, ou seja, como a aprendizagem ocorre – é este o propósito da disciplina de aprendizagem organizacional.

Para BONTIS (1998), a aprendizagem organizacional tem sido vista como o fluxo de conhecimento dentro de uma organização. Segue, então, que o capital intelectual seria o estoque de conhecimento da organização. Ainda segundo BONTIS, para casar os dois conceitos,

pode ser útil considerar o capital intelectual como a unidade que mede os fluxos da aprendizagem organizacional.

Uma teoria amplamente difundida para explicar o processo de aprendizagem organizacional foi proposta por Nonaka & Takeuchi (1997), que analisam o conhecimento em dois níveis: (i) no nível epistemológico, o conhecimento é dividido em tácito – aquele transportado pelos seres humanos – e explícito – aquele externalizado ou codificado em algum meio de representação; (ii) no nível ontológico, o conhecimento é classificado em individual, grupal, organizacional e inter-organizacional. Pela interação entre o conhecimento tácito e explícito ocorrem quatro modos de conversão (Figura 1): (i) **socialização**: converte conhecimento tácito em conhecimento tácito; (ii) **externalização**: converte conhecimento tácito em conhecimento explícito; (iii) **combinação**: converte conhecimento explícito em conhecimento explícito; (iv) **internalização**: converte conhecimento explícito em conhecimento tácito.



Figura 1 - Os processos de transformação do conhecimento.

Fonte: Adaptado de Nonaka & Takeushi, 1997.

Conforme ilustra a Figura 2, a repetição das quatro transformações acima mencionadas forma a espiral da transformação do conhecimento, que se move do nível individual para o nível organizacional, e até inter-organizacional. No nível organizacional, o

conhecimento passa a contribuir para a formação do capital estrutural, que é o componente não percebível do capital intelectual.

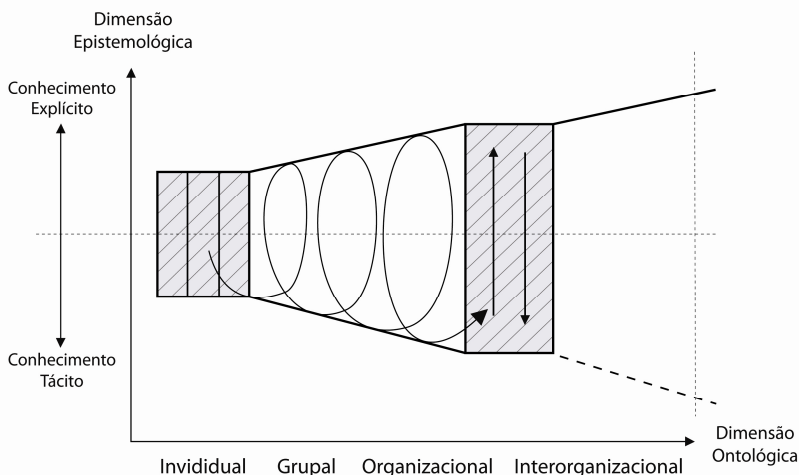


Figura 2 - A evolução ontológica do conhecimento.

Fonte: (Nonaka & Takeuchi, 1997).

Segundo PABLOS (2004), o processo de conversão do conhecimento dos empregados para conhecimento organizacional é chamado institucionalização, e envolve o aprendizado em aspectos não humanos da organização – depósitos de conhecimento – incluindo sistemas, estruturas, estratégias e processos. A conversão é bem sucedida se o aprendizado individual alimenta o aprendizado nos níveis de grupo e organizacional, em termos de mudanças em sistemas, estruturas, estratégias, cultura e procedimentos. Em suma, aprender no nível organizacional representa a tradução do entendimento compartilhado em novos produtos, processos, procedimentos, estruturas e estratégias. São os artefatos não humanos da organização que perduram nela mesmo que os indivíduos venham a deixá-la.

Para YOUNDT, SUBRAMANIAM, & SNELL (2004), a literatura sobre aprendizagem organizacional sugere que a aprendizagem individual é uma condição necessária, mas insuficiente para a aprendizagem da organização. Para que esta última ocorra, os indivíduos devem compartilhar ideias, conhecimentos e modelos mentais – ou seja, devem acessar suas redes de relacionamentos internas e externas à organização – o capital relacional, outro componente do capital

intelectual. Depois, parte do conhecimento criado pelos indivíduos e difundido pelas redes de relacionamento é codificada e institucionalizada como capital estrutural.

Organizações de Aprendizagem

Segundo PABLOS (2004), a literatura sobre Organizações de Aprendizagem difere bastante daquela sobre Aprendizagem Organizacional. A primeira é baseada na ação e orientada à criatividade e a um ideal de organização em que a aprendizagem é maximizada. A segunda, por outro lado, é analítica e se concentra no entendimento dos processos de aprendizagem dentro da organização, sem tentar, necessariamente, interferir nesses processos. Ainda conforme PABLOS, uma organização de aprendizagem é uma organização preparada para a criação, aquisição e transferência do conhecimento, e para modificar seu comportamento em resposta a novos conhecimentos e ideias.

Gestão do Conhecimento e Gestão do Capital Intelectual

Segundo MARR, SCHIUMA, & NEELY (2004), a literatura na área de gestão apresenta dois caminhos principais para a discussão do conhecimento. O primeiro segue uma abordagem epistemológica, tratando das diferenças entre informação e conhecimento e das suas implicações para a gestão do conhecimento. O segundo vê o conhecimento como um ativo da organização, que deve ser gerenciado para incrementar o desempenho da mesma.

A partir desses caminhos, surgem os conceitos de Gestão do Conhecimento e Gestão do capital intelectual que, embora não sejam facilmente distinguíveis, apresentam particularidades no enfoque e nos objetivos (RODRIGUES, DORREGO, C. M. FERNÁNDEZ, & J. FERNÁNDEZ, 2009):

- A **gestão do conhecimento** traz uma visão mais prática sobre o conhecimento da empresa, abrangendo as atividades intelectuais para criação, aquisição, transformação e uso do conhecimento;

- A **gestão do capital intelectual** também faz referência a todas as atividades intelectuais da empresa, porém, sob uma perspectiva estratégica, com enfoque na melhoria das capacidades de criação e extração de valor.

Com o deslocamento de ênfase dos meios de produção tangíveis para o conhecimento e demais ativos intangíveis, “veio um reconhecimento explícito por parte de um número crescente de organizações de que seu capital intelectual é uma fonte essencial de vantagem competitiva que deve ser gerida de forma mais sistemática”, sem depender de abordagens fortuitas (KLEIN, 1998). Em parte, o desafio da gestão do capital intelectual é fornecer uma gama de iniciativas gerenciais e tecnológicas no nível operacional, para orquestrar a transformação de material intelectual bruto, gerado por indivíduos, em capital intelectual – conhecimento que pode ser investido no mesmo espírito em que o são os ativos tangíveis da empresa (KLEIN, 1998).

Capital Intelectual e Propriedade Intelectual

Verifica-se na literatura certa divergência na análise das relações entre o capital intelectual e a Propriedade Intelectual. Justifica-se tal divergência pelas raízes da gestão do capital intelectual que, de acordo com EDVINSSON & Sullivan (1996), evoluiu a partir de duas perspectivas diferentes. A primeira focava na **criação de valor**, onde as organizações concentravam esforços no entendimento e desenvolvimento do seu capital humano: como ele estava organizado, como era dirigido, como o conhecimento era criado e como ele gerava valor para a organização. A segunda era voltada à **extração de valor**, onde as empresas estavam preocupadas com os seus ativos intelectuais, como a propriedade intelectual e outros ativos intangíveis que podiam ser comercializados.

Em linha com a primeira visão, BONTIS (1999a) considera que o capital intelectual não inclui a propriedade intelectual, e que esta compreende copyrights, patentes, direitos sobre projetos (*design rights*), marcas registradas e serviços registrados. Porém, o autor define uma ligação entre os dois elementos ao afirmar que, “propriedade intelectual e capital intelectual são considerados mutuamente exclusivos, mas a primeira pode ser tratado como um produto ou saída do capital intelectual”. Também em concordância com esta ideia, Williamson, Kennedy, Mcnaught, & R. DESOUZA (2003) afirmam que, sendo o

capital intelectual a contribuição intangível e sem preço do talento humano para a realização dos projetos da organização, a propriedade intelectual é o produto tangível que resulta dessa contribuição.

2.2.4 Classificação do Capital Intelectual

Segundo PABLOS (2004), o desenvolvimento de topologias para os recursos baseados em conhecimento tem recebido grande atenção na literatura sobre o capital intelectual. O Quadro 6 relaciona as classificações encontradas entre os trabalhos revisados nesta tese e as relaciona com seus respectivos autores. Observa-se a predominância das classificações em três componentes, porém com diferenças nas denominações. Os termos “capital humano”, “recursos humanos”, “competência dos empregados” e “pessoas” são empregados para designar os ativos intangíveis transportados pelos colaboradores da organização. Já os ativos associados à estrutura organizacional, como processos, sistema, bases de conhecimento e outros, são designados por termos como “capital organizacional”, “capital estrutural”, “ativos intelectuais” e “estrutura interna”. Para designar os intangíveis associados aos relacionamentos mantidos pela organização empregam-se os termos “capital cliente”, “capital relacional” e “estrutura externa”.

Componentes do Capital Intelectual	Autores
Recursos Humanos Ativos Intelectuais	EDVINSSON, 1996
Capital humano Capital estrutural	EDVINSSON & MALONE, 1997;
Capital humano Capital organizacional Capital cliente e relacional	ROOS & ROOS, 1997
Capital humano Capital estrutural Capital cliente	SAINT-ONGE, 1996; BONTIS, 1998; STEWART, 1997

Componentes do Capital Intelectual	Autores
Capital humano Capital estrutural Capital relacional	(BONTIS, 1999)
Competência dos empregados Estrutura interna Estrutura externa	SVEIBY, 1997
Capital humano Capital de inovação Capital de processos Capital cliente	Van Buren, 1999
Capital humano Capital tecnológico Capital organizacional Capital relacional	(MARTÍN DE CASTRO & GARCÍA MUIÑA, 2003)
Capital humano Capital estrutural Capital cliente Capital de inovação	(CHEN, ZHU, & XIE, 2004)

Quadro 6 - Componentes do capital intelectual.
Fonte: Organizado pelo autor a partir dos autores.

No contexto desta tese, será adotada a classificação em três categorias, designadas pelos termos **capital humano**, **capital estrutural** e **capital relacional** (Figura 3), em concordância com autores como TSENG & JAMES GOO (2005), CABRITA & BONTIS (2008), YUSOFF, JANTAN, & IBRAHIM (2004), YOUNDT, SUBRAMANIAM, & SNELL (2004) e CLEARY (2009), que salientam a existência de um consenso amplo em torno dessa classificação. Essas dimensões englobam a inteligência encontrada nos seres humanos, nas rotinas organizacionais e nas redes de relacionamento, respectivamente (SHARABATI, JAWAD, & BONTIS, 2010). Existem, no entanto, muitas variações na forma como cada categoria é conceitualizada, teorizada ou medida (TSENG & JAMES GOO, 2005), cabendo aos que aplicam a teoria escolher a conceitualização mais adequada a cada necessidade.

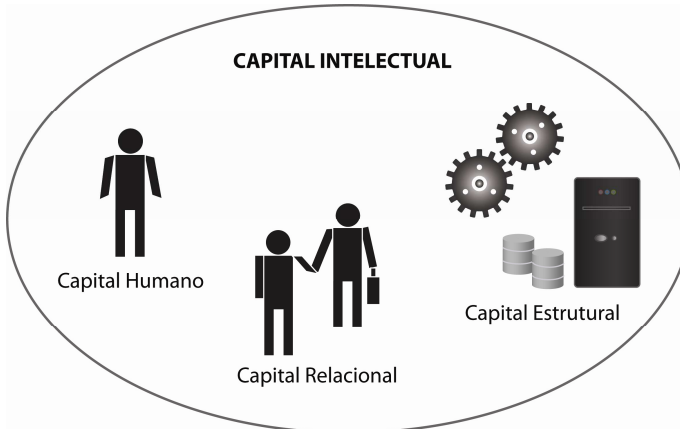


Figura 3 - A composição do capital intelectual adotada na tese.
 Fonte: Elaboração própria.

2.2.5 Capital Humano

O capital humano é inerente às pessoas que formam a organização. É resultado da combinação de atributos como conhecimentos, habilidades, atitudes e relacionamentos e é encontrado nas mentes, corpos e ações dos indivíduos (YUSOFF, JANTAN, & IBRAHIM, 2004). É a coleção dos recursos intangíveis carregados pelos membros da organização (BONTIS, 1999b).

O capital humano é muito importante para as organizações porque é a partir dele nasce a inovação e a renovação estratégica. Algumas máquinas podem automatizar muitas atividades, mas não pensam e não inventam. O ser humano é naturalmente inventivo e essa habilidade pode se manifestar a qualquer momento e revolucionar desde pequenos processos, até as macro-estratégias da organização. (BONTIS, 1998; STEWART, 1998).

No intuito de explicar, analisar ou medir o capital humano, diversos autores propõem subclassificações desta categoria de capital intelectual. BONTIS (1999b) e PABLOS (2004) dividem-no em **competências, atitudes e agilidade intelectual**. O conceito de competência engloba as habilidades, as formações e o saber fazer (*know-how*) das pessoas. As atitudes referem-se aos fatores comportamentais, como a motivação e as qualidades de liderança. Por

fim, a agilidade intelectual compreende a habilidade dos membros da organização para inovar, empreender e adaptar-se a novas circunstâncias.

ZADJABBARI, WONGTHONGTHAM, & DILLON (2009) estabelecem um sistema de medição do capital humano por meio do valor do conhecimento resultante da **formação**, das **habilidades** e da **inovação** atribuídos aos membros da educação. A formação é adquirida com o investimento em educação que cada pessoa realizou, enquanto as habilidades derivam essencialmente da experiência e do treino acumulados em diversas atividades. A inovação vem da criatividade e da capacidade inventiva das pessoas.

Embora o conceito de capital humano possa envolver todos os funcionários ou pessoas disponíveis para trabalhar pela organização (WINKELLEN & MCKENZIE, 2009), os elementos descritos acima deixam claro que nem toda a força de trabalho de uma organização constitui capital humano. Para formar e empregar o capital humano, a organização deve utilizar a maior parte do tempo e do talento das pessoas nas atividades que atendam aos objetivos deste capital, como a criação de novos produtos ou a melhoria dos processos produtivos (STEWART, 1998). Este direcionamento da força de trabalho visando ao incremento do capital humano constitui um grande desafio para organizações, que podem lançar mão de estratégias para o desenvolvimento dos recursos humanos ou para a atração de novos colaboradores com altos níveis de conhecimentos e habilidades (YOUNDT et al., 2004). Classificando a força de trabalho de acordo com o valor agregado e a facilidade com que pode ser substituída (Figura 4), STEWART (1998) afirma que o capital humano encontra-se no quadrante superior direito, onde estão as pessoas que criam produtos e serviços e fazem com que os clientes procurem determinada organização ao invés das suas concorrentes.

Difícil de substituir, pouco valor agregado	Difícil de substituir, muito valor agregado
Fácil de substituir, pouco valor agregado	Fácil de substituir, muito valor agregado

Figura 4 - Classificação da força de trabalho.

Fonte: Adaptado de STEWART (1998).

A característica do capital humano de estar associado aos indivíduos dificulta, muitas vezes, a apropriação do seu potencial de geração de valor pelas organizações, visto que elas podem somente tentar controlar, mas não podem tomar posse definitiva desse intangível (MARTÍN DE CASTRO & GARCÍA MUIÑA, 2003).

2.2.6 Capital Estrutural

Segundo STEWART (1998), este é o componente do capital intelectual que “pertence à empresa como um todo, podendo ser reproduzido e dividido”. Também chamado de Capital Organizacional, representa o conhecimento institucionalizado e a experiência codificada, armazenados em bases de dados, rotinas, patentes, manuais, estruturas organizacionais e outros (YOUNDT, SUBRAMANIAM, & SNELL, 2004), que permanecem na organização independente da volatilidade do capital humano. A essência do capital estrutural é o conhecimento embutido nas rotinas de uma organização, residindo seu escopo no interior da organização, mas externamente ao capital humano (BONTIS, 1998, 1999a; WINKELLEN & MCKENZIE, 2009).

De acordo com PABLOS (2004), para se manterem competitivas, as organizações precisam converter os conhecimentos chave dos seus colaboradores, bem como as consequências das suas relações com outros agentes (acionistas, clientes, fornecedores, etc.) em um conhecimento próprio da organização. Em outras palavras, o capital humano e o capital relacional devem ser convertidos em conhecimento embutido nas estruturas e processos da organização – o capital

estrutural. Esse conhecimento, institucionalizado e codificado, pode ser utilizado em qualquer ponto da organização, mesmo após a perda de colaboradores importantes ou a quebra de algum contrato de fornecimento.

CABRITA & BONTIS (2008) destacam o papel dos ativos intangíveis não humanos, tais como sistemas de informação, rotinas, procedimentos e bases de dados, para as organizações, afirmando que estes constituem “o esqueleto e a cola de uma organização, provendo as ferramentas e a arquitetura para reter, empacotar e mover o conhecimento ao longo da cadeia de valor”.

Na visão de EDVINSSON & Sullivan (1996), embora o capital estrutural englobe também aspectos físicos da organização – como mesas, computadores, livros, etc., são os elementos intangíveis os mais importantes para a potencialização do capital intelectual. Enquanto o capital humano pode ser visto como a fonte do conhecimento que pode vir a ser comercializado, os elementos do capital estrutural determinam a direção tomada pela organização e a sua visão para o futuro, incluindo sua missão, seus valores e seus objetivos de negócio.

Categorização do Capital Estrutural

Segundo PABLOS (2004), o capital estrutural é dividido em **capital organizacional** e **capital tecnológico**. O primeiro inclui todos os aspectos relacionados à estruturação da empresa e ao seu processo de tomada de decisão, tais como: cultura organizacional, mecanismos de coordenação, rotinas e sistemas de controle e planejamento. O segundo inclui os conhecimentos técnicos e industriais, resultantes dos programas de pesquisa e desenvolvimento e dos processos de engenharia, por exemplo.

BONTIS propõe uma diferenciação entre os componentes tecnológicos e as competências arquiteturais. Os componentes tecnológicos podem ser definidos como os conhecimentos e habilidades que são importantes para a solução de problemas tecnológicos na organização, como o conhecimento tácito compartilhado, estratégias de projeto, formas de trabalhar em grupo. Os componentes arquiteturais constituem a habilidade da firma de integrar seus componentes de maneiras novas e flexíveis e de desenvolver novas competências quando for necessário (canais de comunicação, estratégias para resolução de

problemas, sistemas de controle, valores culturais e rotinas de busca). (BONTIS, 1999b).

Zangouinezhad & Moshabaki (2009) classificam o capital estrutural em cultura organizacional, aprendizagem organizacional, processos operacionais e sistemas de informação.

A partir das definições e classificações acima citadas, identificam-se duas vertentes principais para justificar a importância do capital estrutural para as organizações: o suporte ao desempenho dos capitais humano e relacional; e a retenção e compartilhamento do conhecimento produzido pelas pessoas e pelas redes de relacionamento.

O Capital Estrutural como Suporte ao Capital Humano

Os conceitos de capital humano e capital estrutural fazem clara distinção entre os recursos humanos e não-humanos, o que está intimamente ligado à epistemologia do conhecimento, que diferencia o conhecimento transportado pelos humanos – conhecimento tácito, do conhecimento representado em outros meios – conhecimento explícito (Nonaka & Takeuchi, 1997). A primeira forma de conhecimento é possuída pelas pessoas dentro da organização, e por elas controlada. Já o conhecimento explícito é controlado pela organização e, uma vez institucionalizado, independe das pessoas que o geraram. Ambos os elementos são necessários, mas não suficientes – o conhecimento tácito precisa do conhecimento explícito, assim como o capital humano precisa do capital estrutural para criar valor para a organização (STAM, 2005). A mesma ideia é reforçada em CABRITA & BONTIS (2008) e YUSOFF, JANTAN, & IBRAHIM (2004), onde se afirma que, para criar valor, o capital humano deve interagir e ser combinado com o capital estrutural e com o capital relacional.

O capital estrutural trata das estruturas e mecanismos que ajudam a suportar a atividade intelectual dos colaboradores para que eles e, conseqüentemente a organização, tenham o melhor desempenho (BONTIS, 1998). Ainda segundo BONTIS, os indivíduos da organização podem ter um alto nível de intelecto, mas se tiverem que conduzir suas ações por sistemas e procedimentos pobres, o capital intelectual como um todo não poderá atingir seu potencial.

O Capital Estrutural como Instrumento para Retenção e Compartilhamento do Conhecimento

EDVINSSON & Sullivan (1996) destacam a importância de uma estrutura organizacional que suporte o compartilhamento do conhecimento produzido, afirmando que o acesso ao conhecimento relevante torna-se mais problemático à medida que as organizações crescem e tornam-se mais complexas. Em organizações simples e pequenas é mais fácil para todos saber qual o conhecimento relevante para determinada situação e ter acesso a quem detém esse conhecimento. QUANDO as organizações crescem, o conhecimento tende a ser compartilhado de forma menos ampla e acaba tornando-se mais setorizado. Sem o capital estrutural, o capital intelectual se resumiria ao capital humano (BONTIS, 1998). Como este último é altamente volátil, as organizações tentam gerar capital estrutural a partir dele (KARAGIANNIS, Waldner, Stoeger, & Nemetz, 2008).

PABLOS (2004) argumenta que, de acordo com a teoria dos recursos e capacidades, para aumentar sua competitividade, uma organização precisa identificar, tomar posse e explorar os seus recursos estratégicos. É neste sentido que atua o capital estrutural, permitindo que a organização componha estoques de material intelectual, que se tornam suas propriedades e que podem ser explorados ou compartilhados em toda a organização, independente da presença das pessoas ou das relações que geraram esses estoques.

Para EDVINSSON e seus co-autores, a transferência recíproca de ativos entre o capital humano e o capital estrutural é a grande força que impulsiona o incremento do capital intelectual, a que denomina “Multiplicador do capital intelectual – *IC Multiplier*” (EDVINSSON & Camp, 2005; EDVINSSON, Kitts, & Beding, 2000). G. ROOS & J. ROOS (1997) também relacionam o desempenho intelectual de uma organização com a sua capacidade de converter capital humano em capital estrutural, destacando a importância de se medir e controlar não só os estoques dos ativos intangíveis, mas também os fluxos entre as categorias que compõem o capital intelectual.

2.2.7 Capital Relacional

Dentre as formas de capital intelectual, aquela inerente às relações estabelecidas pelas organizações apresenta variações importantes na literatura, tanto de nomenclatura quanto de abrangência. STEWART (1998) emprega o termo *capital do cliente*, como foco bem definido no valor dos relacionamentos com os clientes. Na opinião de D. Q. LI & WU (2004), o capital do cliente é um tipo de capital estrutural inerente às relações externas da organização.

O termo *capital do cliente* é empregado também por BONTIS (1998), que identifica os canais de mercado e as relações com clientes como os principais temas deste intangível, mas expande seu conceito para incluir todas as relações da organização com entidades externas, como fornecedores, associações e governos. A esse conceito mais amplo é atribuído o termo *capital relacional* em (BONTIS, 1999b) e *estrutura externa* em (K. E. SVEIBY, 1998). Essa visão considerada virtualmente idêntica ao que sociólogos e teóricos da organização nomeiam *capital social* (YOUNDT et al., 2004).

O capital relacional, termo adotado nesta tese, pode ser definido como o conhecimento derivado das relações quaisquer entidades influenciam a vida de uma organização (CABRITA & BONTIS, 2008; CHI, CHAN, & LEE, 1998) e com o ambiente em que ela está inserida (MARTÍNEZ-TORRES, 2006), dado que nenhuma organização constitui um sistema isolado (RODRIGUES et al., 2009). Além de considerar as relações externas, YOUNDT, SUBRAMANIAM, & SNELL (2004) atribuem também ao capital relacional o conhecimento derivado das redes de relacionamento internas à organização, ou seja, das relações entre os seus empregados. MARTÍNEZ-TORRES (2006) sintetizam que o capital relacional vem do conhecimento embutido na cadeia de valor da organização.

De acordo com BONTIS (1998; 1999), o capital relacional constitui um intangível identificável e até mesmo mensurável em função, por exemplo, da longevidade dos relacionamentos. Porém, o conhecimento embutido nesta categoria é o mais difícil ser desenvolvido e capturado, justamente pela propriedade de extravasar as fronteiras da organização. Tais dificuldades fazem com que, muitas vezes, o capital relacional seja relegado ao segundo plano (RODRIGUES et al., 2009).

2.2.8 Modelos de Avaliação do Capital Intelectual

O desenvolvimento do conceito de capital intelectual deriva, em grande parte, da necessidade que têm as organizações de descrever e medir os seus ativos intangíveis, de modo que os mesmos possam ser gerenciados. A contabilidade tradicional é insuficiente para tratar os ativos baseados em conhecimento, que constituem a maior parte do valor de muitas organizações e necessitam, portanto, de indicadores mais acurados e completos J. CHEN et al. (2004). Como argumenta SVEIBY (1998), quando se tenta medir algo novo, como os ativos baseados em conhecimento, com ferramentas que medem o velho, possivelmente não se enxerga o novo. O Quadro 7 destaca diferenças importantes entre a contabilidade financeira tradicional e a mensuração do capital intelectual.

Contabilidade financeira	Capital intelectual
Olha para o passado, contabilizando os fatos realizados pela organização.	Orientado para o futuro.
Traduz fatos em medidas financeiras.	Captura aspectos qualitativos.
Reflete o resultado de transações e fluxos financeiros já realizados.	Foco nas estratégias de criação de valor.

Quadro 7 - Comparação entre a contabilidade financeira e a mensuração do capital intelectual.

Fonte: Organizado pelo autor a partir de (J. CHEN et al., 2004).

O interesse desta tese recai sobre os modelos de indicadores não financeiros baseados no conceito do capital intelectual. Salienta-se, no entanto, que os mesmos dividem espaço com outros sistemas de mensuração de ativos intangíveis, que podem ser agrupados pela combinação de dois critérios essenciais SVEIBY (1998): (i) a utilização ou não de medidas financeiras; e (ii) a identificação ou não dos componentes intangíveis. Com base nesses critérios, são propostas quatro categorias SVEIBY (2010):

- **Capital Intelectual Direto (DIC):** identificam e estimam monetariamente os componentes dos ativos intangíveis, sejam estes analisados individualmente ou agregados por coeficientes SVEIBY (2010).

- **Modelos de Capitalização de Mercado (MCM):** calculam o valor dos ativos intangíveis como a diferença entre o valor contábil e o valor de mercado atribuídos à organização SVEIBY (2010).
- **Modelos de Retorno Sobre os Ativos (ROA):** estimam o valor dos ativos intangíveis por meio do retorno sobre os ativos tangíveis. Comparando a média de custo e retorno sobre os ativos da indústria em que a organização se situa, é possível estimar a contribuição dos ativos intangíveis para os retornos obtidos pela organização. (SANTOS, 2008; SVEIBY, 2010).
- **Modelos de Cartão de Pontuação (SC):** identificam os vários componentes dos ativos intangíveis e geram indicadores e índices, que são reportados em cartões de pontuação ou na forma de gráficos. São similares aos métodos de Capital Intelectual Direto, exceto por não gerarem estimativas financeiras. Contemplam também a geração de índices para síntese de componentes agregados. (SVEIBY, 2010). Estes modelos provêm uma análise compreensiva dos ativos intangíveis e das suas relações com a performance organizacional, facilitando a análise e a intervenção sobre os fluxos de intangíveis, considerando os processos com suas entradas e saídas (SANTOS, 2008).

A Figura 5 ilustra a variedade de métodos para avaliação de ativos intangíveis desenvolvidos ao longo dos anos, considerando os critérios de agrupamento e as categorias descritas acima.

Parte do trabalho desta tese consiste em propor um modelo de avaliação do capital intelectual aplicado a uma organização temporária e com finalidade específica – o projeto de desenvolvimento de software. A seguir são descritos os principais modelos de avaliação do capital intelectual utilizados como referência para o modelo aqui proposto. Estes são caracterizados pela não utilização de medidas financeiras e pela identificação dos componentes dos intangíveis, aproximando-se, portanto, dos modelos de cartão de pontuação.

Modelos para Mensuração de Ativos Intangíveis

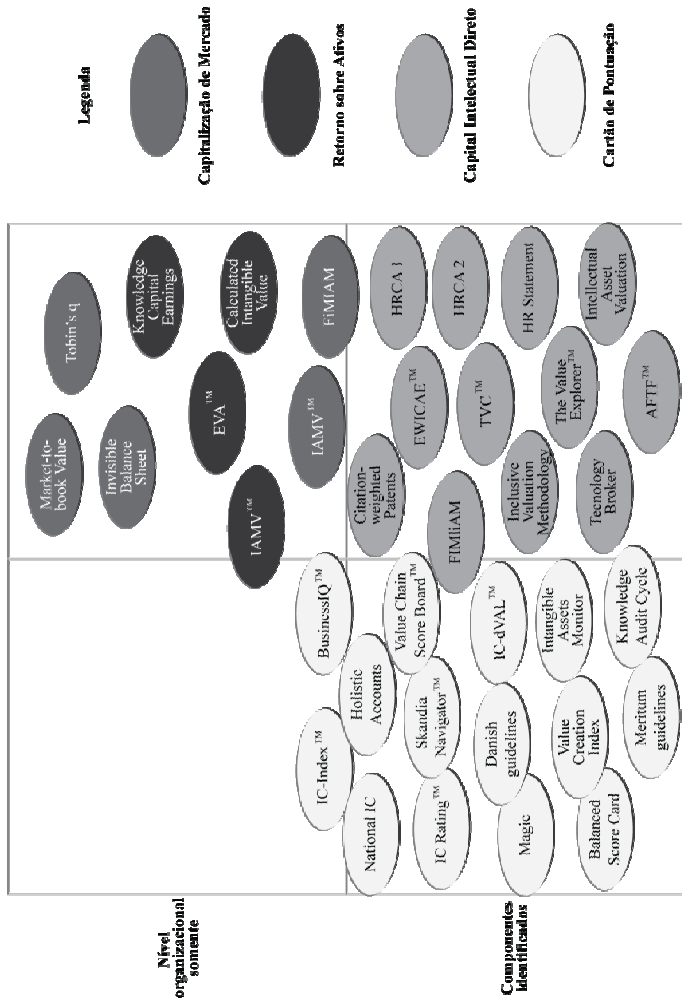


Figura 5 - Classificação dos métodos de avaliação de ativos intangíveis.
Fonte: Adaptado e traduzido de (SVEIBY, 2010).

Observa-se pelos trabalhos revisados que os construtos empregados para descrever e mensurar o capital intelectual apresentam significativa variação, dependendo da finalidade da análise e do tipo de organização estudada.

O Capital Intelectual como Antecedente da Performance das Organizações

Baseado no entendimento e integração de pesquisas e modelos de mensuração já estabelecidos, J. CHEN et al. (2004) propõem uma definição para a estrutura do capital intelectual e elaboram indicadores qualitativos. O modelo proposto foi aplicado em um estudo empírico sobre o relacionamento dos elementos do capital intelectual entre si e desses elementos com a performance das organizações. Além dos três componentes comumente usados para descrever o capital intelectual, o trabalho propõe uma quarta classificação: o capital de inovação. Cada componente do capital intelectual é ainda subdividido em construtos mais específicos, estes sim medidos por meio dos itens de um questionário.

Capital Intelectual	
Capital Humano	Competência: avalia a liderança da gerência, as qualidades dos empregados e as políticas de treinamento.
	Atitude: avalia a satisfação e a identificação dos empregados para com a empresa, bem como seu tempo de permanência.
	Criatividade: avalia a criatividade como atitude e a proposição de novas ideias pelos empregados.
Capital Estrutural	Cultura organizacional: avalia a construção da cultura da organização e a identificação dos empregados com as estratégias.
	Estrutura organizacional: avalia os mecanismos de hierarquização e controle.
	Aprendizagem organizacional: avalia a construção e utilização dos repositórios de conhecimento e da rede de informações.

Capital Intelectual	
	Processos de operação: avalia a qualidade e eficiência dos processos produtivos.
	Sistemas de informação: avalia o suporte para a colaboração entre os empregados e o compartilhamento do conhecimento.
Capital do Cliente	Capacidade de mercado: avalia a capacidade de atender às necessidades dos clientes, bem como a construção e utilização da base de dados sobre os clientes.
	Intensidade de mercado: avalia a participação atual e potencial da organização no mercado.
	Lealdade do cliente: avalia a satisfação dos clientes e os investimentos na relação com os mesmos.
Capital de Inovação	Inovações realizadas: avalia a geração de novos produtos, patentes e tecnologias.
	Mecanismo de inovação: avalia os investimentos e incentivos para a inovação, incluindo os programas de cooperação inter e intra-organizacionais.
	Cultura de inovação: avalia o suporte e o encorajamento para as atitudes de inovação.

Quadro 8 - Um modelo de indicadores do capital intelectual.

Fonte: Elaborado a partir de (J. CHEN et al., 2004).

Por meio de um estudo empírico conduzido em Taiwan, TSENG & JAMES GOO (2005) investigam a relação entre o capital intelectual e o valor das organizações em uma economia emergente. O modelo de capital intelectual proposto também apresenta como quarto componente o capital de inovação. Os respondentes devem classificar a importância dos itens da pesquisa, apresentados no Quadro 9, para o incremento do valor corporativo das suas respectivas organizações. O valor corporativo é medido por três métodos: (i) valor de mercado sobre o valor patrimonial; (ii) Q de Tobin; e (iii) Coeficiente do valor adicionado (VAIC). Os resultados mostram que, no domínio estudado, existe uma correlação positiva entre o capital intelectual e o valor corporativo.

Capital Intelectual	
Capital Humano	Liderança e habilidades de gerenciamento
	Treinamento e desenvolvimento de recursos humanos
	Atitudes dos empregados
	Conhecimentos e habilidades dos empregados
Capital Estrutural	Processos operacionais
	Estrutura organizacional e sistemas administrativos
	Sistemas de informação
	Cultura organizacional
Capital Relacional	Relações com os clientes
	Relações com os fornecedores
	Relações com outros grupos externos
Capital de Inovação	Propriedade intelectual
	Capacidade tecnológica e de inovação

Quadro 9 - Indicadores para mensuração do capital intelectual como causa do incremento do valor corporativo.

Fonte: Organizado pelo autor a partir de (TSENG & JAMES GOO, 2005).

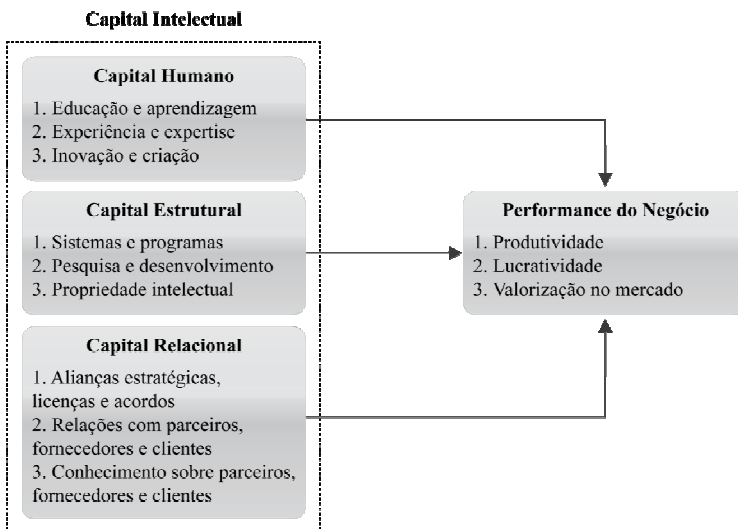


Figura 6 - Um modelo conceitual do capital intelectual como antecedente da performance empresarial.

Fonte: Traduzido de (SHARABATI et al., 2010).

O estudo de SHARABATI et al. (2010) testa empiricamente a influência do capital intelectual sobre a performance de empresas do setor farmacêutico. Os resultados revelam uma forte evidência positiva de que as empresas investigadas estão gerenciando efetivamente o seu capital intelectual e que isto influencia positivamente a performance dos negócios. O modelo conceitual testado no estudo é mostrado na Figura 6 e descreve os elementos do capital intelectual por meio de construtos de primeira ordem.

Modelos de Capital Intelectual das Instituições de Ensino Superior

MARTÍNEZ-TORRES (2006) propõe um modelo teórico que interconecta os três componentes do capital intelectual, visando ao entendimento da dinâmica dos recursos intelectuais em uma organização intensiva em conhecimento – o departamento de direito social de uma universidade. Assim com no trabalho de J. CHEN et al. (2004), cada componente do capital intelectual é avaliado por meio de construtos mais específicos, cada qual composto por variáveis coletadas em um questionário.

O **capital humano** é avaliado pelos construtos: habilidades de ensino, relações interpessoais e habilidades de pesquisa. O **capital estrutural** possui quatro construtos: potencial de ensino, colaboração interna, gestão da pesquisa e gestão da organização. O **capital relacional**, por sua vez, compreende a aplicação e difusão das pesquisas, os contatos e relacionamentos e a imagem da instituição.

A partir da revisão das teorias sobre o capital intelectual e da própria experiência prática (SECUNDO, MARGHERITA, Elia, & Passiante, 2010) propõem um modelo conceitual e um quadro de indicadores visando à identificação, classificação e reporte sistemático do capital intelectual das instituições de ensino superior. Os indicadores que medem o construto são, no entanto, medidas objetivas, como por exemplo: o número de professores mestres e doutores, o percentual de alunos empregados seis meses após a graduação e o percentual de estudantes satisfeitos com a instituição. Os construtos do **capital humano** são a *atratividade*, que mede a capacidade de desenvolver e reter talentos; e a *eficiência*, que mede a razão entre o valor gerado e os recursos humanos empregados. O **capital estrutural** é dado pelos construtos *inovação e codificação do conhecimento e infraestrutura*. O

capital relacional é representado pela *rede de pesquisa e desenvolvimento*, que avalia as parcerias com outras instituições visando à pesquisa e desenvolvimento, e pelo *escopo internacional*, que mede as trocas da universidade com pessoas e entidades de outros países.

O Capital Intelectual como Antecedente do Potencial de Inovação

O modelo de GUBIANI (2011) também se aplica ao domínio das universidades, mas com foco na influência do capital intelectual sobre o potencial de inovação das mesmas. Os resultados da pesquisa indicam a influência direta do capital intelectual no potencial de inovação. Da mesma forma que os trabalhos focados no ambiente das empresas, o estudo também mostra correlações positivas e significativas entre os três componentes do capital intelectual. O Quadro 10 mostra os três componentes do capital intelectual descritos pelos seus construtos de primeira ordem.

Capital Intelectual	
Capital Humano	Competência dos indivíduos para inovar na solução de problemas.
	Práticas de inovação na solução de problemas.
	Criatividade para criação de inovações tecnológicas orientadas para a solução de problemas na sociedade.
	Agilidade Intelectual para ligar os conhecimentos diferentes e criar soluções.
Capital Estrutural	Cultura da universidade e do grupo: avalia a cultura da estrutura organizacional para a inovação.
	Ambiente da universidade: avalia a estrutura física e tecnológica para a pesquisa.
	Estratégia da criação do conhecimento.
Capital Relacional	Redes de contato para a prática da inovação.
	Convênios para a prática da inovação.
	Sociedade: avalia o relacionamento da universidade com o ambiente externo.

Quadro 10 - Descrição do capital intelectual como propulsor do pontencial de inovação das universidades.

Fonte: Organizado pelo autor a partir de (GUBIANI, 2011).

O capital intelectual como antecedente da capacidade inovadora é também o tema do estudo de RODRIGUES et al. (2009). O ambiente estudado, no entanto é o das empresas do setor automotivo. O **capital humano** é descrito pelos seguintes construtos: *formação, atitude para inovar, criatividade, e características da gerência*. Os construtos do **capital estrutural** são: *cultura, confiança, características da empresa e criação e desenvolvimento*. Por fim, o **capital relacional** é representado por *redes, aliados, clientes, competidores e fornecedores*.

2.2.9 O Capital Intelectual e as Organizações de Software

Durante a pesquisa bibliográfica não foram encontrados estudos relacionando diretamente o capital intelectual com a performance dos projetos de software, mas a sua importância para as organizações de software tem sido destacada pelos autores. A indústria do software depende intensamente dos conhecimentos, habilidades e capacidades dos seus recursos humanos e da apropriação do conhecimento sobre as tecnologias empregadas, o que torna o desenvolvimento do capital intelectual um fator crucial para a evolução de qualquer organização de software (BARNEY, WOHLIN, & AURUM, 2009; JOSHI, UBHA, & SIDHU, 2011). Diferente do que ocorre na manufatura, onde uma decisão sobre uma tarefa pode determinar a atuação de muitos trabalhadores por muito tempo, o desenvolvimento de software é um processo orientado a projetos, onde cada envolvido deve constantemente tomar decisões importantes, cada qual com muitas possibilidades de escolha (I. RUS & Lindvall, 2002).

O fato de o capital intelectual suplantarem em importância os ativos intangíveis pode determinar também uma importante vantagem competitiva para uma organização de software, visto que esse capital não pode ser replicado ou reproduzido da mesma forma que os bens físicos (JOSHI et al., 2011).

Segundo BARNEY, AURUM, & WOHLIN (2009), garantir o melhor retorno do capital intelectual para a organização de software e a entrega de valor para os clientes constitui um grande desafio para os gestores. O desafio começa pela seleção dos indicadores empregados na descrição, mensuração e desenvolvimento do capital intelectual. No intuito de auxiliar os gestores nessa tarefa, os autores realizaram um estudo que compara as prioridades atribuídas aos aspectos do capital

intelectual em diferentes setores de uma organização (desenvolvimento, testes, gestão de produtos, gestão de projetos, gestão tática, e gestão estratégica). O Quadro 11 mostra o modelo de indicadores utilizado como base para a pesquisa.

Capital Intelectual	
Capital Humano	Capacidade dos empregados; Satisfação dos empregados; Sustentabilidade dos empregados.
Capital Estrutural	Cultura organizacional; Processos organizacionais; Sistemas de informação; Propriedade intelectual.
Capital Relacional	Clientes; Usuário final; Fornecedores; Parceiros; Comunidade; Reguladores; Concorrentes.

Quadro 11 – Um modelo para descrição do capital intelectual de organizações de software.

Fonte: Organizado pelo autor a partir de (BARNEY, AURUM, et al., 2009).

Outro modelo para descrição e mensuração do capital intelectual no contexto das organizações de software é proposto por SELEIM et al. (2004), no intuito de estabelecer relações entre os componentes do capital intelectual e a performance organizacional nas empresas de software do Egito. Diferente da maioria dos estudos revisados, os indicadores propostos medem diretamente os três componentes do capital intelectual, sem o emprego de subdivisões. O **capital humano** é medido por indicadores como: número de desenvolvedores avançados, intermediários e iniciantes; horas de treinamento por desenvolvedor; tempo de experiência; nível de talento; capacidade de trabalho em equipe; capacidade de traduzir requisitos em programas. O **capital estrutural** inclui medidas como: número de livros na biblioteca da empresa; número de licenças de software; número de reuniões por semana; percentual de reutilização do conhecimento de projetos anteriores. As medidas do **capital relacional** referem-se, por exemplo, ao percentual de clientes de longa relação, ao tempo decorrido entre uma reclamação do cliente e a solução do problema, ao número de clientes que participam da fase de testes dos sistemas, ao número de empregados associados a associações profissionais, ao número de aparições da empresa na mídia, entre outros. Os resultados do estudo mostram: (i) a viabilidade de se mensurar os componentes do capital intelectual a partir do modelo proposto; (ii) indicam que as firmas de software do Egito contam com elementos bem desenvolvidos do capital

intelectual; e (iii) relacionam positivamente os três componentes do capital intelectual com a performance organizacional nessas firmas.

2.3 Considerações Finais

Neste capítulo foram revisados os elementos teóricos que sustentam o desenvolvimento de um modelo para análise da influência do capital intelectual sobre a performance dos projetos de software.

A performance do projeto foi caracterizada como um fenômeno complexo e multidimensional, que deve levar em conta as perspectivas de diversas partes interessadas, como contratantes, patrocinadores, gestores do projeto, membros da equipe e clientes. Conhecer a performance dos projetos e, acima de tudo, os fatores que a influenciam, constitui uma importante arma estratégica para a evolução de uma organização de software. Diante das incertezas inerentes à atividade de desenvolvimento de software, esse conhecimento é especialmente importante porque habilita os gestores a reforçar elementos propulsores e a enfraquecer os elementos inibidores da performance.

Dentre os modelos teóricos voltados ao entendimento do complexo fenômeno do conhecimento e da sua influência sobre as organizações, o conceito de capital intelectual traz uma abordagem bastante estruturada e compreensível, que vem sendo empregada tanto por acadêmicos quanto por administradores. A bibliografia sobre o capital intelectual destaca os ativos baseados em conhecimento como os maiores bens das organizações da chamada economia do conhecimento. A sobrevivência dessas organizações depende, cada vez mais, da exploração desses ativos nos processos de geração de valor.

Na sua classificação mais comum, o capital intelectual é uma composição dos conhecimentos que residem nas pessoas, nos processos e sistemas organizacionais e nas relações estabelecidas no interior e além das fronteiras da organização. Esses repositórios são denominados, respectivamente, de capital humano, capital estrutural e capital relacional. Apesar de haver um certo consenso em torno dessa classificação, encontram-se na literatura os mais diversos modelos e estratégias para a análise e a mensuração dos componentes do capital intelectual, ficando a cargo dos interessados a composição do modelo mais adequado ao tipo de organização e às finalidades da análise. Considera-se que, no contexto desta tese, os modelos baseados em

medidas não financeiras e que discriminam os elementos do capital intelectual atendem às necessidades do estudo proposto.

O capítulo destacou ainda a importância do capital intelectual para as organizações de software. A indústria do software depende intensamente dos recursos humanos envolvidos e da retenção do conhecimento pelas organizações, tornando o desenvolvimento do capital intelectual um fator imprescindível para a evolução das mesmas.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Por mais abstrata que seja a noção de conhecimento, a sua importância para as pessoas, organizações e nações nunca é questionada. O conhecimento está no centro da vida social e econômica das pessoas e a proliferação de termos como produtos inteligentes, serviços baseados em conhecimento, sistemas inteligentes, inteligência competitiva, trabalhadores do conhecimento, organizações do conhecimento e economia do conhecimento não representam apenas slogans, mas sim o fato de que o conteúdo baseado em conhecimento cresce continuamente nos produtos, serviços e nas atividades sociais em geral (G. Schreiber et al., 1999). O acúmulo de conhecimento tem acompanhado a evolução da humanidade desde os seus primórdios. A simples observação e interação com o ambiente externo, as descobertas pelos processos de tentativa e erro, a formulação de ideias e abstrações próprias para explicar ou justificar os fenômenos do mundo a partir de ideais míticos, e a busca da compreensão dos fenômenos por meio do raciocínio filosófico do homem sobre si próprio e sobre as suas interações com o mundo, são todos marcos na evolução da capacidade da humanidade de entender o seu universo e que acabam por conduzir ao que se entende hoje por ciência (PACHECO JÚNIOR, PEREIRA, & PEREIRA FILHO, 2007).

Como ocorre com os meios de descoberta mencionados acima, a razão essencial da ciência atual é a busca do conhecimento, porém norteadas pela elaboração de hipóteses sobre objetos ou fenômenos e pela verificação dessas hipóteses no mundo real (PACHECO JÚNIOR et al., 2007). Nesta concepção, a busca do conhecimento se dá pela pesquisa científica, que pode ser definida como “um procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar repostas aos problemas que são propostos” (GIL, 2010).

De acordo com PACHECO JÚNIOR et al. (2007), uma tese de doutorado, além de se tratar de um estudo de grande profundidade técnico-teórica e de buscar a originalidade, seja no objeto de estudo ou na forma de pesquisá-lo, deve apresentar um alto grau de rigor no método científico. Segundo VERGARA (2008), em trabalhos desta natureza, teoria e método são igualmente importantes e mutuamente dependentes: o método – intervenção do pesquisador alimentada por estratégia, iniciativa, invenção e arte – ajuda a dar forma à teoria e também se regenera a partir dela pela organização de dados e informações.

Considera-se importante, então, descrever neste capítulo os procedimentos metodológicos empregados no desenvolvimento desta tese, que conduziram à elaboração de um modelo teórico acerca da influência do capital intelectual sobre a performance dos projetos de software, que é validado por meio de um modelo estatístico. A seção 3.1 trata da caracterização da pesquisa adotada no trabalho, descrevendo as alegações de conhecimento, a estratégia de pesquisa e os métodos empregados na sua concretização. A seção 3.2 reporta os procedimentos empregados na delineação do problema de pesquisa. A seção 3.3 trata dos procedimentos para elaboração do modelo teórico. A seção 3.4 descreve os procedimentos de coleta de dados a partir do instrumento de pesquisa. Na seção 3.5 são abordados os métodos estatísticos empregados na validação do modelo teórico.

3.1 Caracterização da Pesquisa

É responsabilidade do pesquisador a escolha de um método científico adequado ao problema em estudo e à teoria que o suporta, devendo fazê-la dentro dos seus pressupostos epistemológicos, que caracterizam a filosofia da pesquisa e dizem respeito à crença de como o conhecimento pode ser transmitido pela pesquisa (VERGARA, 2008). Tais pressupostos são compreendidos por correntes de pensamento como o positivismo, a fenomenologia, o construtivismo, o materialismo dialético e o personalismo (TRIVIÑOS, 1987).

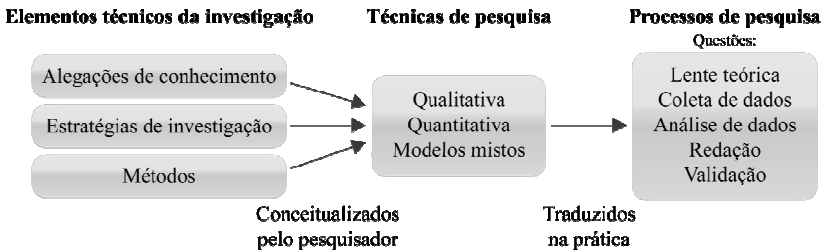


Figura 7 - Elementos da estrutura da pesquisa.

Fonte: Adaptado de (CRESWELL, 2007).

CRESWELL (2007) propõe que as diferentes técnicas de pesquisa – qualitativa, quantitativa, ou mista – sejam selecionadas a partir da combinação dos pressupostos epistemológicos, a que chama de

alegações de conhecimento, com as possíveis *estratégias de investigação*, que orientam os procedimentos gerais de pesquisa, e com os *métodos* aplicados à coleta de dados, análise e redação. A Figura 7 mostra que a combinação dos elementos técnicos da investigação, estabelecidos pelo pesquisador, conduz ao método de pesquisa adequado que, por sua vez, toma forma pelos processos de pesquisa.

Seguindo o esquema proposto por CRESWELL, o desenvolvimento desta tese emprega a técnica quantitativa de pesquisa, resultante da combinação dos seguintes elementos técnicos: (i) uso das *alegações de conhecimento* da escola de pensamento pós-positivista para desenvolvimento do conhecimento; (ii) utilização do levantamento de campo (*survey*) como estratégia de investigação e verificação de uma teoria; e (iii) utilização de métodos como a pesquisa bibliográfica, a análise de juízes, o instrumento de pesquisa baseado em questionário e a análise estatística para a concretização dos objetivos da pesquisa.

3.1.1 *Alegações do Conhecimento*

As *alegações de conhecimento* refletem o pensamento do pesquisador sobre *como* e *o quê* pretende aprender durante a sua investigação. As *alegações* compreendem a visão do pesquisador sobre o que é conhecimento (ontologia), como este é identificado (epistemologia), que valores o compõem (axiologia), como ele é descrito (retórica) e sobre os processos para estudá-lo (metodologia). (CRESWELL, 2007).

As *alegações de conhecimento* assumidas nesta tese são norteadas pelo pós-positivismo, que se refere ao pensamento posterior ao positivismo. O pós-positivismo incorpora a maior parte dos princípios do positivismo, mas confronta o ideal da verdade absoluta do conhecimento e reconhece que não se pode ser positivo nas *alegações de conhecimento* a respeito do comportamento e das ações dos seres humanos (CRESWELL, 2007).

O pensamento positivista, do qual o pós-positivismo herda a sua essência, teve suas ideias formalizadas por Isidore Auguste Marie François XAVIER Comte (1798-1857) (PACHECO JÚNIOR et al., 2007), mas suas raízes remontam ao empirismo, já na antiguidade, e as suas bases concretas e sistematizadas são encontradas nos séculos XVI, XVII e XVIII, em autores como Bacon, Hobes e Hume (TRIVIÑOS, 1987). Em oposição à filosofia meramente especulativa, o positivismo

propõe que os fenômenos sejam conhecidos e descritos por meio da relação entre eles e da observação dos fatos, conectando-se essas observações e relações pelas teorias (PACHECO JÚNIOR et al., 2007; TRIVIÑOS, 1987). No processo de geração do conhecimento, a imaginação e a subjetividade são subjugadas pela observação e objetividade, que garantem a neutralidade científica na formulação das leis naturais que regem os fenômenos (PACHECO JÚNIOR et al., 2007).

O pós-positivismo tem uma filosofia determinista, onde se busca nas causas a determinação para os efeitos ou os resultados. Outra característica é o reducionismo, procurando reduzir os problemas a um conjunto pequeno de ideias que podem ser testadas, como as variáveis que formam as hipóteses e as questões de pesquisa. O conhecimento é desenvolvido por meio da observação empírica e da mensuração dos fenômenos do mundo. A observação e a mensuração visam ao teste, à validação e ao refinamento de leis ou teorias que explicam os fenômenos estudados. (CRESWELL, 2007).

Esta linha de pensamento é identificada nos procedimentos adotados nesta tese. A partir do problema de pesquisa, elabora-se uma teoria a respeito da influência do capital intelectual sobre a performance dos projetos de software e espera-se testar, validar e refinar esta teoria por meio da observação e mensuração do ambiente concreto. O fenômeno estudado é reduzido a um conjunto de hipóteses sobre as relações de causa e efeito e sobre as relações de interdependência entre os seus elementos, o que reflete uma abordagem determinista. O fenômeno é descrito por meio de elementos ou variáveis bem delineadas, visando à simplificação de um evento complexo como a execução de um projeto de software, o que denota uma abordagem reducionista.

3.1.2 Estratégia de Investigação

Após estabelecer as alegações do conhecimento, o pesquisador deve fazer escolhas no nível mais aplicado, onde se situam as estratégias de investigação, que direcionam os procedimentos da pesquisa (CRESWELL, 2007). Dentro da técnica de pesquisa quantitativa, uma das estratégias contribuintes é a o levantamento de campo (*survey*), que é caracterizada pela interrogação direta de um grupo representativo de pessoas acerca do problema que se deseja estudar para, posteriormente,

obter conclusões a partir da análise quantitativa dos dados coletados (GIL, 2010). Os levantamentos incluem os estudos de seção cruzada e os estudos longitudinais, baseados em questionários ou entrevistas estruturadas, objetivando a formulação de generalizações a partir de uma amostra da população (CRESWELL, 2007).

Algumas das vantagens da estratégia de levantamento são (GIL, 2010): (i) o conhecimento direto da realidade, já que as respostas são fornecidas por pessoas associadas ao fenômeno estudado, isentando os pesquisadores de realizarem interpretações subjetivas sobre os dados e informações fornecidas; (ii) a economia e a rapidez, principalmente quando o método de coleta for o questionário; (iii) a quantificação das variáveis, que possibilita a sua análise por meio dos métodos estatísticos. Entre as desvantagens enumeradas em (GIL, 2010), a que mais afeta o problema de pesquisa desta tese é a ênfase nos aspectos perceptivos, já que os dados refletem as percepções que as pessoas têm sobre o fenômeno estudado, que nem sempre coincidem com o que ocorre na realidade.

No contexto desta tese, o levantamento de campo é empregado como estratégia de pesquisa do fenômeno da influência do capital intelectual sobre a performance dos projetos de software, considerando a população das empresas de desenvolvimento de software do polo tecnológico de Florianópolis.

3.1.3 Métodos

O terceiro elemento na concepção de uma técnica de pesquisa é composto pelos métodos empregados na coleta e análise de dados (CRESWELL, 2007). No desenvolvimento desta tese, a fase de coleta de dados emprega o método documental e o instrumental. O primeiro dá suporte à delimitação do problema de pesquisa, à elaboração do modelo teórico e à análise e discussão dos resultados obtidos. O segundo se caracteriza pela operacionalização do modelo teórico por meio de um instrumento do tipo questionário, que possibilita o levantamento de dados sobre os construtos formulados para posterior verificação e análise por meio de métodos estatísticos.

Método Documental

O método documental se refere ao levantamento bibliográfico, que permite o estabelecimento do referencial ou marco teórico, fornece as bases técnicas na preparação da pesquisa, e suporta as discussões nas etapas de análise e conclusão do trabalho (PACHECO JÚNIOR et al., 2007). Este levantamento é realizado com base em material já publicado, disponível em meios impressos e eletrônicos, na forma de livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos (GIL, 2010). A escolha do material a ser revisado deve ser orientada pelas ações requeridas pelos objetivos da pesquisa e pelos termos-chaves definidos nesses objetivos (PACHECO JÚNIOR et al., 2007).

Na fase de desenvolvimento teórico, o método documental foi complementado pela aplicação de uma técnica conhecida como *análise dos juízes* ou *análise de conteúdo*, que conta com a colaboração de especialistas do domínio do problema para verificar a adequação semântica das variáveis que compõem o modelo (PASQUALI, 1999). Também complementa o método documental, em todas as fases da pesquisa, a experiência do pesquisador e dos orientadores sobre as áreas de conhecimento pertinentes.

Método Instrumental

O método instrumental permite a ação direta do pesquisador sobre o objeto de investigação, por meios de questionários, formulários ou similares, visando à obtenção de dados. O questionário é o instrumento mais comumente utilizado e constitui um conjunto lógico e objetivo de questões relacionadas aos elementos da pesquisa. (PACHECO JÚNIOR et al., 2007). Na técnica de pesquisa quantitativa, os questionários empregam normalmente perguntas fechadas, objetivando a coleta de dados numéricos a serem analisados por critérios predeterminados (CRESWELL, 2007). Em perguntas fechadas, o entrevistado responde sempre a partir de um conjunto de respostas predefinidas, o que facilita a tabulação e a avaliação das respostas.

A análise dos dados coletados é realizada por meio de métodos de análise multivariada, que são métodos estatísticos utilizados quando múltiplas variáveis são medidas simultaneamente em cada elemento amostral (MINGOTI, 2005). Esses métodos destinam-se tanto à

simplificação da estrutura de variabilidade dos dados, quanto à realização de inferências sobre os relacionamentos entre os dados. Ambos os objetivos são contemplados pelo método geral empregado nesta tese: o modelo de equações estruturais, que será detalhado na seção 3.4.

Uma vez estabelecidos os elementos técnicos da pesquisa, que compreendem as alegações de conhecimento, a estratégia de investigação e os métodos, as seções seguintes descrevem como esses elementos são traduzidos em procedimentos nas principais fases da execução da pesquisa.

3.2 Procedimentos para a Definição do Problema de Pesquisa

De acordo com GIL (2010), toda a pesquisa parte de algum problema ou indagação, que pode ser estabelecido por razões de ordem intelectual, quando são “decorrentes do desejo de conhecer pela própria satisfação de conhecer”, ou de ordem prática, quando “decorrem do desejo de conhecer com vistas a fazer algo de maneira mais eficiente ou eficaz”.

O reconhecimento da problemática de pesquisa foi orientado pelo método da pesquisa bibliográfica, que deu suporte às interações entre o pesquisador e os seus orientadores na geração, discussão e validação das ideias. Por interesse do pesquisador, o levantamento inicial da literatura foi orientado aos trabalhos que tinham o conhecimento como objeto de interesse, no contexto das organizações de desenvolvimento de software.

Foram utilizadas as seguintes ferramentas de pesquisa: Google Acadêmico¹, Scopus², CiteSeer³, IEEE Xplore⁴ e ACM Digital Library⁵. As buscas compreenderam o período de 1995 a 2009 e foram orientadas pelas seguintes palavras-chaves: *learning software organization*; *software knowledge management*; *software knowledge engineering*. Os

¹ Google Acadêmico: disponível no endereço eletrônico <http://scholar.google.com.br/>. Acessado em 15/01/2012.

² Scopus: disponível no endereço eletrônico <http://www.scopus.com>. Acessado em 15/01/2012.

³ CiteSeer: disponível no endereço eletrônico <http://citeseer.ist.psu.edu>. Acessado em 15/01/2012.

⁴ IEEE Xplore: disponível no endereço eletrônico <http://ieeexplore.ieee.org>. Acessado em 15/01/2012.

⁵ ACM Digital Library: disponível no endereço eletrônico <http://dl.acm.org/>. Acessado em 15/01/2012.

285 trabalhos selecionados foram catalogados e agrupados por assuntos, cada qual tratando de um aspecto das organizações de software abordado sob a ótica da gestão ou da engenharia do conhecimento, como mostra o Quadro 12.

A revisão dos trabalhos selecionados e o estabelecimento de relacionamentos entre os mesmos permitiram ao pesquisador formular a problemática da pesquisa, que trata da geração e da aplicação do conhecimento da organização na execução dos projetos de software. O projeto é a forma essencial de organização do trabalho nas organizações de software (SOMMERVILLE, 2007) e a prosperidade dessas organizações depende, portanto, do sucesso dos projetos que desenvolve (BANNERMAN, 2008). Torna-se pertinente, então, o estudo dos fatores que determinam a performance dos projetos. Sendo o desenvolvimento de software uma atividade intensiva em conhecimento (Ioana RUS & Lindvall, 2002), supõe-se que a performance dos projetos de software seja condicionada, entre outros fatores, pelos insumos baseados em conhecimento aplicados na sua execução.

Assunto geral	Assunto específico	Trabalhos
Fases do ciclo de vida do software (74 trabalhos)	Engenharia de requisitos	14
	Conhecimento sobre o domínio da aplicação	11
	Construção (projeto e implementação)	10
	Manutenção e evolução do software	34
	Verificação e validação	5
Ferramentas CASE (46 trabalhos)	Ambientes de desenvolvimento baseados em conhecimento	25
	Automação do processo de desenvolvimento	21
Processo de desenvolvimento (32 trabalhos)	Definição, acompanhamento e medição do processo de desenvolvimento	17
	Previsão de risco e esforço	12
	Avaliação de produtos de software	3
Aprendizagem em organizações de	Abordagem geral da aprendizagem em organizações de software	21

Assunto geral	Assunto específico	Trabalhos
software (133 trabalhos)	Colaboração	12
	Aplicações de suporte à aprendizagem	8
	Avaliação de projetos de software	1
	Repositórios de experiências / memória organizacional	51
	Incremento do processo de desenvolvimento	37
	Transmissão do conhecimento	3

Quadro 12 – Agrupamento dos trabalhos para identificação da problemática de pesquisa e número de trabalhos selecionados por assunto.

Fonte: Elaboração própria.

A partir desta problemática, realizou-se uma nova pesquisa bibliográfica, que empregou as ferramentas de busca já citadas nesta seção e foi orientada pelas seguintes palavras-chaves: *software project performance*; *IS project performance*; *software project success*; *IS project success*. Foram catalogados outros 46 trabalhos, nos quais são estabelecidos diversos antecedentes para a performance dos projetos. Em nenhum dos trabalhos revisados se verifica, no entanto, uma descrição abrangente dos ativos baseados em conhecimento como condicionantes da performance dos projetos de software.

A identificação dessa lacuna nas pesquisas conduziu à ideia de se buscar um suporte teórico para a representação dos insumos baseados em conhecimento aplicados aos projetos de software. Finalmente, a pesquisa foi definida sob o problema da análise da influência do capital intelectual sobre a performance dos projetos de software, conforme descrito no capítulo 1 desta tese.

3.3 Procedimentos para a Elaboração do Modelo Teórico

O modelo teórico, detalhado no capítulo 4, foi concebido a partir das seguintes premissas técnicas: (i) destina-se à investigação de um fenômeno complexo a partir da mensuração de elementos claramente definidos e das relações entre os mesmos; (ii) a mensuração dos elementos do modelo é feita a partir da coleta de dados do ambiente

onde se manifesta o fenômeno estudado; (iii) os dados são coletados por meio de um instrumento do tipo questionário de respostas fechadas, derivado do modelo teórico; (iv) os dados coletados são analisados por técnicas de estatística multivariada.

Os procedimentos para a elaboração do modelo podem ser descritos em duas etapas: a primeira trata da elaboração inicial dos elementos do modelo; e a segunda trata do refinamento do modelo a partir da verificação e ajuste da semântica dos indicadores.

3.3.1 Elaboração Inicial do Modelo

O modelo teórico toma forma a partir de um conjunto de construtos, cada um representando um elemento essencial do fenômeno estudado: capital humano, capital estrutural, capital relacional e performance do projeto. Esses construtos são conectados por hipóteses acerca das relações entre os mesmos.

Um construto, ou variável latente, conforme explicam J F HAIR, ANDERSON, TATHAM, & BLACK (2005), é um conceito definido pelo pesquisador em termos teóricos, cuja medição não pode ser feita de maneira direta, ou cuja medição direta tende a ser muito imprecisa. Ou seja, em determinado domínio de estudo, não seria possível coletar um dado único para determinar a medida de um construto. Então, cada construto é aproximadamente medido pela combinação de um conjunto de indicadores, que são as variáveis diretamente medidas a partir do ambiente de estudo. De acordo com PASQUALI, a definição de um construto passa por duas fases: a definição constitutiva e a definição operacional. Na primeira, o construto é descrito em termos de conceitos próprios da teoria em que ele se insere. Essa definição é importante porque situa o construto dentro da teoria e deixa mais evidentes os seus limites semânticos. A definição operacional, por sua vez, tira o construto do campo abstrato das definições teóricas e lhe fornece um instrumento de medida, que já é uma operação concreta, empírica. (PASQUALI, 1999).

Devido à complexidade dos elementos que representam, os quatro construtos do modelo são subdivididos em dimensões mais específicas, que contêm, finalmente, as variáveis ou indicadores mensuráveis a partir do ambiente de estudo. Caracteriza-se, assim, um modelo hierárquico de segunda ordem, cuja estrutura fundamental é ilustrada na Figura 8.

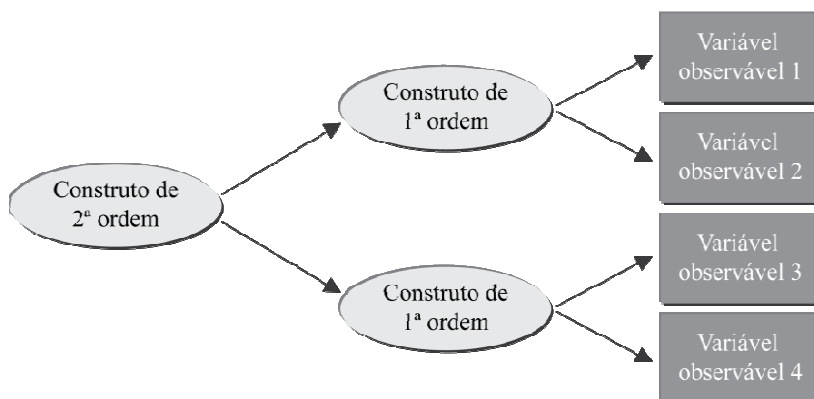


Figura 8 - Modelo hierárquico de segunda ordem.

Fonte: Elaboração própria.

A pesquisa bibliográfica foi o método essencial empregado na elaboração do modelo e contempla dois assuntos principais, que constituem o referencial teórico descrito no capítulo 2: a performance do projeto de software e o capital intelectual.

Para o estudo da performance do projeto foram revisados 46 trabalhos sobre o tema, catalogados durante a definição do problema de pesquisa, conforme descrito na seção anterior. Além desses trabalhos, foram utilizados livros nas áreas de engenharia de software e gestão de projetos de software. Foram identificadas diversas abordagens para a descrição e a mensuração da performance, incluindo medidas subjetivas, objetivas e modelos mistos. O modelo proposto nesta tese conta apenas com medidas subjetivas, que dependem, então, do julgamento dos entrevistados.

Para o estudo do capital intelectual foi empreendida uma nova busca pelas ferramentas já relacionadas na seção anterior, utilizando a palavra-chave *intellectual capital*. Por se tratar de uma pesquisa muito ampla, foram selecionados inicialmente trabalhos mais recentes, a partir do ano 2008, e que propunham a elaboração de medidas não financeiras para o capital intelectual. A pesquisa também foi refinada com uma palavra-chave mais específica – *intellectual capital software* – que trouxe como resultado 9 trabalhos considerando o capital intelectual no âmbito das organizações de software. A partir desse conjunto inicial de trabalhos, foi levantada a literatura sobre o capital intelectual empregada na fundamentação teórica, composta por cerca de 60 trabalhos, incluindo artigos científicos, livros e teses de doutorado.

Assim, a seleção e a definição dos construtos, bem como a formulação dos indicadores para sua mensuração, foram baseadas: (i) nas teorias sobre o capital intelectual e sobre os projetos de desenvolvimento de software, levantadas a partir da pesquisa bibliográfica; (ii) nos modelos de capital intelectual e de performance do projeto de software encontrados nos trabalhos revisados; (iii) na experiência do próprio pesquisador na área de desenvolvimento de software, adquirida durante a atuação em diferentes organizações (empresas privadas, laboratórios, institutos de pesquisa e empresa pública) e atividades (engenharia de software, gestão de projetos, gestão de pessoas e treinamento).

3.3.2 Refinamento da Semântica do Modelo

No intuito de verificar a adequação semântica dos indicadores propostos aos construtos que se deseja medir, o modelo teórico foi submetido a uma análise de juízes, conforme orienta (PASQUALI, 1999). Para viabilizar a análise, o modelo teórico foi organizado em formulário do tipo planilha eletrônica, composta de quatro páginas, uma para cada construto de segunda ordem – capital humano, capital estrutural, capital relacional e performance do projeto. Desta forma, o exercício de análise está sempre limitado às dimensões de um construto de segunda ordem.

Na página inicial do formulário (Anexo I) são fornecidas ao respondente as instruções sobre como deve ser conduzida a análise dos construtos do modelo. Cada página seguinte contém uma breve definição do construto principal e das suas dimensões, bem como a lista de indicadores propostos. Não são fornecidos textos explicativos sobre os indicadores, justamente para verificar se eles são suficientemente expressivos. Para cada indicador é disponibilizada uma caixa de seleção contendo todas as dimensões do construto principal. O especialista deve selecionar a dimensão que acredita ser mensurada pelo indicador. A Figura 9 ilustra o formulário para avaliação do *Capital Relacional*, que possui dois construtos a serem mensuradas pelos sete indicadores.

	Item	Descrição	Construto associado
<p>Capital Relacional</p> <p>A dimensão do capital relacional trata do conhecimento derivado das redes de relacionamento, que não estão limitadas às relações entre os empregados, mas estendem-se também às entidades externas, como clientes, fornecedores, parceiros comerciais, entre outros. Os construtos que se deseja medir são descritos a seguir:</p> <p>Relação com o cliente</p> <p>O construto <i>relação com o cliente</i> descreve aspectos do relacionamento entre o cliente e a equipe do projeto, bem como entre o cliente e a organização, que podem afetar a performance do projeto.</p> <p>Redes de colaboração</p> <p>O construto <i>redes de colaboração</i> trata dos relacionamentos de cooperação que podem favorecer a performance do projeto de software.</p>	<p>CR5 A realização do projeto foi apoiada por parcerias com outras organizações.</p> <p>CR1 Foi estabelecida uma relação de parceria com o cliente durante o projeto.</p> <p>CR3 Foram realizadas reuniões com o cliente em diversos pontos da execução do projeto.</p> <p>CR2 O canal de comunicação com o cliente manteve-se constantemente aberto durante o projeto.</p> <p>CR4 O cliente do projeto já tinha um bom relacionamento com a organização.</p> <p>CR7 Os membros da equipe colaboraram entre si na busca de soluções para o projeto.</p> <p>CR6 Os membros da equipe interagiram com outras equipes ou setores da própria organização na busca de soluções para o projeto.</p>	<p>Selezione...</p> <p>Selezione... Relação com o cliente Redes de Colaboração</p> <p>Selezione...</p> <p>Selezione...</p> <p>Selezione...</p> <p>Selezione...</p> <p>Selezione...</p>	

Figura 9 - Página do formulário para análise do construto *Capital Relacional*.
Fonte: elaboração própria.

A carta-convite (Anexo I) e o formulário foram enviados por correio eletrônico a treze especialistas, selecionados entre: (i) professores das áreas de engenharia de software e gestão de projetos de software, da Universidade Federal de Santa Catarina, da Universidade do Sul de Santa Catarina e da Universidade do Vale do Itajaí, todas na Grande Florianópolis; (ii) profissionais atuantes na área de gestão de projetos de software e coordenação de escritórios, em organizações situadas na Grande Florianópolis. Seis especialistas realizaram a prova e retornaram os seus formulários. Além das associações solicitadas, os respondentes adicionaram diversos comentários sobre as dúvidas surgidas durante a prova e sugestões de melhoria nos textos dos indicadores.

Sobre cada indicador do modelo foi computado o número de associações incorretas com o construto a ser mensurado. Indicadores com um ou dois erros de associação tiveram seus textos readequados. Na reformulação do modelo também foram levados em conta os comentários adicionados pelos respondentes. Indicadores com três ou mais erros de associação foram eliminados do modelo.

3.4 Procedimentos para a Coleta de Dados

A coleta de dados caracteriza a ação efetiva do pesquisador sobre o fenômeno em estudo, que é viabilizada pelos procedimentos de planejamento e elaboração executados previamente (PACHECO JÚNIOR et al., 2007). A coleta de dados é realizada sobre uma população previamente delimitada, sobre a qual se deseja obter uma amostra significativa de indivíduos que são submetidos ao instrumento de pesquisa (CRESWELL, 2007).

3.4.1 A População Pesquisada

O questionário que operacionaliza o modelo teórico é destinado à mensuração de aspectos inerentes à execução de um projeto de software. O projeto caracteriza, então, o elemento amostral que se deseja obter. Entretanto, cada projeto de software caracteriza uma organização temporária, que se desenvolve no contexto de uma organização

permanente, uma empresa, por exemplo. Desta forma, a população delimitada para esta pesquisa é composta por empresas de desenvolvimento software, pois no contexto das mesmas é que se desenvolvem os elementos amostrais.

Para validação do modelo teórico desta tese foi escolhida como população de interesse o polo de empresas de base tecnológica da Grande Florianópolis, Santa Catarina, que inclui, além da Capital do estado, cidades importantes como São José, Biguaçu e Palhoça. Esse polo corresponde a uma das três áreas do estado onde se destacam conglomerados importantes de empresas de alta tecnologia, juntamente com as cidades de Blumenau e Joinville (LINS, 2005).

Para delimitar a população de estudo, foram consideradas nesta pesquisa as empresas filiadas à Associação Catarinense de Empresas de Tecnologia (ACATE), a mais antiga e importante instituição de coordenação do setor de tecnologia (LINS, 2005; XAVIER, 2010). De um total de 281 empresas listadas na página da associação na Internet (ACATE, 2012), foram selecionadas as 180 empresas que têm endereço na região da Grande Florianópolis e cujas áreas de atuação envolvem a atividade de desenvolvimento de software. Vale ressaltar que a população de estudo foi estabelecida por conveniência e interesse do pesquisador, não cabendo a generalização dos resultados da pesquisa para todas as organizações de software.

Uma carta-convite (Anexo II) foi enviada por correio eletrônico para as empresas selecionadas, solicitando que fossem escolhidos até dois projetos de desenvolvimento encerrados há menos de um ano, tendo como objetivo a geração de um novo software ou a evolução de um software existente. Para cada projeto, a empresa foi solicitada a selecionar um respondente (gestor ou líder de projeto, ou outra parte interessada) que conhecesse bem a organização, a equipe do projeto, a forma como se deu o desenvolvimento e os resultados produzidos.

3.4.2 O Questionário

O questionário foi disponibilizado na Internet, por meio da ferramenta Google Docs⁶, e o endereço de acesso foi informado na carta-convite enviada às empresas. O questionário está organizado em seis páginas: a primeira contém instruções sobre o preenchimento

⁶ Google Docs: disponível no endereço <https://docs.google.com>. Acessado em 15/01/2012.

(Anexo II); as páginas 2 a 5 contêm o corpo do questionário, com a avaliação dos quatro elementos do modelo teórico – capital humano, capital estrutural, capital relacional e performance do projeto; a sexta página solicita informações sobre o respondente, a empresa e o projeto, visando à caracterização da amostra.

O corpo do questionário é composto por 50 itens afirmativos, correspondendo aos indicadores, ou variáveis observáveis, que definem operacionalmente os construtos de primeira ordem do modelo teórico. Sobre cada construto é fornecida uma definição. Cada item afirmativo é acompanhado de um texto de ajuda, esclarecendo o que deve ser avaliado para respondê-lo. O respondente deve indicar o seu grau de concordância com a afirmação do item em uma escala somatória de 10 pontos, onde o valor 1 indica a discordância máxima e o valor 10 indica a concordância máxima. Os respondentes foram orientados a deixar sem resposta as questões que não soubessem responder ou que não se aplicavam ao projeto avaliado.

O questionário ficou disponível na Internet nos meses de setembro a novembro de 2011 e foi obtida uma amostra com dados de 56 projetos.

3.5 Procedimentos para a Análise Estatística do Modelo

A validação do modelo teórico da tese, com base na amostra coletada do ambiente produtivo, é realizada por meio da técnica de modelagem de equações estruturais (SEM), uma extensão de métodos da estatística multivariada, mais precisamente da regressão múltipla e da análise fatorial, que se distingue das demais técnicas por duas características (J F HAIR et al., 2005): (i) permite a estimação simultânea de múltiplas relações de dependência; (ii) tem a habilidade de representar em um único modelo as variáveis latentes, medidas indiretamente pelas variáveis observadas, e as relações de hierarquia e de dependência entre as mesmas. Essas características permitem que teorias e conceitos completos sejam testados em um modelo único, o que tem difundido o uso de SEM em diversas áreas, especialmente em pesquisas de mercado (Joe F. HAIR, RINGLE, & SARSTEDT, 2011; J. HENSELER & RINGLE, 2009). Tais possibilidades vêm de encontro também às características do modelo teórico desta tese, que estabelece conceitos organizados hierarquicamente e com relações de dependência entre si.

A presente seção apresenta os conceitos fundamentais da SEM, com destaque para a técnica de estimação por Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM), que foi empregada nesta tese. Depois, são descritos os procedimentos adotados na análise do modelo teórico a partir dos dados coletados.

3.5.1 Modelagem de Equações Estruturais

A partir do desenvolvimento do modelo teórico, onde são definidos os conceitos estudados, a forma como eles são mensurados e as suas inter-relações de dependência, a modelagem de equações estruturais inicia com a elaboração do **diagrama de caminhos**, que descreve visualmente as relações preditivas, ou seja, os caminhos entre os construtos dependentes e independentes, bem como as relações associativas, que são as correlações entre os construtos (J F HAIR et al., 2005). A Figura 10 mostra um diagrama de caminhos simples, onde o construto Y é previsto, ou influenciado, pelos construtos X₁ e X₂ que, por sua vez, estão correlacionados. Y representa um **construto endógeno**, ou seja, influenciado por um ou mais construtos. X₁ e X₂ representam **construtos exógenos**, por exercem influência sobre outro construto.

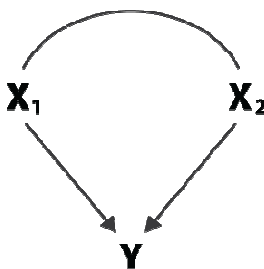


Figura 10 - Representação de relações entre construtos com um diagrama de caminhos.

Fonte: (J F HAIR et al., 2005).

O diagrama de caminhos é a base para a especificação formal do modelo de equações estruturais, que consiste em um sistema de equações lineares composto por dois submodelos: o **modelo estrutural**, que trata das relações entre os construtos; e o **modelo de mensuração**,

que estabelece as variáveis observadas associadas a cada construto (MINGOTI, 2005).

Na especificação do modelo de mensuração, uma decisão importante diz respeito à natureza reflexiva ou formativa dos construtos. Os **construtos reflexivos** descrevem variáveis latentes, que não são diretamente observáveis no ambiente de estudo, mas são manifestadas por meio das variáveis observadas (indicadores). Desta forma, a variável latente é vista como a causa da variância dos indicadores. Os **construtos formativos**, por sua vez, descrevem variáveis compostas, onde se espera que as variações nos indicadores causem as mudanças na variável composta. (BREI & LIBERALI NETO, 2006; PETTER, STRAUB, & RAI, 2007). A Figura 11 mostra que as variáveis compostas A e B, com seus respectivos indicadores, constituem construtos formativos, que influenciam o construto reflexivo pela variável latente C e por seus indicadores.

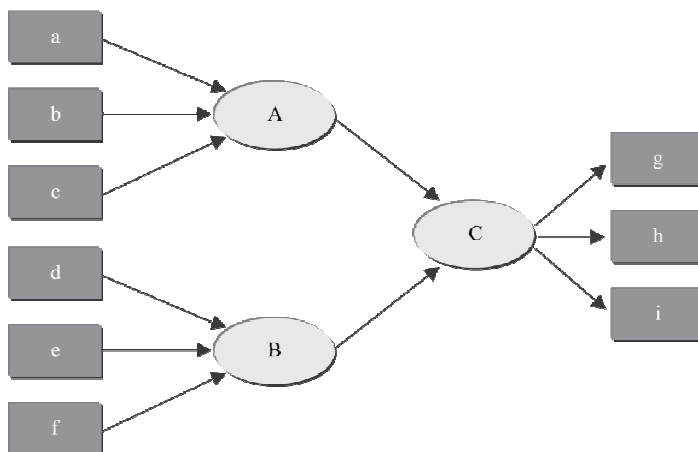


Figura 11 - Representação de construtos formativos e reflexivos.

Fonte: Elaboração própria.

A análise dos modelos de equações estruturais pode ser conduzida por duas famílias de técnicas: (i) a análise baseada em covariância (CB-SEM); e (ii) a análise baseada na variância, sendo a técnica dos Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM) a mais representativa desta família (J. HENSELER & RINGLE, 2009). A abordagem CB-SEM gera uma matriz de covariância teórica, baseada num conjunto específico de equações estruturais, e tenta estimar o conjunto de parâmetros do modelo de modo que a diferença entre a

matriz de covariância teórica e a matriz de covariância estimada seja minimizada (Joe F. HAIR, RINGLE, et al., 2011; Joe F. HAIR, SARSTEDT, RINGLE, & MENA, 2011). A abordagem PLS, por sua vez, é mais orientada para a otimização das previsões – variâncias explicadas – do que para a precisão das estimativas (VINZI, TRINCHERA, & AMATO, 2010). PLS-SEM objetiva maximizar a variância explicada dos construtos dependentes, estabelecer a significância dos caminhos do modelo e, adicionalmente, avaliar a qualidade do modelo de mensuração (CHIN, 2010; Joe F. HAIR, RINGLE, et al., 2011; Joe F. HAIR, SARSTEDT, et al., 2011).

A forma básica do método PLS foi proposta por Herman Wold em 1966 e estendida pelo mesmo autor para aplicação com mais de um bloco de variáveis (VINZI et al., 2010). O método PLS-SEM se baseia na estrutura de blocos do modelo de mensuração, sendo cada bloco constituído por uma variável latente e pelos seus indicadores. Trata-se de um algoritmo iterativo que resolve isoladamente os blocos do modelo de mensuração e, num segundo passo, estima os coeficientes de caminho do modelo estrutural (VINZI et al., 2010).

Segundo Joe F. HAIR, RINGLE, et al. (2011), a distinção filosófica entre CB-SEM e PLS-SEM é direta: CB-SEM é a abordagem mais adequada quando o objetivo do pesquisador é o teste e a confirmação de uma teoria já estabelecida, enquanto PLS-SEM é mais adequado quando o objetivo é a previsão e o desenvolvimento de teorias. (CABRITA & BONTIS, 2008) reforçam que PLS-SEM é a abordagem apropriada em situações onde o suporte teórico é fraco. Trata-se de um método mais exploratório do que confirmatório (VINZI et al., 2010).

O PLS-SEM tem sido progressivamente empregado por pesquisadores de diversas disciplinas, incluindo gestão estratégica, gestão de sistemas de informação, comportamento organizacional, marketing e comportamento do consumidor (J. HENSELER & RINGLE, 2009). O aumento de popularidade da abordagem se deve aos seguintes fatores: (i) a não imposição de restrições quanto à distribuição das variáveis observáveis (CHIN, MARCOLIN, & NEWSTED, 1996); (ii) a pouca exigência quanto ao tamanho da amostra (CHIN et al., 1996); (iii) o surgimento de aplicações de software com interfaces gráficas ricas, como o SmartPLS (Christian Marc RINGLE, WENDE, & WILL, 2005) e o PLSGraph (SOFT MODELING INC., 2002; TEMME & Kreis, 2006); (iv) o método tem sido preferido em relação à CB-SEM em modelos com probabilidade de resultados impróprios ou não

convergentes, o que ocorre, por exemplo, quando o número de amostras é menor que o número de indicadores (Jörg HENSELER, 2009).

No contexto desta tese, a escolha do método de estimação PLS-SEM sobre os métodos baseados na covariância deve-se aos seguintes fatores:

- O objetivo primordial da tese é a proposição de um modelo teórico, ao invés da verificação de um modelo previamente estabelecido, sendo PLS-SEM mais indicada que CB-SEM neste caso (CABRITA & BONTIS, 2008; Joe F. HAIR, RINGLE, et al., 2011; VINZI et al., 2010).
- O número de amostras coletadas (56) é considerado muito pequeno para CB-SEM, mas é considerado suficiente para a análise com PLS-SEM, pelo seguinte critério: para modelos reflexivos, como é o caso do modelo desta tese, o número mínimo de amostras deve ser igual a 10 vezes o número máximo de caminhos direcionados a uma única variável endógena. No modelo em questão, o maior número de caminhos para uma variável endógena é 3, implicando que o tamanho mínimo requerido para a amostra é de 30 elementos (CHIN et al., 1996).

3.5.2 Processo de Análise do Modelo

O processo de análise estatística do modelo é executado pelos seguintes passos: 1 - Preparação dos dados de entrada; 2 - Criação do diagrama de caminhos; 3 - Avaliação do modelo de mensuração; 4 - Avaliação do modelo estrutural; e 5 - Interpretação do modelo. Conforme sugerem (J. HENSELER & RINGLE, 2009), o ajuste do modelo PLS-SEM é realizado em dois estágios, representados nos passos 4 e 5: primeiro devem ser asseguradas a confiabilidade e a validade do modelo de mensuração; só então faz sentido a avaliação dos caminhos do modelo estrutural.

Passo 1: Preparação dos dados de entrada

A técnica PLS-SEM não faz exigências quanto à distribuição dos dados de entrada (CHIN et al., 1996), dispensando assim os exames e ajustes iniciais de normalidade e linearidade. A análise de dados perdidos, causados pela omissão dos respondentes, foi realizada com o software estatístico SPSS® versão 20, que apontou 32 dados perdidos, distribuídos em 19 das 50 variáveis. A distribuição dos dados perdidos foi considerada aleatória e o processo de geração é conhecido: a omissão do respondente. Nessas condições, os dados perdidos não representam um problema para a sequência da análise, sendo viável a aplicação de métodos de tratamento disponíveis nas ferramentas estatísticas (J F HAIR et al., 2005). Foram realizados testes com as duas opções para tratamento de dados perdidos disponíveis no software SmartPLS: (i) substituição pela média (*mean replacement*), que troca os valores perdidos pelo valor médio da variável em questão (J F HAIR et al., 2005); e (ii) exclusão de casos por lista (*listwise deletion* ou *case wise replacement*, como é chamado no SmartPLS), que a cada cálculo exclui os casos onde há dados perdidos nas variáveis envolvidas (HO, 2006). O modelo se comportou melhor, em termos de confiabilidade e validade, com a segunda abordagem, que foi empregada na continuação da análise.

Passo 2: Criação do diagrama de caminhos

O software SmartPLS versão 2.0 (Christian Marc RINGLE et al., 2005) foi utilizado na criação do modelo de caminhos e nos passos subsequentes da análise. Após a importação dos dados de entrada, a interface gráfica do software é utilizada para desenhar as variáveis latentes e os caminhos de predição entre as mesmas. No mesmo passo, os indicadores são associados às respectivas variáveis latentes, seguindo a especificação do modelo teórico.

Os construtos de segunda ordem são modelados de acordo com a Abordagem dos Componentes Hierárquicos, também conhecida como Abordagem dos Componentes Repetidos, em que todos os indicadores que medem as variáveis de primeira ordem são também ligados à variável de ordem superior (WETZELS, 2009). São criados também

caminhos dos construtos de segunda ordem para as suas subdimensões de primeira ordem.

Passo 3: Avaliação do Modelo de Mensuração

O modelo de mensuração deve ser avaliado em termos de confiabilidade e validade. A confiabilidade é verificada pelas cargas individuais dos indicadores e pela confiabilidade composta dos construtos. A validade é verificada em termos de habilidade convergente e discriminante do modelo (Joe F. HAIR, RINGLE, et al., 2011; Joe F. HAIR, SARSTEDT, et al., 2011). Facilitado pelo software SmartPLS, o ajuste do modelo de mensuração se deu por um processo iterativo, com a reestimação do modelo a cada indicador eliminado. A cada iteração, as medidas de confiabilidade e validade são reavaliadas. O processo de ajuste do modelo seguiu até que todos os critérios estabelecidos foram satisfeitos.

Confiabilidade dos indicadores. O primeiro critério de confiabilidade do modelo é dado pela avaliação das cargas padronizadas dos indicadores. As ações tomadas em relação às cargas dos indicadores seguem as recomendações de (HAIR, RINGLE, et al., 2011): (i) indicadores com cargas inferiores a 0,4 foram imediatamente eliminados do modelo; (ii) por se tratar de uma pesquisa exploratória, indicadores com valores maiores ou iguais a 0,4 e menores que 0,7 são removidos somente quando ocorre aumento da confiabilidade composta do construto e quando não são afetados outros critérios de validade discriminante e convergente do modelo; (iii) indicadores com cargas maiores ou igual a 0,7 conferem pronta confiabilidade aos construtos.

Confiabilidade composta (ρ_c). É uma medida da consistência interna dos indicadores e descreve o grau com que eles medem adequadamente a variável latente a que se destinam (OLIVER, LIEHR-GOBBER, & KRAFFT, 2010). A confiabilidade composta é mais adequada ao modelo PLS-SEM do que o Alfa de Cronbach, porque ela não assume que todos os indicadores têm a mesma confiabilidade, o que é mais interessante em um método que prioriza os indicadores pela sua confiabilidade individual (CHIN, 2010; Joe F. HAIR, SARSTEDT, et al., 2011; J. HENSELER & RINGLE, 2009). O valor mínimo comumente utilizado para esta medida é 0,70, embora sejam considerados aceitáveis valores até 0,60 se a pesquisa é de natureza exploratória (CHIN, 2010; J F HAIR et al., 2005).

Validade convergente. Espera-se que os indicadores de um bloco estejam em concordância na avaliação do construto ali representado, ou seja, que as suas cargas sejam altas e mais ou menos parecidas (CHIN, 2010). A medida comumente utilizada é a variância média extraída (AVE), que reflete a quantia da variância nos indicadores que é explicada pelo construto (J F HAIR et al., 2005). O valor mínimo de 0,50 é empregado na validação do modelo, indicando que os construtos devem explicar pelo menos a metade da variância dos seus indicadores (Joe F. HAIR, RINGLE, et al., 2011; OLIVER et al., 2010).

Validade discriminante. Outro critério de validade do modelo de mensuração é a validade discriminante, indicando que os instrumentos de medida de cada construto são dissimilares (OLIVER et al., 2010), ou seja, que cada construto caracteriza uma dimensão separada dos demais. Nesta tese, duas verificações são realizadas para garantir a validade discriminante, conforme recomendado em (Joe F. HAIR, RINGLE, et al., 2011): (i) O critério das cargas cruzadas (*cross loadings*) implica que a carga de um indicador para o seu construto deve ser maior que a sua carga para qualquer outro construto do modelo; (ii) O critério de Fornell–Larcker implica que cada construto deve compartilhar mais variância com os seus indicadores do que com qualquer outro construto do modelo. Em termos estatísticos, a AVE de cada construto deve ser maior que o quadrado da sua correlação com qualquer outro construto.

O software SmartPLS não fornece diretamente as análises para verificação da validade discriminante. Assim, os resultados da estimação do modelo foram transportados para planilhas eletrônicas, implementadas na ferramenta Microsoft Excel, onde foram realizados os cálculos e as análises complementares para verificação dos critérios de validade.

Passo 4: Avaliação do Modelo Estrutural

Uma vez estabelecidas medidas confiáveis para os construtos, o passo seguinte busca prover evidências para suportar as hipóteses levantadas no modelo teórico. Nesta tese foram adotados os dois critérios de avaliação que, segundo (Joe F. HAIR, RINGLE, et al., 2011) tem predominado nos estudos com PLS-SEM: a variância explicada dos construtos endógenos (R^2) e o nível de significância dos coeficientes de caminho. Além disso, o modelo teórico estabelece hipóteses sobre as

correlações entre os elementos do capital intelectual, o que implica na necessidade de verificação da significância das correlações fornecidas pelo modelo.

Variância explicada. A medida indica o percentual da variância do construto endógeno que é explicado pelos construtos antecedentes (CHIN, 2010). O método PLS-SEM é voltado à otimização da variância das variáveis latentes endógenas (VINZI et al., 2010), portanto, o nível de R^2 dos construtos dependentes – teoricamente influenciados por outros construtos – deve ser alto (HAIR, RINGLE, et al., 2011). Nesta tese, os valores críticos 0,25, 0,50 e 0,75 denotam poder explicativo baixo, moderado e alto, respectivamente, conforme indicado em (Joe F. HAIR, RINGLE, et al., 2011).

Coefficientes de caminho. Estas medidas podem ser interpretadas da mesma forma que as medidas dos coeficientes padronizados da regressão de mínimos quadrados ordinários (HAIR, RINGLE, et al., 2011). Assim, se o caminho direcionado da variável latente VL1 para a variável latente VL2 tem um coeficiente $\beta=0,34$, isto indica que o incremento de 1 unidade em VL1 implica no incremento de 0,34 unidades em VL2.

Neste trabalho, a significância dos coeficientes de caminho é estimada por um processo de amostragem chamado *bootstrapping*, em que o modelo é reestimado para um grande número de amostras aleatórias geradas com base na amostra original, visando ao exame da estabilidade das estimativas (J F HAIR et al., 2005; TENENHAUS, 2005). O algoritmo *bootstrapping* foi executado no software SmartPLS, que fornece os valores *t* associados ao nível de significância de cada caminho do modelo. Foram utilizadas 5000 amostragens, com tamanho de amostra igual ao da amostra original, conforme sugerido por (Joe F. HAIR, RINGLE, et al., 2011). Os valores *t* são utilizados para determinar o nível de significância dos coeficientes de caminho, de acordo com os valores críticos propostos por (Joe F. HAIR, RINGLE, et al., 2011): 1,65 para significância de 10%; 1,96 para significância de 5%; e 2.58 para significância de 1%. Coeficientes não significativos ou com sinais contrários à direção da hipótese não suportam a hipótese, enquanto coeficientes significativos suportam empiricamente a relação causal (Joe F. HAIR, RINGLE, et al., 2011).

Correlações entre as variáveis latentes. O software SmartPLS fornece o coeficiente de correlação momento-produto de Pearson entre todos os pares de variáveis latentes do modelo. O coeficiente de Pearson é uma medida padronizada que indica a força e o sentido do relacionamento entre duas variáveis intervalares, assumindo valores

entre -1 e +1 (GUBIANI, 2011; HO, 2006). A implementação do algoritmo de *bootstrapping* disponível no software SmartPLS não fornece o nível de significância dessas medidas. Para contornar essa deficiência, os escores das variáveis latentes foram transportados para a ferramenta SPSS, onde foi realizado o teste de significância com duas extremidades para as correlações de Pearson.

Passo 5 – Interpretação do Modelo

No último passo da análise estatística, as hipóteses levantadas no modelo teórico são avaliadas frente aos resultados fornecidos pelo modelo estatístico PLS-SEM. Para verificação das hipóteses sobre relações causais, são analisados os coeficientes de caminho do modelo. As hipóteses sobre as correlações entre construtos são verificadas pelos resultados do teste de significância das correlações de Pearson entre as variáveis latentes. A correlação entre variáveis latentes de 1ª ordem é utilizada para enriquecer a discussão na análise das hipóteses do modelo.

3.6 Considerações Finais

Neste capítulo foram detalhados os procedimentos metodológicos seguidos para a concretização dos objetivos da tese. A elaboração do problema de pesquisa, a construção do modelo teórico, a coleta de dados e a validação estatística do modelo, são consideradas as fases estruturantes do trabalho, sobre as quais se desenrolam as atividades da pesquisa. Visando apoiar o entendimento sobre os procedimentos seguidos, o capítulo trouxe também alguma fundamentação teórica, principalmente no que diz respeito aos métodos estatísticos empregados.

O capítulo trata também de caracterizar a pesquisa segundo as escolhas realizadas quanto à metodologia científica. Seguindo base conceitual de CRESWELL (2007), foram descritas as alegações de conhecimento, as estratégias de investigação e os métodos aplicados nas diversas fases da pesquisa, que caracterizam a técnica de pesquisa como predominantemente quantitativa.

4 DESENVOLVIMENTO DO MODELO TEÓRICO

Este capítulo descreve o desenvolvimento de um modelo teórico destinado à análise do fenômeno da influência do capital intelectual sobre a performance dos projetos de software. Fundamentado no referencial teórico, descrito no Capítulo 2, o modelo é concebido para permitir a classificação e avaliação dos insumos baseados em conhecimento presentes na execução dos projetos de software, bem como dos aspectos que caracterizam a performance dos mesmos, possibilitando ainda a mensuração das relações entre esses elementos.

O modelo teórico é composto: (i) pelos **construtos** que representam os elementos de interesse do fenômeno estudado; (ii) pelos **indicadores** destinados à mensuração dos construtos; (iii) pelas **hipóteses** sobre as relações entre os elementos de interesse. As definições e os indicadores associados aos construtos teóricos dão origem a um instrumento de pesquisa, do tipo questionário, que operacionaliza a coleta de dados sobre os projetos nas organizações de software, visando à validação do modelo teórico pelos procedimentos e métodos estatísticos descritos no capítulo 3.

GUBIANI (2011) define um modelo como um “recorte do mundo real baseado em um arcabouço teórico e conceitual, representando uma ideia, um evento, um objeto, um processo ou um sistema”. Segundo APOSTEL (1960), a pesquisa científica recorre frequentemente à proposição e à aplicação de modelos, dadas as possibilidades trazidas pelos mesmos, entre as quais se destacam: (i) a formulação de teorias sobre domínios não explorados a partir de modelos de domínios já conhecidos; (ii) a redução de teorias complexas a modelos que permitam o seu processamento matemático; (iii) a identificação de ligações entre teorias ainda não relacionadas; (iv) o complemento de teorias bem confirmadas, mas ainda incompletas; e (v) a proposição de novos conceitos a partir de fatos observados em um domínio. MALAVSKI, LIMA, & COSTA (2010) salientam que o modelo exerce um papel fundamental na explicação e na redução da complexidade de fenômenos cuja magnitude não permite a sua compreensão pela simples observação.

No contexto desta tese, entende-se que a elaboração de um modelo é uma abordagem válida para o estudo do fenômeno de interesse, pelas seguintes razões:

- Os insumos necessários à execução de um projeto de software, por serem predominantemente intangíveis e baseados em

conhecimento, são complexos e de difícil mensuração. Entende-se que a elaboração de um modelo que estabeleça conceitos e relações compreensíveis sobre esses insumos seja um passo importante para a redução de tal complexidade.

- Embora a literatura não apresente uma teoria única sobre o capital intelectual, nem tão pouco um modelo aceito universalmente, verifica-se que o conceito tem sido empregado por diversos autores na proposição de modelos destinados à descrição, medição, valoração e gerenciamento dos intangíveis que permeiam a cadeia de geração de valor das organizações (CHEN et al., 2004; TSENG & JAMES GOO, 2005; SHARABATI, JAWAD, & BONTIS, 2010; SECUNDO, et al., 2010; GUBIANI, 2011; MARTÍNEZ-TORRES, 2005; RODRIGUES et al., 2009; BARNEY, et al., 2009; SELEIM, et al., 2004). No mesmo sentido, este trabalho explora uma característica inerente à construção de modelos (APOSTEL, 1960): estes possibilitam que uma conceitualização já empregada em outros domínios seja mais facilmente aplicada na descrição de aspectos de um domínio específico – o projeto de software, no caso.
- A performance do projeto de software ainda não é descrita por uma teoria consolidada, abrindo espaço para outra finalidade da elaboração de modelos: a proposição de novos conceitos, ou a evolução de conceitos já formulados, a partir de observações do mundo real.

A estratégia seguida na elaboração do modelo teórico foi a combinação do conhecimento acumulado nas publicações relacionadas ao estudo tanto do capital intelectual quanto da performance do projeto de software. Além da literatura, buscou-se o apoio de especialistas da área de desenvolvimento de software para validar e aprimorar a semântica do modelo. A busca de sustentação em uma base teórica sólida, que justifique os elementos e as relações propostas, é destacada em (J F HAIR et al., 2005) como um fator crucial para que o modelo estatístico resultante atinja o nível a generalização desejável. A teoria, como definida pelos mesmos autores, é “um conjunto sistemático de relações fornecendo uma explicação consistente e abrangente de um fenômeno”, não sendo considerada de domínio exclusivo dos meios acadêmicos, mas podendo também advir da experiência e da prática adquiridas na convivência com os fenômenos do mundo real.

A seção 4.1 descreve a arquitetura geral do modelo e estabelece as hipóteses que se deseja comprovar. A seção 4.2 desenvolve a estrutura dos construtos teóricos, que inclui as suas definições e os indicadores destinados à sua mensuração. A seção 4.3 trata da validação semântica dos indicadores propostos, realizada por meio da análise de juízes. A seção 4.4 traz as considerações finais do capítulo.

4.1 Arquitetura do Modelo

O modelo teórico proposto destina-se, fundamentalmente, à investigação da influência do capital intelectual sobre a performance do projeto de software. Seguindo a proposta de estudos anteriores (GUBIANI, 2011; MARTÍNEZ-TORRES, 2006; RODRIGUES et al., 2009), as dimensões do capital intelectual – capital humano, capital estrutural e capital relacional – são analisadas separadamente. Esses elementos são vistos como condicionantes da performance dos projetos de software. Desta forma, as três dimensões do capital intelectual, juntamente com a performance do projeto, são os construtos que constituem a arquitetura geral do modelo, como mostra a Figura 12.

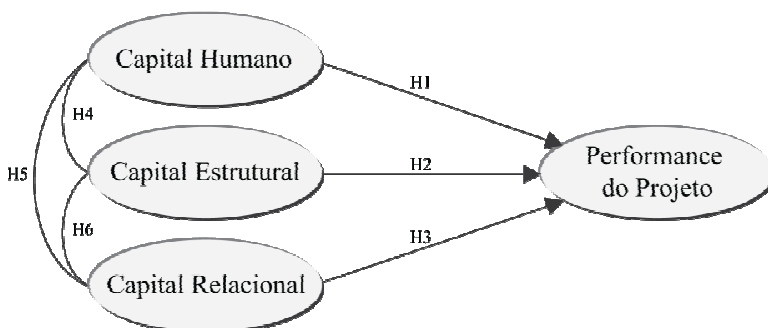


Figura 12 - Arquitetura geral do modelo conceitual.

Fonte: elaboração própria.

Identificados os componentes essenciais do fenômeno estudado, a arquitetura do modelo é complementada pelas hipóteses acerca das relações entre os mesmos. As hipóteses H1, H2 e H3 dizem respeito às relações de causalidade entre os elementos do capital intelectual e a performance do projeto, enquanto as hipóteses H4, H5 e H6 referem-se correlações entre os construtos do capital intelectual.

4.1.1 Relação entre o Capital Intelectual e a Performance do Projeto

Na pesquisa bibliográfica que orientou o desenvolvimento desta tese não foram verificados estudos associando diretamente os conceitos do capital intelectual e da performance dos projetos de software. Existem, no entanto, diversos trabalhos que evidenciam o capital intelectual como fator influente da performance das organizações: SELEIM, ASHOUR, & BONTIS (2004) verificaram relações positivas entre o capital intelectual a performance das organizações de software do Egito; o estudo de SHARABATI et al. (2010) revela uma forte correlação positiva entre o capital intelectual e a performance de empresas do setor farmacêutico; TSENG & Goo (2005) correlacionam positivamente o capital intelectual e o valor corporativo das empresas em uma economia emergente; e o estudo de CHEN et al. (2004), que inclui o capital de inovação como quarto componente do capital intelectual, aponta forte correlação positiva entre este último e a performance de empresas chinesas.

A partir dessas evidências, retoma-se a definição de NIDUMOLU (1996), que caracteriza o projeto de software como uma organização temporária que demanda recursos da organização de desenvolvimento de software, e formula-se a seguinte ideia: se o capital intelectual – nas formas de capital humano, capital estrutural e capital relacional – influencia positivamente a performance das organizações em diferentes contextos, é provável que influencie também a performance de uma organização temporária, representada aqui pelo projeto de software. A esta ideia, soma-se o fato do desenvolvimento de software envolver atividades com grandes demandas de conhecimento (I. RUS & Lindvall, 2002), tornando-se, portanto, altamente dependente dos recursos humanos envolvidos e da capacidade da organização de se apropriar do conhecimento empregado (BARNEY, WOHLIN, et al., 2009; JOSHI et al., 2011). São formuladas, então, as seguintes hipóteses:

- *H1: O capital humano influencia positivamente a performance do projeto de software.*
- *H2: O capital estrutural influencia positivamente a performance do projeto de software.*
- *H3: O capital relacional influencia positivamente a performance do projeto de software.*

4.1.2 Relação entre os Componentes do Capital Intelectual

Na literatura estudada, verifica-se um consenso em torno da ideia de que os capitais humano, estrutural e relacional estão interligados, e de que a interação entre os mesmos é necessária para que ocorra o aumento do capital intelectual, como um todo, e a geração de valor para as organizações. Neste sentido, STEWART (1998) afirma que “o capital intelectual não é criado a partir de partes distintas de capital humano, estrutural e do cliente, mas do intercâmbio entre eles”. Para atingir as suas metas dentro da organização, o capital humano deve ser capaz de interagir com o capital estrutural e relacional (CABRITA & BONTIS, 2008; YUSOFF et al., 2004). Segundo BONTIS (1998), os indivíduos da organização podem ter um alto nível de intelecto, mas se tiverem que conduzir as suas ações por sistemas e procedimentos pobres, o capital intelectual como um todo não poderá atingir o seu potencial.

De acordo com YOUNDT et al. (2004), as organizações não são capazes de desenvolver cada um dos elementos do capital intelectual de forma independente. A partir da literatura sobre a aprendizagem organizacional, os mesmos autores sugerem que a aprendizagem individual é uma condição necessária, mas insuficiente para a aprendizagem da organização: os indivíduos devem compartilhar ideias, conhecimentos e modelos mentais, dentro e fora da organização, acessando e gerando capital relacional. Depois, parte do conhecimento criado pelos indivíduos e difundido pelas redes de relacionamento é codificada e institucionalizada na forma de capital estrutural, que é reutilizado pelos indivíduos na sua aprendizagem individual.

O estudo da interação entre os elementos do capital intelectual tem sido orientado pela formulação de hipóteses tanto sobre as relações causais, quanto sobre a correlação entre os elementos. Na primeira abordagem, cada elemento do capital intelectual é visto como a causa ou a consequência de outro elemento, como ocorre nos modelos de MARTÍNEZ-TORRES (2006) e REN (2009), onde o conhecimento transportado pelos colaboradores – pré-requisito para a riqueza das organizações – é integrado ao capital estrutural, que por sua vez é aplicado para desenvolver as redes de relacionamento internas e externas à organização, o que promove o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades das pessoas (Figura 13a). J. CHEN et al. (2004) e TSENG & JAMES GOO (2005) também estudam relações de causalidade, considerando que: (i) o capital relacional é gerado pelos

capitais humano, estrutural e de inovação; (ii) os capitais de inovação e estrutural são causados pelo capital humano; (iii) o capital estrutural é gerado pelo capital humano. Em CLEARY (2009) e SHIH, CHANG, & LIN (2010) são levantadas hipóteses de que o capital humano influencia o capital estrutural e o relacional, enquanto o capital relacional influencia o capital estrutural (Figura 13b).

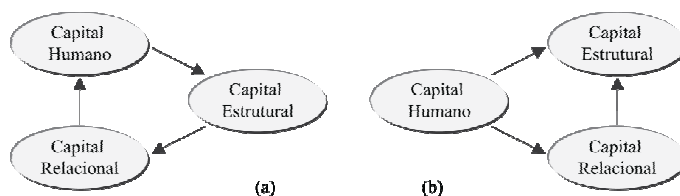


Figura 13 – Diferentes relações de causalidade entre os elementos do capital intelectual.

Fonte: Elaboração própria.

Na segunda abordagem, entende-se que os elementos do capital intelectual se relacionam mutuamente, cada um contribuindo para alavancar os demais e, ao mesmo tempo, sendo impulsionado pelos mesmos. Segundo SANCHEZ, CHAMINADE, & OLEA, (2000), os elementos do capital intelectual não devem ser tratados como “compartimentos estanques”, mas sim como grupos de intangíveis altamente interligados, e que a promoção das interações entre os mesmos é essencial para o aumento do capital intelectual como um todo. RODRIGUES et al. (2009) comprovaram suas hipóteses de correlação entre os três elementos do capital intelectual e consideram que a interação entre os mesmos impulsiona a criação de valor para a organização. SHIH et al. (2010) verificaram na indústria bancária que a interação e a influência mútua entre os três grupos de capital intelectual beneficia o aumento deste último e gera vantagem competitiva. GUBIANI (2011) e SECUNDO et al. (2010) confirmam correlações positivas e significativas entre os elementos do capital intelectual no domínio das instituições de ensino superior.

Na visão desta tese, o capital intelectual aplicado a um projeto de software representa uma porção do capital intelectual da empresa ou organização em que o projeto é executado. QUANDO a organização temporária do projeto é iniciada, parte do seu capital intelectual já está constituída, porque foi desenvolvida previamente na organização principal e, então, alocada ao projeto. A partir da sua composição inicial, o capital intelectual associado ao projeto deve continuar a se

desenvolver pela interação dos seus três componentes durante a execução do projeto.

As ideias expostas acima permitem supor que os três elementos do capital intelectual aplicado ao projeto de software estejam correlacionados entre si. Se os capitais humano, estrutural e relacional foram desenvolvidos na organização principal por meio de interações contínuas, espera-se que os três tenham crescido conjuntamente. Desta forma, quando se extrai uma parte do capital intelectual para o projeto, os seus três componentes não devem apresentar graus tão distintos de desenvolvimento. São formuladas, então, as seguintes hipóteses:

- *H4: O capital humano e o capital estrutural são positiva e significativamente correlacionados na execução de um projeto de software.*
- *H5: O capital humano e o capital relacional são positiva e significativamente correlacionados na execução de um projeto de software.*
- *H6: O capital estrutural e o capital relacional são positiva e significativamente correlacionados na execução de um projeto de software.*

4.2 Definição dos Construtos

Devido à sua complexidade e abrangência, tanto os elementos do capital intelectual quanto a performance do projeto de software têm sido descritos como construtos multidimensionais, como se verifica nos modelos de capital intelectual em (J. CHEN et al., 2004; GUBIANI, 2011; MARTÍNEZ-TORRES, 2006; PABLOS, 2004; REN, 2009; RODRIGUES et al., 2009; SECUNDO et al., 2010) e nas conceitualizações da performance do projeto formuladas em (John C HENDERSON & LEE, 1992; NIDUMOLU, 1996; SHENHAR, 2001). Tais conceitualizações caracterizam modelos de segunda ordem. Nesses modelos, os construtos ditos de primeira ordem são diretamente estimados por meio dos indicadores e constituem subdimensões de algum construto mais amplo e geral, chamado de construto de segunda ordem (HAIR et al. 2005). Desta forma, o construto de segunda ordem é mensurado ou avaliado indiretamente pelas suas subdimensões. Seguindo essa abordagem, os elementos principais modelo – capital humano, capital estrutural, capital relacional e performance do projeto –

são decompostos em conceitos mais específicos que, por sua vez, são mensurados por meio dos indicadores.

Nesta seção são definidos os construtos que compõem o modelo. Para cada construto é fornecida uma definição constitutiva, que o situa no campo teórico. Os construtos de primeira ordem recebem também as suas definições operacionais, onde se estabelecem os indicadores ou variáveis observáveis. A cada indicador associa-se: (i) um código de identificação; (ii) uma descrição – que é a afirmação a ser avaliada pelos entrevistados no questionário que operacionaliza o modelo; (iii) o texto de ajuda exibido no questionário, visando esclarecer ao respondente o que o indicador pretende avaliar; (iv) as fontes bibliográficas que basearam a sua formulação.

4.2.1 *Capital Humano*

Definição: *É a combinação das competências e atitudes inerentes aos membros da equipe do projeto, incluindo também a estabilidade da composição da mesma.*

O capital humano é encontrado nas mentes, corpos e ações dos indivíduos que formam a organização, resultando da combinação de atributos como: conhecimentos, experiências, formação, habilidades e atitudes (YUSOFF et al., 2004). Este capital é tão importante para as organizações porque constitui uma fonte permanente de inovação e renovação estratégica (BONTIS, 1998).

No modelo proposto, o construto do *Capital Humano* é inerente à equipe alocada pela organização de software para a realização de um projeto. Um projeto de software necessita de recursos humanos capazes de cobrir uma série de papéis essenciais (CHEMUTURI & CAGLEY JR., 2010): analistas de negócios e de sistemas, arquitetos, projetistas e implementadores de software, especialistas em bancos de dados, projetistas de interfaces, testadores, etc.

As pessoas são o maior patrimônio de uma organização de software, devendo seus gestores garantir que ela obtenha o melhor retorno sobre os investimentos em pessoas (SOMMERVILLE, 2007). Por tratar de pessoas empenhadas em atividades intensivas em conhecimento, a alocação de equipes em projetos de software torna-se uma questão complexa, extrapolando as variáveis consideradas, por exemplo, na alocação de máquinas em uma linha de produção. Enquanto o desempenho de uma máquina pode ser previsto sob certas condições,

o desempenho de um indivíduo em uma atividade intensiva em conhecimento tende a ser menos previsível, ainda mais quando analisado no contexto de uma equipe.

As subdimensões do capital humano aplicado aos projetos de software são descritas pelos seguintes construtos: *competência para o projeto, atitude e estabilidade da equipe*.

Competência para o Projeto

Definição: *É o potencial humano, na forma de conhecimentos, habilidades, experiências e formação, que é transportado pelos membros da equipe e que pode ser aplicado para alavancar a performance do projeto.*

Segundo K. E. SVEIBY (1998), uma das características importantes de uma organização intensiva em conhecimento é um corpo funcional em que predominam profissionais altamente qualificados e muito bem preparados – os trabalhadores do conhecimento. O conceito de competência inclui os conhecimentos, habilidades e talentos dos colaboradores da organização. Essas características são desenvolvidas no nível individual, tanto por meio da educação formal quanto pela prática nos ambientes de trabalho. (J. CHEN et al., 2004). Os indicadores para construto são descritos no Quadro 13.

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
CH1	A equipe detinha os conhecimentos e habilidades necessários à execução do projeto. Avalie o nível de conhecimento e habilidade da equipe quando o projeto estava iniciando.	(MALAVSKI et al., 2010; SHARABATI et al., 2010; TSENG & JAMES GOO, 2005)

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
CH2	<p>Os membros da equipe foram alocados em papéis e atividades de acordo com as suas especialidades e interesses.</p> <p>Avalie se os membros da equipe foram designados a papéis e tarefas para os quais tinham mais especialidade e interesse.</p>	(MALAVSKI et al., 2010; RODRIGUES et al., 2009; YOUNDT et al., 2004)
CH3	<p>A equipe tinha experiência nas tecnologias empregadas no projeto.</p> <p>Avalie o nível de experiência detido pela equipe quando o projeto estava iniciando. As tecnologias empregadas incluem: linguagem de programação, ferramentas de desenvolvimento, ambiente operacional, modelo de arquitetura, etc.</p>	Elaboração própria
CH4	<p>A equipe tinha experiência na área de aplicação do sistema desenvolvido.</p> <p>Avalie o nível de experiência detido pela equipe, quando o projeto estava iniciando, considerando a área de negócio do software a ser desenvolvido.</p>	Elaboração própria
CH5	<p>A equipe contava com profissionais com formação nas áreas do conhecimento de interesse do projeto.</p> <p>Avalie o nível de ensino formal detido pelos membros da equipe no início do projeto, considerando a presença de profissionais graduados, pós-graduados, certificados ou treinados em áreas do conhecimento de interesse do projeto.</p>	(MALAVSKI et al., 2010; RODRIGUES et al., 2009; SELEIM et al., 2004; SHARABATI et al., 2010; TSENG & JAMES GOO, 2005)

Quadro 13 – Indicadores para o construto *Competência para o Projeto*.

Fonte: Elaboração própria.

Atitude

Definição: *Representa os comportamentos demonstrados pela equipe durante a execução do projeto, incluindo capacidade de aprendizado, criatividade, inovação e satisfação pela participação no projeto.*

A atitude dos empregados é a parte mais flexível do capital humano, incluindo a motivação e a satisfação em relação ao trabalho, e pode ser considerada como um pré-requisito para que os colaboradores exerçam na plenitude as suas competências (J. CHEN et al., 2004).

Neste modelo teórico, os construtos *Competência para o Projeto* e *Formação* avaliam características dos membros da equipe que eram conhecidas antes do início do projeto. O construto *Atitude*, por sua vez, visa capturar os comportamentos demonstrados pela equipe durante a execução do projeto, avaliando aspectos de aprendizagem, criatividade, inovação e satisfação, que potencializam a competência e a formação dos membros da equipe em favor da performance do projeto. Os indicadores do construto são listados no Quadro 14.

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
CH6	A equipe demonstrou capacidade de aprendizagem. Avalie a capacidade de aprender demonstrada pela equipe durante a realização do projeto.	(J. CHEN et al., 2004)
CH7	A equipe do projeto demonstrou criatividade. Avalie o nível de criatividade demonstrado pela equipe durante a realização do projeto.	(BONTIS, 1998; J. CHEN et al., 2004; GUBIANI, 2011; RODRIGUES et al., 2009; YOUNDT et al., 2004)

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
CH8	<p>A equipe do projeto demonstrou atitude para inovação.</p> <p>Avalie em que grau os membros da equipe aplicaram ideias inovadoras na solução dos problemas impostos pelo projeto.</p>	(BONTIS, 1998; MALAVSKI et al., 2010; OLIVEIRA, 2000; RODOV & LELIAERT, 2002; RODRIGUES et al., 2009)
CH9	<p>Os membros da equipe se mostraram satisfeitos por participarem do projeto.</p> <p>Avalie o grau de satisfação demonstrado pelos membros da equipe durante a execução do projeto.</p>	(BARNEY, AURUM, et al., 2009; BONTIS, 1998; J. CHEN et al., 2004; GOLDONI & OLIVEIRA, 2010)

Quadro 14 - Indicadores para o construto *Atitude*.

Fonte: Elaboração própria.

Estabilidade da Equipe

Definição: *Compreende aspectos relacionados à retenção de recursos humanos pela organização, avaliando os efeitos tanto da manutenção quanto da rotatividade de membros da equipe sobre a performance do projeto.*

As organizações de software são altamente dependentes de pessoas capacitadas em termos de conhecimento, porque eles são a chave para o sucesso dos projetos de desenvolvimento (Ioana RUS & Lindvall, 2002). QUANDO uma pessoa capacitada deixa uma organização, pode ser criada uma importante lacuna de conhecimento que afetará a performance da organização. Muitas vezes, a organização

nem mesmo tem a noção de quanto conhecimento foi perdido. (I. RUS & Lindvall, 2002).

Como uma organização temporária e intensiva em conhecimento, o projeto de software está também sujeito às perdas de conhecimento pela saída de pessoas da equipe, o que é tido como um fator negativo à conservação do conhecimento da equipe. Ao excesso de rotatividade – entrada e saída de pessoas durante a execução do projeto – se atribui uma relação negativa com a estabilidade da equipe, por se entender que ela terá mais dificuldade na retenção e compartilhamento do grande volume de conhecimento necessário ao projeto. A entrada freqüente de funcionários recém chegados na empresa também é considerada negativa para a estabilidade da equipe. Embora essas pessoas possam trazer consigo novas ideias e experiências, que venham a agregar valor para a execução do projeto, considera-se que a estabilidade da equipe é afetada negativamente por causa do período necessário para a adaptação da equipe e para aquisição de conhecimento sobre o projeto pelos novos membros. Os indicadores do construto são listados no Quadro 15.

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
CH10	Os membros da equipe alocada para o projeto já tinham um bom tempo de casa. Avalie o tempo de permanência dos membros da equipe na organização.	(GOLDONI & OLIVEIRA, 2010; RODOV & LELIAERT, 2002)
CH11	Foi freqüente a entrada e saída de membros da equipe durante o projeto. Avalie se a execução do projeto foi marcada pela rotatividade freqüente de membros da equipe. Observação: este indicador tem uma correlação negativa com o construto.	Elaboração própria

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
CH12	<p>A equipe perdeu competências importantes com a saída de integrantes durante o projeto.</p> <p>Avalie se houve perda de competências importantes durante o projeto, causada pela saída de recursos humanos da equipe.</p> <p>Observação: este indicador tem uma correlação negativa com o construto.</p>	(BONTIS, 1998)
CH13	<p>Foi freqüente a entrada na equipe de funcionários recém-chegados à empresa durante a execução do projeto.</p> <p>Avalie se a execução do projeto foi marcada pela entrada freqüente de funcionários recém-chegados à empresa.</p> <p>Observação: este indicador tem uma correlação negativa com o construto.</p>	(SECUNDO et al., 2010; SELEIM et al., 2004)

Quadro 15 –Indicadores para o construto *Estabilidade da Equipe*.

Fonte: Elaboração própria.

4.2.2 Capital Estrutural

Definição: *Representa o conhecimento embutido na estrutura da organização de software e aplicado na execução dos projetos, incluindo a cultura, os processos, as bases de conhecimento e os sistemas de informação, que se mantêm na organização independente da permanência do capital humano.*

Como ocorre em outras organizações intensivas em conhecimento, o capital humano é o principal ativo das organizações de software e, por conseguinte, dos projetos de software. Ao mesmo tempo, o capital humano representa um grande desafio para os gestores, já que ele vai para casa todos os dias com os colaboradores e não pode ser possuído ou controlado pela organização (KIESEWETTER-KÖBINGER, 2010). Essa volatilidade do capital humano, que se manifesta, por exemplo, na saída de pessoas experiências da organização, caracteriza um risco permanente e faz com que as organizações tentem gerar capital estrutural a partir do capital humano

(KARAGIANNIS, Waldner, Stoeger, & Nemetz, 2008). O capital estrutural é o conhecimento que fica na empresa quando os funcionários vão para casa e é, portanto, propriedade da mesma (PABLOS, 2004).

Além da retenção do material intelectual na organização, o capital estrutural exerce a função primordial de suportar a realização de valor pelo capital humano. Segundo BONTIS (1998), os indivíduos da organização podem ter um alto nível de intelecto, mas se tiverem que conduzir as suas ações por sistemas e procedimentos pobres, o capital intelectual como um todo não poderá atingir o seu potencial. Todas as organizações possuem capital estrutural, que provê a infraestrutura para o desempenho do seu capital intelectual, mas para as organizações do conhecimento, o capital estrutural constitui o ativo propulsor mais valioso (EDVINSSON & Sullivan, 1996).

De acordo com Ioana RUS & Lindvall (2002), nas atividades dos projetos de software, todos os envolvidos devem tomar decisões técnicas ou gerenciais que, na maior parte do tempo, são feitas com base nas experiências individuais ou apoiadas no conhecimento adquirido nos contatos informais. À medida que as organizações crescem, o compartilhamento informal do conhecimento deixa de ser suficiente, tornando-se necessária a definição de processos para o compartilhamento do conhecimento, possibilitando que os funcionários de toda a organização possam tomar decisões melhores. Assim, as organizações precisam aplicar o conhecimento adquirido em projetos anteriores na realização de novos projetos. Os membros da organização de software adquirem experiências valiosas a cada projeto e a organização e os indivíduos têm muito a ganhar com o compartilhamento deste conhecimento. Como reforça HARRISON (2004), se uma organização é incapaz de aprender com suas próprias experiências, ou mesmo com as lições vindas de outras organizações, pode-se esperar que o seu desempenho venha a cair até que se torne inviável, mesmo que seu início tenha sido promissor.

No modelo proposto, o construto de *Capital Estrutural* aplicado a um projeto de software é representado pelas dimensões *Cultura para o Projeto, Estrutura para o Projeto, Processos, Codificação do Conhecimento e Sistemas de Informação*.

Cultura para o Projeto

Definição: *Representa os aspectos da cultura da organização de software relacionados à sua vocação para a realização de projetos e para a busca da melhor performance das equipes.*

O conceito de cultura compreende as crenças, valores e atitudes que permeiam a organização e provocam a geração de linguagens, símbolos e hábitos de comportamento e pensamento BONTIS (1999b). Os valores referem-se ao que a organização considera mais importante para os seus negócios, empregados e clientes; enquanto as crenças guiam as atitudes dos colaboradores em relação a si próprios, à organização e aos clientes J. CHEN et al. (2004). A cultura é a cola que mantém a organização unida (CABRITA & BONTIS, 2008) e, quando orientada por uma filosofia de gestão favorável, constitui um importante ativo para as organizações, dando suporte à realização plena do potencial humano dos colaboradores e motivando-os a servirem a organização e os seus clientes (J. CHEN et al., 2004). A cultura é importante para a efetividade e eficiência das organizações porque fornece às pessoas uma base comum para a interpretação de eventos e para orientar a atuação individual e conjunta em prol dos objetivos da organização (MARR, SCHIUMA, & NEELY, 2004). Em ambientes de trabalho não rotineiro, envolvendo situações que exigem iniciativa, flexibilidade e inovação por parte dos indivíduos, a influência exercida pela cultura organizacional torna-se mais eficaz do que os métodos de controle formal (CURADO, 2006).

O projeto de software convive, normalmente, com a estrutura hierárquica ou departamental da organização em que é executado, que é a garantidora dos recursos nele empregados (CHEMUTURI & CAGLEY JR., 2010). Desta forma, entende-se que a cultura da organização tem o poder tanto de sustentar quanto de inibir a performance dos projetos. Os indicadores do construto são descritos no Quadro 16.

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
CE1	<p>A organização entende que o projeto é a forma adequada de organizar o trabalho de desenvolvimento de software.</p> <p>Avalie se a organização, como um todo, cultiva o projeto como forma ideal de organização do trabalho de desenvolvimento de software.</p>	<p>(BARNEY, AURUM, et al., 2009; CHEMUTURI & CAGLEY JR., 2010; J. CHEN et al., 2004; GUBIANI, 2011; SELEIM et al., 2004)</p>
CE2	<p>A organização entende a importância do sucesso dos projetos de desenvolvimento de software para a sua prosperidade.</p> <p>Avalie em que grau a organização cultiva a ideia do projeto como meio para a sua prosperidade.</p>	
CE3	<p>Os colaboradores da organização sentem-se valorizados pela sua atuação em projetos.</p> <p>Avalie se as pessoas se sentem valorizadas pela sua atuação em projetos, mesmo quando estão hierarquicamente subordinadas a uma chefia fora do projeto.</p>	

Quadro 16 – Indicadores para o construto *Cultura para o Projeto*.

Fonte: Elaboração própria.

Estrutura para o Projeto

Definição: *Trata da formalização do projeto como forma de organização do trabalho de desenvolvimento de software, abrangendo aspectos da distribuição de poderes e responsabilidades, inerente às políticas de gerenciamento da organização.*

O conceito de estrutura organizacional trata da distribuição de poderes e responsabilidades como parte dos processos de gerenciamento da organização. A natureza dessa estrutura é tanto estática quanto dinâmica, já que não inclui somente relações formais de poder e controle, mas também relações desenvolvidas informalmente durante a vida das organizações. (J. CHEN et al., 2004).

Retomando-se novamente a ideia da convivência do projeto com a estrutura departamental da organização (CHEMUTURI & CAGLEY JR., 2010), argumenta-se que o projeto precisa ser legitimado dentro da estrutura de poderes para que sua equipe desempenhe o seu potencial. Os indicadores do construto são descritos no Quadro 17.

Indicador	Descrição	Referências
CE4	A constituição de equipes de projeto é reconhecida formalmente pela organização.	(CHEMUTURI & CAGLEY JR., 2010; J. CHEN et al., 2004; L. C. A. M. de OLIVEIRA, 2000; SELEIM et al., 2004)
CE5	A organização atribui aos gestores de projeto os devidos poderes e responsabilidades.	
CE6	A atuação em projetos é devidamente reconhecida nas políticas de avaliação de pessoal.	

Quadro 17 - Indicadores para o construto *Estrutura para o Projeto*.

Fonte: Elaboração própria.

Processos

Definição: *Avalia os processos operacionais que promovem a realização das atividades dos projetos por meio de métodos de trabalho considerados mais efetivos ao longo da história da organização de software.*

Os processos operacionais são métodos de trabalho que têm se mostrado efetivos para garantir que uma organização consiga executar as suas tarefas. Políticas de gestão bastante reconhecidas, como o Gerenciamento da Qualidade Total (TQM) e a Reconstrução da Companhia, focam na reformulação dos processos operacionais como estratégias para o aumento da eficiência e a redução dos custos de produção. (J. CHEN et al., 2004).

Em um projeto de software, as atividades de engenharia e os resultados associados são sempre guiados por um processo de desenvolvimento, mesmo quando este não é claramente definido (SOMMERVILLE, 2007). Além dos processos da engenharia de software, a organização pode contar com processos que apoiam outras

etapas do desenvolvimento, como o relacionamento o cliente, por exemplo. Os indicadores do construto são descritos no Quadro 18.

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
CE7	A organização adota um processo padrão a ser seguido na realização dos projetos de software. Avalie em que grau a organização fornece um processo de desenvolvimento bem documentado e completo para apoiar os projetos de software.	(BARNEY, AURUM, et al., 2009; CHEMUTURI & CAGLEY JR., 2010; J. CHEN et al., 2004; SELEIM et al., 2004; SOMMERVILLE, 2007)
CE8	A organização conta com processos que orientam as relações da equipe de projeto com entidades externas. Avalie em que grau a organização conta com processos para orientar as relações das equipes de projeto com entidades externas, como: clientes, fornecedores, outros setores da organização, outras equipes de projeto, etc.	
CE9	O projeto adotou o processo de desenvolvimento de software da organização. Avalie em que extensão o projeto avaliado seguiu o processo de desenvolvimento instituído pela organização.	
CE10	O processo de desenvolvimento da organização foi adaptado para a execução do projeto. Avalie em que grau o processo de desenvolvimento foi adaptado para as necessidades específicas do projeto avaliado.	

Quadro 18 – Indicadores para o construto *Processos*.

Fonte: Elaboração própria.

Codificação do Conhecimento

Definição: *Representa os conhecimentos explícitos, que são gerados, armazenados e compartilhados por meio dos processos de aprendizagem organizacional e que podem ser aplicados em favor da performance dos projetos.*

O conhecimento organizacional é um conceito amplo, que reflete a capacidade que tem a organização de atuar e exercer vantagem competitiva sobre os seus concorrentes (CURADO, 2006). O conhecimento é a base do capital intelectual e das capacidades das organizações (MARR et al., 2004).

Parte do conhecimento que permeia as organizações é retido na forma de capital estrutural, que compreende os ativos intangíveis, tais como sistemas de informação, rotinas, procedimentos e bases de dados (CABRITA & BONTIS, 2008). Enquanto parte do conhecimento institucionalizado pelo capital estrutural está embutido em processos, rotinas, estruturas administrativas e na própria cultura organizacional, outra parte, a que se refere o construto proposto, é propositadamente codificada e armazenada em porções imediatamente acessíveis, como bases de soluções, lições aprendidas, relatórios de encerramento de projetos, etc. Para RODRIGUES et al. (2009), tornar o conhecimento individual disponível para as outras pessoas é a atividade central das organizações baseadas em conhecimento. Os indicadores para o construto são descritos no Quadro 19.

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
CE11	A organização conta com repositórios de conhecimento acessíveis às equipes de projeto. Avalie se as equipes de projeto têm acesso ao conhecimento aprendido pela organização.	(SELEIM et al., 2004)

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
CE12	Na execução do projeto foram aplicados conhecimentos disponíveis nos repositórios da organização. Avalie em que extensão o projeto fez uso do conhecimento já aprendido pela organização.	
CE13	Na execução do projeto foram reutilizadas soluções de software desenvolvidas em projetos anteriores. Avalie se o projeto reutilizou soluções diretamente relacionadas à engenharia de software, como por exemplo: componentes de software, padrões de desenvolvimento e modelos de arquitetura.	

Quadro 19 - Indicadores para o construto *Codificação do Conhecimento*.
Fonte: Elaboração própria.

Sistemas de Informação

Definição: *Representam as ferramentas de informática que suportam a geração, o armazenamento e a transmissão de informações no interior da organização e que podem ser aplicadas a favor da performance dos projetos.*

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
CE14	Os sistemas de informação forneceram o suporte adequado à execução do projeto. Avalie se a infra-estrutura de sistemas de informação da organização deu o devido suporte à realização do projeto avaliado.	(BARNEY, AURUM, et al., 2009)(J. CHEN et al., 2004; SELEIM et al.,

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
CE15	Os sistemas de informação facilitaram a comunicação e a colaboração entre os envolvidos no projeto. Avalie se a infra-estrutura de sistemas de informação da organização deu suporte à comunicação e à colaboração entre os envolvidos no projeto.	2004)(L. C. A. M. de OLIVEIRA, 2000)
CE16	Os sistemas de informação facilitaram a geração e a reutilização do conhecimento organizacional. Avalie se os sistemas de informação facilitaram o compartilhamento do conhecimento organizacional durante o projeto.	

Quadro 20 – Indicadores para o construto *Sistemas de Informação*.

Fonte: Elaboração própria.

Uma estrutura de sistemas adequada pode trazer enormes benefícios para a organização, favorecendo o fluxo de informação, elevando a eficiência operacional e acelerando os processos de aprendizagem. (J. CHEN et al., 2004). Os indicadores do construto são descritos no Quadro 20.

4.2.3 Capital Relacional

Definição: *Representa as relações que permeiam a organização de software e influenciam a execução do projeto, estabelecidas dentro quanto além das fronteiras da organização.*

O capital relacional trata do conhecimento derivado das redes de relacionamento da organização, que não estão limitadas às relações entre os empregados, mas estendem-se também às entidades externas à organização, como clientes, fornecedores, parceiros comerciais, entre outros (YOUNDT et al., 2004).

A realização dos projetos de software depende de grandes porções de conhecimento que, frequentemente, não são acessíveis a partir de documentos ou outros meios tangíveis, mas são transportadas pelas pessoas envolvidas (Ioana RUS et al., 2001). Assim, presume-se

que o conhecimento derivado das relações que permeiam o projeto de software seja essencial para alavancar a performance do mesmo. Tais relações não estão limitadas às pessoas da equipe, devendo abranger outras equipes e setores da própria organização, organizações externas e o cliente do projeto. Baseados no modelo de G. ROOS & ROOS (1997), os construtos *Relação com o Cliente* e *Redes de Colaboração* são propostos como os elementos que sintetizam o *Capital Relacional* como fator influente da performance do projeto de software.

Relação com o Cliente

Definição: *Descreve aspectos do relacionamento entre o cliente e a equipe do projeto, bem como entre o cliente e a organização de software, que podem influenciar a performance do projeto.*

O cliente é visto por RODRIGUES et al. (2009) como uma fonte de novas ideias e de inovação, principalmente quando envolvido diretamente no desenvolvimento das soluções. A comunicação e a colaboração com o cliente são apontados na literatura como fatores importantes para o sucesso dos projetos de software (MOLOKKEN-OSTVOLD & FURULUND, 2007). Essas relações recebem grande ênfase nas metodologias ágeis de desenvolvimento, onde o cliente é a fonte essencial de informação sobre o que o projeto deve entregar e sobre as prioridades dessas entregas (CHEMUTURI & CAGLEY JR., 2010). Os indicadores para o construto são descritos no Quadro 21.

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
CR1	Foi estabelecida uma relação de parceria com o cliente durante o projeto. Avalie se o cliente e a equipe do projeto trabalharam em parceria para a execução do projeto.	(RODOV & LELIAERT, 2002)

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
CR2	O canal de comunicação com o cliente manteve-se constantemente aberto durante o projeto. Avalie se foi estabelecido um bom canal de comunicação entre o cliente e a equipe do projeto – para esclarecer dúvidas, resolver impasses, trocar sugestões, etc.	
CR3	Foram realizadas reuniões com o cliente em diversos pontos da execução do projeto. Avalie se durante o projeto foi realizado um número suficiente de reuniões com o cliente, seja presenciais ou à distância.	(BONTIS, 1998)
CR4	O cliente do projeto já tinha um bom relacionamento com a organização. Avalie se o cliente já era fiel à organização antes da realização do projeto.	(BONTIS, 1998; J. CHEN et al., 2004; MALAVSKI et al., 2010)

Quadro 21 –Indicadores para o construto *Relação com o Cliente*.

Fonte: Elaboração própria.

Redes de Colaboração

Definição: *Trata dos relacionamentos de cooperação que podem favorecer a performance do projeto de software, incluindo parcerias com organizações externas, colaborações com outros grupos da mesma organização e o relacionamento entre os membros da equipe do projeto.*

Frente à impossibilidade de controlar todos os fatores críticos de sua atividade, as organizações frequentemente recorrem à formação de alianças para preencher suas lacunas de competência (RODRIGUES et al., 2009). Essas redes podem ter início no interior da organização, quando um grupo de pessoas é empreendido de uma tarefa comum, e se expandir até o seu exterior, atingindo organizações parceiras, fornecedores, entidades de classe e a comunidade em que a organização está inserida.

A maioria do software profissional é desenvolvido por equipes de projeto. Estas são compostas por um ou mais grupos de pessoas que, além de possuírem o equilíbrio adequado de habilidades técnicas, experiências e personalidades, precisam estar determinadas a colaborar para um objetivo comum (SOMMERVILLE, 2007). Na comunicação e na colaboração entre os envolvidos ocorre a transferência e o compartilhamento do conhecimento, tão importantes para a atividade de desenvolvimento de software (Ioana RUS & Lindvall, 2002). Os indicadores do construto são descritos no Quadro 22.

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
CR5	A realização do projeto foi apoiada por parcerias com outras organizações. Avalie se as parcerias externas estabelecidas pela organização apoiaram a realização do projeto.	Elaboração própria
CR6	Os membros da equipe interagiram com outras equipes ou setores da própria organização na busca de soluções para o projeto. Avalie se a equipe interagiu com outros membros da organização, trocando ideias, conhecimentos e experiências, em busca de soluções para o projeto.	(YOUNDT et al., 2004)
CR7	Os membros da equipe colaboraram entre si na busca de soluções para o projeto. Avalie se os membros da equipe colaboraram com os colegas para a solução dos problemas, ao invés de limitar as suas atuações aos papéis e atividades que lhes foram atribuídos.	(BONTIS, 1998; YOUNDT et al., 2004)

Quadro 22 - Indicadores para o construto *Redes de Colaboração*.

Fonte: Elaboração própria.

4.2.4 Performance do Projeto

Definição: *Avalia a execução projeto, a qualidade dos produtos gerados e os benefícios trazidos para a organização de software e para outras partes interessadas.*

A performance do projeto é a dimensão dependente do modelo teórico, supostamente influenciada pelas dimensões do capital intelectual. O construto visa descrever os resultados atingidos pela equipe de um projeto de desenvolvimento de software. Cada parte interessada – contratantes, patrocinadores, gestores do projeto, membros da equipe e clientes – tem uma visão particular sobre a performance do projeto, o que a torna um fenômeno multifacetado e que deve ser avaliado sob um conjunto amplo de aspectos (BARCLAY, 2008; J. JIANG, 2004). Com base nos modelos de performance revisados no Capítulo 2, as dimensões *Eficiência*, *Efetividade* e *Contribuição para o Futuro* foram consideradas suficientes para fornecer uma visão ampla da performance do projeto.

Eficiência

Definição: *Avalia a forma como o projeto foi executado, considerando a produtividade da equipe e a aderência do projeto aos recursos alocados.*

A eficiência está ligada à qualidade do processo, caracterizando uma percepção subjetiva sobre a forma como o projeto de software foi executado. Uma performance eficiente sugere que a equipe trabalhou sem grandes oscilações no desempenho, mantendo aderência aos recursos alocados, como tempo, custo e número de participantes, e por meio de um processo bem gerenciado. (GOPAL & GOSAIN, 2009; John C HENDERSON & LEE, 1992; JONES, 1996; J. Y.-C. LIU et al., 2010). Os indicadores do construto são descritos no Quadro 23.

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
PF1	<p>A produtividade atingida pela equipe superou as expectativas.</p> <p>Avalie se as saídas produzidas pela equipe do projeto foram altas considerando a quantidade de esforço empregada.</p>	<p>(KASUNIC, 2008; RAMASUBBU & BALAN, 2007)</p>
PF2	<p>Os prazos do projeto foram bem controlados.</p> <p>Avalie a pontualidade das entregas do projeto, ou seja, se as metas de prazo foram cumpridas durante toda a sua execução.</p>	<p>(D.-N. CHEN et al., 2009; COOPRIDER & HENDERSON, 1989; GOPAL & GOSAIN, 2009; J.C.</p>
PF3	<p>Os custos do projeto foram bem controlados.</p> <p>Avalie se a execução do projeto foi realizada respeitando constantemente as previsões de custos.</p>	<p>HENDERSON & others, 1988; John C</p>
PF4	<p>A quantidade de trabalho produzida pela equipe superou as expectativas.</p> <p>Avalie a quantidade de trabalho produzida pela equipe em relação ao esperado, incluindo software, documentação e outros artefatos.</p>	<p>HENDERSON & LEE, 1992; J. JIANG, 2004; JONES, 1996; J. Y.-C. LIU et al., 2010; MANZLOOR, 2004; NA et al., 2007; Arun RAI, 2000; SHENHAR, 2001; WALLACE et al., 2004; S. L. WANG et al., 2006; ZOWGHI & NURMULIANI, 2007)</p>

Quadro 23 – Indicadores para o construto *Eficiência*.

Fonte: elaboração própria.

Efetividade

Definição: *Avalia a qualidade dos produtos gerados pelo projeto, o atendimento dos requisitos estabelecidos e a satisfação do cliente com os resultados produzidos.*

A efetividade é uma avaliação subjetiva sobre as saídas produzidas pela equipe do projeto e está ligada ao grau com que o software desenvolvido atende às necessidades do cliente (GOPAL & GOSAIN, 2009). Dado que a produção do software é o grande objetivo do projeto de desenvolvimento, os indicadores utilizados na mensuração do construto (Quadro 24) enfatizam os critérios de qualidade do software entregue, seja este um novo produto ou uma evolução de um software existente. Tais critérios envolvem: a confiabilidade dos resultados produzidos pelo software; o desempenho operacional do software; a facilidade de operação por parte do usuário para o qual o software foi projetado; e a facilidade com que o software pode ser modificado em consequência das mudanças no ambiente em que se aplica (SOMMERVILLE, 2007). Este último critério, aliás, beneficia não só o cliente como também as futuras equipes responsáveis pela evolução do software. Os indicadores buscam medir também o atendimento dos requisitos estabelecidos para o projeto, a qualidade geral do trabalho da equipe e a satisfação do cliente com os resultados produzidos.

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
PF5	A qualidade do trabalho produzido pela equipe superou as expectativas. Avalie a qualidade geral do trabalho produzido pela equipe, incluindo especificações, protótipos, projetos, software, documentação, etc.	(D.-N. CHEN et al., 2009; COOPRIDER & HENDERSON, 1989; J.C. HENDERSON &

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
PF6	<p>Os requisitos estabelecidos pelo cliente foram atendidos.</p> <p>Avalie em que grau os requisitos estabelecidos pelo cliente foram atendidos no produto final do projeto. Considere tanto as funcionalidades quanto os aspectos não funcionais do software (segurança, tempo de resposta, tolerância a falhas, etc.).</p>	<p>others, 1988; John C HENDERSON & LEE, 1992; JONES, 1996; J. Y.-C. LIU et al., 2010; MANZOOR, 2004; Arun RAI, 2000; E. WANG et al., 2008)</p>
PF7	<p>O cliente está satisfeito com os resultados do projeto.</p> <p>Avalie a satisfação demonstrada pelo cliente com os resultados produzidos, incluindo os produtos entregues, os custos, os prazos e o relacionamento com a equipe.</p>	<p>(MANZOOR, 2004; Arun RAI, 2000; SHENHAR, 2001)</p>
PF8	<p>A confiabilidade é uma qualidade marcante do software desenvolvido.</p> <p>Avalie a capacidade do software produzido de operar sem falhas, ou seja, sem gerar saídas inesperadas.</p>	<p>(GOPAL & GOSAIN, 2009; J. JIANG, 2004; LIANG et al., 2007; NA et al., 2007; NIDUMOLU, 1996; Arun RAI, 2000; WALLACE et al., 2004)</p>

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
PF9	<p>O desempenho é uma qualidade marcante do software desenvolvido.</p> <p>Avalie aspectos de desempenho do software em operação, como tempo de resposta aos comandos e a velocidade das operações.</p>	(GOPAL & GOSAIN, 2009; LIANG et al., 2007; NA et al., 2007; NIDUMOLU, 1996; WALLACE et al., 2004)
PF10	<p>A usabilidade é uma qualidade marcante do software desenvolvido.</p> <p>Avalie a facilidade com que o software é operado pelos usuários.</p>	(GOPAL & GOSAIN, 2009; LIANG et al., 2007; NIDUMOLU, 1996; WALLACE et al., 2004)
PF11	<p>A flexibilidade é uma qualidade marcante do software desenvolvido.</p> <p>Avalie a facilidade com que o software produzido pode ser alterado ou evoluído, tanto em resposta às novas necessidades do cliente, quanto em função das mudanças tecnológicas.</p>	(GOPAL & GOSAIN, 2009; NIDUMOLU, 1996; Arun RAI, 2000)

Quadro 24 –Indicadores para o construto *Efetividade*.

Fonte: Elaboração própria.

Contribuição para o Futuro

Definição: *Avalia os benefícios trazidos pelo projeto na forma de preparação para os desafios futuros da organização.*

Claramente, a maioria dos projetos é concebida tendo em mente uma perspectiva de negócio, visando uma melhor performance da organização – mais lucros, aumento da fatia de mercado, crescimento. No entanto, equipes de projetos estão tipicamente focadas em atender às

demandas imediatas dos projetos e não nos aspectos do negócio que os cercam. (SHENHAR, 2001). Na mesma linha, ALTHOFF et al., (2000) afirmam que o projeto tem como foco principal o atendimento de determinada especificação, obedecendo às restrições de prazo e custo, podendo ser considerado, então, como um problema de otimização local. Consequentemente, fazer com que o projeto contribua para a capitalização do conhecimento no nível organizacional – otimização global – freqüentemente conflita com as metas locais dos projetos. Segundo COOPRIDER & HENDERSON (1989), a performance do projeto ocorre dentro de uma organização, devendo ser avaliada também de uma ótica organizacional ou sistêmica, envolvendo a contribuição do projeto para o sucesso da organização.

Desta forma, o construto *Contribuição para o Futuro* visa descrever os benefícios que vão além dos resultados imediatos do projeto, como lucratividade e aumento da fatia de mercado. Esses benefícios são realizados no futuro – às vezes muito depois da conclusão do projeto e frequentemente de forma indireta (SHENHAR, 2001). Os indicadores do construto são descritos no Quadro 25.

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
PF12	<p>O projeto contribuiu para o aumento do conhecimento tecnológico da organização.</p> <p>Avalie a contribuição do projeto para o aumento do conhecimento sobre tecnologias que ainda não eram dominadas.</p>	(J. JIANG, 2004; LIANG et al., 2007; LU et al., 2008; NA et al., 2007; NIDUMOLU, 1996)
PF13	<p>O projeto contribuiu para o aumento do conhecimento da organização sobre a área de aplicação do software produzido.</p> <p>Avalie a contribuição do projeto para o aumento do conhecimento sobre a área de negócio do cliente.</p>	(J. JIANG, 2004; LIANG et al., 2007; NIDUMOLU, 1996)

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
PF14	<p>A realização do projeto contribuiu para a fidelização do cliente.</p> <p>Avalie se os resultados do projeto influenciaram positivamente o relacionamento do cliente com a organização.</p>	Elaboração própria
PF15	<p>Durante o projeto foram documentados conhecimentos e experiências que podem ser reutilizados em projetos futuros.</p> <p>Avalie se a equipe do projeto registrou experiências e conhecimentos que podem ser reutilizados pela organização, incluindo boas práticas, fatores de risco, estratégias de resolução de problemas, etc.</p>	Elaboração própria
PF16	<p>Durante o projeto foram gerados artefatos de software que podem ser reutilizados em projetos futuros.</p> <p>Avalie se foram produzidos artefatos específicos da engenharia de software que podem ser reutilizados em projetos futuros: componentes de software, especificações genéricas, padrões de projeto, orientações técnicas, etc.</p>	Elaboração própria

Indicador	Descrição e texto de ajuda	Referências
PF17	<p>O projeto contribuiu para a melhoria do processo de desenvolvimento de software da organização.</p> <p>Avalie se a equipe de projeto gerou contribuições para o processo de desenvolvimento da organização, seja apontando deficiências, fazendo sugestões de melhoria ou incorporando novos elementos ao processo.</p>	Elaboração própria

Quadro 25 – Indicadores para o construto *Contribuição para o Futuro*.
 Fonte: Elaboração própria.

4.3 Avaliação da Semântica dos Indicadores

A efetividade do instrumento de pesquisa gerado a partir do modelo teórico proposto depende, em grande parte, da qualidade das definições constitutivas e operacionais dos construtos. Como forma de validar e adequar essas definições, foi realizada uma análise semântica do modelo teórico, com objetivo de verificar se os itens do instrumento são compreensíveis aos membros da população a que se destina, como recomenda (PASQUALI, 1999). A análise de juízes foi o procedimento utilizado, conforme detalhado no capítulo 3.

Os resultados da análise de juízes revelaram divergências importantes na compreensão do construto *Estrutura para o Projeto*: de um total de seis avaliações, os itens CE4 e CE6 receberam, respectivamente, três e quatro associações incorretas, a maioria relacionando os itens ao construto *Cultura para o Projeto*. Além disso, a *Estrutura para o Projeto* foi associada a indicadores que, na realidade, pertenciam ao construto *Processos*. Em consequência dessas divergências, julgou-se por bem retirar o construto *Estrutura para o Projeto* do instrumento de pesquisa, considerando-se que há uma sobreposição do conceito com os demais construtos do capital estrutural.

Os indicadores que receberam uma ou duas associações incorretas, ou que receberam algum comentário de dúvida ou sugestão, tiveram suas descrições revisadas visando a uma associação mais

evidente com os respectivos construtos. Foram também elaborados os textos de ajuda para os indicadores, que indicam mais claramente o que deve ser avaliado pelo respondente em cada um. Com exceção do construto *Estrutura para o Projeto*, que foi retirado do instrumento de pesquisa, os indicadores apresentados na seção anterior já estão na sua forma final, contemplando as melhorias na descrição e incluindo os textos de ajuda. O Quadro 26 sintetiza a estrutura final dos construtos do modelo teórico. Para cada construto de 1ª ordem está associada uma faixa de indicadores destinados à sua mensuração.

Construtos de 2ª ordem	Construtos de 1ª ordem	Grupo de Indicadores
Capital Humano	Competência para o Projeto	CH1 – CH5
	Atitude	CH6 – CH9
	Estabilidade da Equipe	CH10 – CH13
Capital Estrutural	Cultura para o Projeto	CE1 – CE3
	Processos	CE7 – CE10
	Codificação do Conhecimento	CE11 – CE13
	Sistemas de Informação	CE14 – CE16
Capital Relacional	Relação com o Cliente	CR1 – CR4
	Redes de Colaboração	CR5 – CR7
Performance do Projeto	Eficiência	PF1 – PF4
	Efetividade	PF5 – PF11
	Contribuição para o Futuro	PF12 – PF17

Quadro 26 – Operacionalização dos construtos do modelo.

Fonte: Elaboração própria.

4.4 Considerações Finais

Este capítulo apresentou o desenvolvimento de um modelo conceitual para análise da influência do capital intelectual sobre a performance dos projetos de software. Os três elementos do capital

intelectual – capital humano, capital estrutural e capital relacional – e a performance do projeto de software, constituem os conceitos fundamentais do modelo, sobre os quais foram levantadas as hipóteses de relacionamentos. Dada a sua complexidade, esses elementos foram tratados como conceitos multidimensionais, explicados por meio de construtos mais específicos que, por sua vez, são mensurados pelos indicadores, caracterizando um modelo hierárquico de segunda ordem.

O modelo proposto passou pela análise da adequação semântica dos indicadores aos construtos que pretendem medir, apoiada por especialistas da área de desenvolvimento de software. O resultado da análise provocou a eliminação de um dos construtos do capital estrutural, a revisão da descrição dos indicadores e a formulação de textos de ajuda para os respondentes sobre os indicadores. No capítulo seguinte, o modelo conceitual será verificado e validado por meio dos procedimentos estatísticos descritos no capítulo 3.

5 VALIDAÇÃO DO MODELO TEÓRICO

Este capítulo objetiva validar estatisticamente o modelo teórico desenvolvido no capítulo 4. O instrumento de pesquisa derivado desse modelo foi aplicado em empresas de desenvolvimento de software da Grande Florianópolis, região que vem se estabelecendo como um importante polo de empresas de base tecnológica. A amostra obtida foi de 56 projetos de software, provenientes de 43 empresas distintas.

A modelagem de equações estruturais baseada nos mínimos quadrados parciais (PLS-SEM) foi aplicada para conceber um modelo estatístico que possibilita: (i) verificar se as escalas de mensuração formuladas para os construtos teóricos são válidas para a análise dos elementos de interesse no ambiente das organizações de software; (ii) confrontar as hipóteses estabelecidas no modelo teórico com a manifestação do fenômeno estudado no ambiente das organizações de software.

Na continuação do capítulo, a seção 5.1 descreve as características do pólo tecnológico de Florianópolis, adotado como ambiente de estudos. A seção 5.2 descreve as características da amostra obtida. A elaboração do modelo estatístico inicia na seção 5.3, com a definição do diagrama de caminhos. As validações dos modelos de mensuração e estrutural são descritas nas seções 5.4 e 5.5, respectivamente. Na seção 5.6, os resultados do modelo estatístico são empregados na verificação das hipóteses do modelo teórico. A seção 5.7 traz as considerações finais do capítulo.

5.1 O Ambiente de Estudo

O perfil econômico da Capital catarinense tem sofrido uma grande renovação nas últimas décadas: sem a presença de grandes indústrias, a cidade encontrou no setor de TIC uma atividade econômica coerente com os elementos naturais da Ilha (PMF, 2012). Segundo SILVA & QUELHAS (2006), “o conceito de desenvolvimento sustentável vem se aprimorando ao longo do tempo, num processo contínuo de reavaliação da sociedade em relação ao crescimento econômico e meio ambiente”. Neste sentido, considera-se que o desenvolvimento do setor de TIC em Florianópolis vai de encontro aos

anseios da sociedade de contar com o crescimento econômico sem o detrimento dos recursos naturais tão importantes para a Ilha.

A estimativa da Prefeitura Municipal é que, com uma população em torno de 400 mil habitantes, Florianópolis conta com cerca de 600 empresas de software, hardware e serviços de tecnologia, que geram aproximadamente cinco mil empregos diretos (PMF, 2012). Assim, a cidade vem se consolidando como um importante polo de base tecnológica, tanto no cenário nacional quanto internacional.

O reconhecimento dessa evolução é evidenciado, por exemplo, no Prêmio Finep de Inovação Tecnológica, criado em 1998 para reconhecer os esforços inovadores de empresas, instituições de ciência e tecnologia e organizações sociais brasileiras: de 1998 à 2009, em 8 das 12 edições do prêmio, pelo menos uma organização do Polo de Florianópolis foi vencedora em nível nacional ou regional (XAVIER, 2010). Internacionalmente, em 2006 a publicação *Newsweek International* divulgou Florianópolis como uma das 10 cidades mais dinâmicas do mundo⁷, justificando a escolha, entre outros fatores, pela presença de um polo de empresas de tecnologia de ponta, que constitui uma indústria limpa e baseada no conhecimento (XAVIER, 2010).

A indústria de base tecnológica, que era praticamente inexistente na região até meados dos anos 80, tornou-se o segundo grupo de atividade que mais fatura e gera Impostos Sobre Serviços (ISS), superando a construção civil, a saúde e chegando a dobrar o valor arrecado com o turismo, outra vocação inegável da região (PMF, 2012; XAVIER, 2010).

O polo tecnológico de Florianópolis conta com diversas instituições de coordenação, como a Associação Catarinense de Empresas de Tecnologia – ACATE, o Sindicato da Indústria de Informática de Santa Catarina, o SINDP/SC, a Associação de Empresas de Tecnologia da Informação, Software e Internet, entre outras (LINS, 2005). As principais áreas de concentração produtiva do Polo estão localizadas: no Complexo Industrial de Informática, no bairro Trindade; no Parque Tecnológico Alta, no bairro João Paulo; no Sapiens Parque, em Canasvieiras; no Parque Tecnológico Acate, em Santo Antônio de Lisboa; expandindo-se também para bairros e regiões industriais dos municípios de São José, Biguaçu e Palhoça (XAVIER, 2010). Registra-se ainda a presença de incubadoras de empresas tecnológicas: Celta

⁷ Junto com Las Vegas (EUA), Furukoa (Japão), Munique (Alemanha), Londres (Inglaterra), Toulouse (França), Nanchang (China), Moscou (Rússia), Ghaziaba (Índia) e Gyang (Coreia do Sul).

(uma das pioneiras no país), Midi Tecnológico, Geness e Citeb (LINS, 2005; XAVIER, 2010).

Para delimitar a população de estudo, foram consideradas nesta pesquisa as empresas filiadas à Associação Catarinense de Empresas de Tecnologia e localizadas no Polo de base tecnológica da região de Florianópolis. Segundo XAVIER (2010), a ACATE é a mais antiga e importante associação privada do gênero em Santa Catarina. Com mais de 250 empresas de base tecnológica associadas, a maior parte delas em Florianópolis e região, a associação constitui o ponto de referência do Polo para o setor produtivo local e regional (XAVIER, 2010). Essa instituição “atua, desde 1986, em prol do desenvolvimento do setor de tecnologia do Estado de Santa Catarina”, consolidando-se como uma importante interlocutora das empresas catarinenses de tecnologia junto aos poderes públicos municipais, estaduais e federais, e junto às entidades representativas do setor tecnológico em todo o Brasil (ACATE, 2012).

5.2 Características da Amostra

A amostra coletada para a análise estatística do modelo contém dados sobre 56 projetos de desenvolvimento de software, executados por 43 empresas diferentes, na razão de 1,3 projetos por empresa. O número médio de funcionários das empresas pesquisadas é 124, dos quais 37, em média, atuam diretamente no desenvolvimento de software. A maioria das empresas é de pequeno porte, com até 50 funcionários, como mostra o Gráfico 1A. O tempo médio de atuação das empresas em desenvolvimento de software é de 12 anos e a maior parte tem entre 5 e 15 anos de experiência na área (Gráfico 1B). Das 43 empresas, 15 têm algum tipo de certificação do processo de desenvolvimento, com predominância dos modelos MPS/BR (6 empresas), ISO (6 empresas) e CMMI (4 empresas).

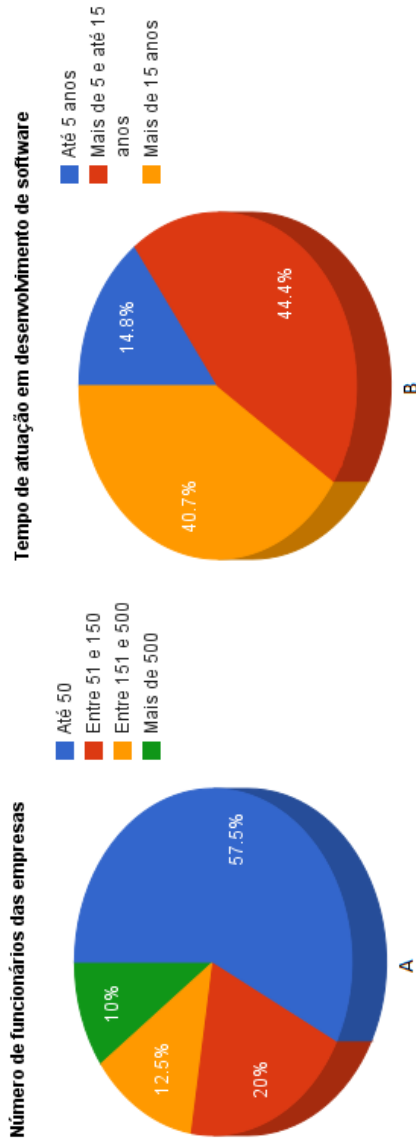


Gráfico 1 - Distribuição do número total de funcionários (A) e do tempo de atuação em desenvolvimento de software (B) das empresas pesquisadas.

Fonte: Elaboração própria.

Em média, os respondentes trabalham na empresa atual há 6 anos. O tempo de experiência em gestão de projetos, considerando também empregos anteriores, é de 5 anos em média, com cerca de 8 projetos geridos. A grande maioria dos respondentes tem menos de 5 anos de experiência na atividade de gestão de projetos de software, como ilustra o Gráfico 2.

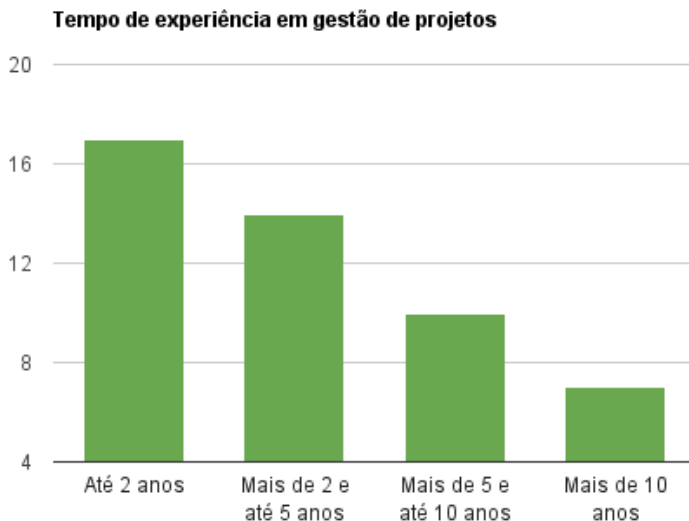


Gráfico 2- Tempo de experiência dos respondentes em gestão de projetos de software.

Fonte: Elaboração própria.

O tamanho médio das equipes dos projetos avaliados é de 8 pessoas, predominando as equipes entre 6 e 15 pessoas, como mostra o Gráfico 3A. Mais da metade dos projetos da amostra tiveram duração de 6 a 18 meses (Gráfico 3B), com duração média de 15 meses. QUANTO ao tipo de desenvolvimento, 73,2% dos projetos objetivam a criação de um novo software, enquanto 26,8% tratam de evoluções de produtos existentes. A grande maioria dos projetos, 80%, visa ao atendimento de um cliente externo à organização, enquanto 20% atendem às necessidades da própria organização de software.

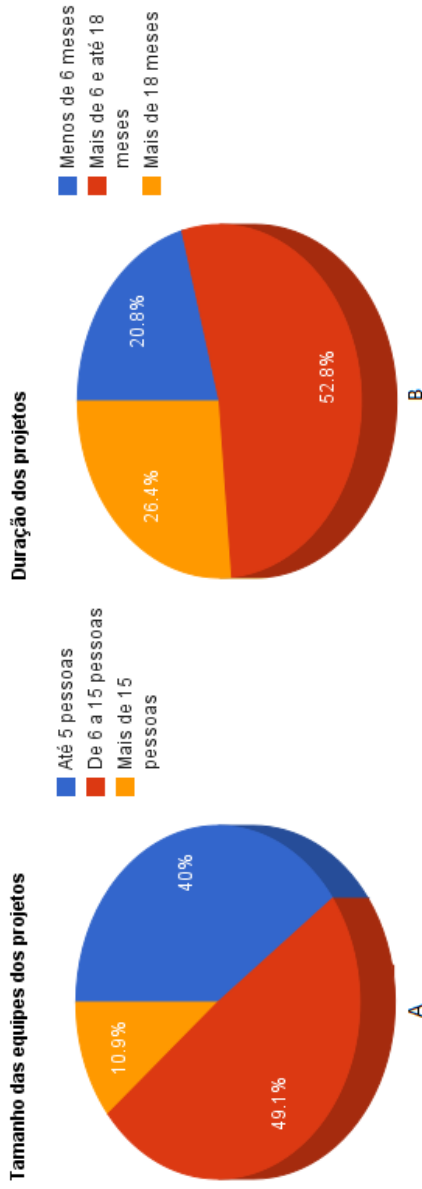


Gráfico 3 - Tamanho das equipes (A) e duração (B) dos projetos avaliados.
Fonte: Elaboração própria.

Quanto ao tipo de produto desenvolvido, predomina o software personalizado, em que as funcionalidades e características são encomendadas por um cliente específico, o que ocorre em 64,3% dos projetos. Os outros 35,7% dos projetos desenvolveram produtos de prateleira (COTS).

O Gráfico 4 mostra a distribuição dos projetos pelo modelo de processo de desenvolvimento adotado. A maioria dos projetos (44,6%) segue um modelo de desenvolvimento ágil. Em essência, essa abordagem de desenvolvimento prioriza: (i) a entrega rápida de software funcional para o cliente; (ii) a relação de colaboração entre a equipe do projeto e o cliente; (iii) a interação entre os indivíduos; e (iv) a aceitação da mudança dos requisitos como necessária e natural no processo de desenvolvimento (BECK, BEEDLE, BENNEKUM, COCKBURN, & CUNNINGHAM, 2001). O tradicional modelo em cascata, que considera as atividades de especificação, desenvolvimento, validação e evolução como fases distintas e sequenciais do processo (SOMMERVILLE, 2007), é utilizado em apenas 7 projetos, representando 12% do total. O modelo iterativo e incremental, em que são definidas entregas intermediárias ao cliente, realizadas por meio de ciclos de desenvolvimento chamadas de iterações (SOMMERVILLE, 2007), está presente em 33,9% dos projetos.

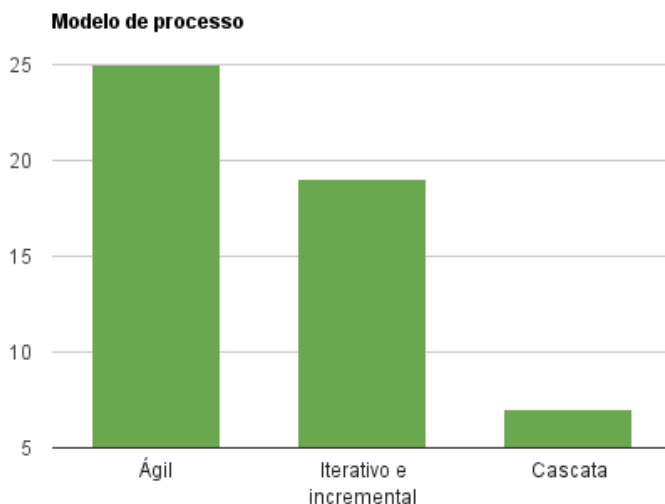


Gráfico 4 - Frequência do modelo de processo de desenvolvimento adotado nos projetos avaliados.

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 1 resume as estatísticas das variáveis numéricas coletadas para a caracterização da amostra, considerando apenas as respostas válidas para cada variável.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas das variáveis que caracterizam a amostra.

Característica	Respostas válidas	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Empresa					
Total de funcionários	39	5	700	124,13	190,39
Funcionários no desenvolvimento	43	3	400	37,19	66,76
Tempo de atuação (anos)	43	2	27	12,12	6,01
Respondente					
Tempo de empresa (anos)	54	0,5	19	5,91	4,77
Experiência em gestão de projetos (anos)	48	0,9	17	5,33	4,53
Número de projetos em que atuou como gestor	50	1	50	8,52	12,18
Projeto					
Tamanho da equipe	56	3	30	8,48	5,78
Duração (meses)	54	3	48	14,94	9,81

Fonte: Elaboração própria.

5.3 Diagrama de Caminhos para o Modelo de Equações Estruturais

O modelo teórico proposto nesta tese estabelece hipóteses acerca das relações entre construtos complexos e abrangentes. Esses construtos são definidos pelas suas dimensões, que caracterizam, por sua vez, construtos mais específicos medidos por meio das variáveis observáveis. A modelagem de equações estruturais é considerada uma abordagem estatística adequada a modelos hierárquicos, permitindo a representação de variáveis latentes em níveis hierárquicos e a estimação simultânea de diversas relações de dependência (CHIN, 2010; Joe F. HAIR, RINGLE, et al., 2011; WETZELS, 2009; WILSON & HENSELER, 2007). Dentre as técnicas de estimação disponíveis em SEM, a dos mínimos quadrados parciais (PLS-SEM) foi selecionada pela sua adequação ao tamanho da amostra disponível e pela sua característica exploratória, ideal para a verificação de teorias em desenvolvimento (Joe F. HAIR, RINGLE, et al., 2011).

Estabelecido o modelo teórico e levantados os dados de entrada, a modelagem PLS-SEM inicia pela elaboração do diagrama de caminhos, mostrado na Figura 14. As variáveis latentes de segunda ordem representam os elementos do capital intelectual – CH, CE e CR – e são causadoras da variável PERF, também de segunda ordem, que representa a performance do projeto de software. Por se tratar de um modelo reflexivo de segunda ordem, dois tipos de caminho são verificados: (i) as **relações causais** se estabelecem entre os construtos de segunda ordem, são as setas dirigidas da variável independente para a variável dependente; (ii) as **relações reflexivas** relacionam os construtos principais, de segunda ordem, com as suas subdimensões. Essas relações indicam que os construtos principais são refletidos pelos suas subdimensões, que são os construtos de primeira ordem. (WETZELS, 2009). No Quadro 27 são relacionados os construtos representados por cada variável latente do diagrama de caminhos.

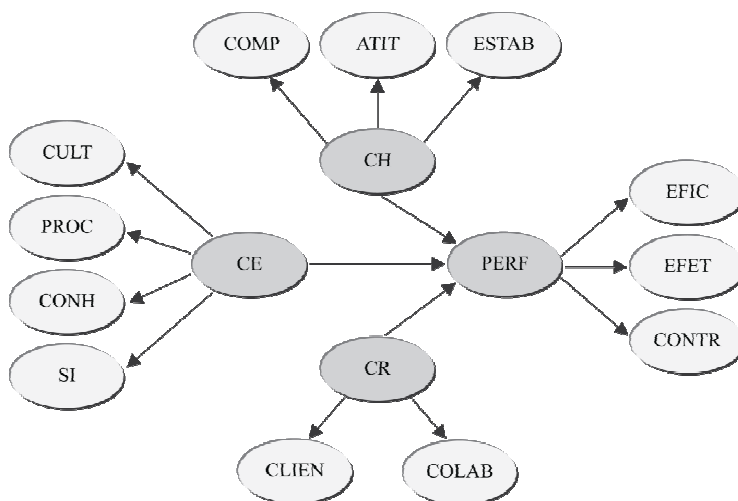


Figura 14 - Diagrama de caminhos para a modelagem de equações estruturais.
Fonte: Elaboração própria.

O diagrama de caminhos é desenhado na ferramenta SmartPLS (Christian Marc RINGLE et al., 2005), onde são gerados o modelo estrutural e o modelo de mensuração. As correlações entre os elementos do capital intelectual não são representadas diretamente no diagrama de caminhos PLS-SEM, mas a ferramenta fornece as correlações entre todas as variáveis latentes do modelo.

Variável latente	Construto	Variável latente	Construto
CH	Capital Humano	CR	Capital Relacional
COMP	Competência para o Projeto	CLIE	Relação com o Cliente
ATIT	Atitude	COLAB	Redes de Colaboração
ESTAB	Estabilidade da Equipe		
CE	Capital Estrutural	PERF	Performance do Projeto
CULT	Cultura para o Projeto	EFIC	Eficiência
PROC	Processos	EFET	Efetividade

Variável latente	Construto	Variável latente	Construto
CONH	Codificação do Conhecimento	CONTR	Contribuição para o Futuro
SI	Sistemas de Informação		

Quadro 27 – Construtos associados às variáveis latentes.

Fonte: Elaboração própria.

5.4 Validação do Modelo de Mensuração

O modelo de mensuração compreende os blocos que representam os construtos do modelo teórico, compostos pelas variáveis latentes e pelos seus indicadores. Os critérios de validação estabelecidos no capítulo 3 serão verificados em duas etapas. A primeira trata da confiabilidade dos construtos e da validade convergente do modelo. A segunda trata da validade discriminante do modelo.

5.4.1 Confiabilidade dos Construtos e Validade Convergente do Modelo

A Tabela 2 apresenta os resultados da estimação inicial do modelo de mensuração. Para cada variável latente são mostrados o número de indicadores associados, a confiabilidade composta (ρ_c) e a variância extraída média (AVE). São apresentados também os valores das cargas padronizadas de cada indicador em relação à sua variável latente, sendo que as variáveis latentes de primeira ordem fazem também o papel de indicadores para as variáveis de segunda ordem.

Tabela 2 – ρ_c , AVE e cargas padronizadas dos indicadores para as variáveis latentes.

Variável latente	Nº de indicadores	ρ_c	AVE	Indicadores									
				Cargas padronizadas (outer loadings)			Cargas padronizadas (outter loadings)						
CH	3	0,714	0,463	COMP	0,760	ATIT	0,744	ESTAB	0,505				
COMP	5	0,805	0,463	CH1	0,845	CH2	0,670	CH3	0,709	CH4	0,407	CH5	0,695
ATIT	4	0,865	0,618	CH6	0,790	CH7	0,892	CH8	0,763	CH9	0,685		
ESTAB	4	0,833	0,561	CH10	0,640	CH11	0,867	CH12	0,829	CH13	0,628		
CE	4	0,877	0,708	CULT	0,901	PROC	0,818	CONH	0,679	SI	0,793		
CULT	3	0,835	0,631	CE1	0,679	CE2	0,866	CE3	0,826				
PROC	4	0,882	0,654	CE7	0,820	CE8	0,834	CE9	0,882	CE10	0,684		
CONH	3	0,927	0,810	CE11	0,940	CE12	0,931	CE13	0,825				
SI	3	0,919	0,792	CE14	0,938	CE15	0,917	CE16	0,810				
CR	2	0,854	0,745	CLIEN	0,950	COLAB	0,769						
CLIEN	4	0,870	0,638	CR1	0,915	CR2	0,841	CR3	0,887	CR4	0,470		
COLAB	3	0,680	0,494	CR5	0,080	CR6	0,841	CR7	0,876				

Variável latente	Nº de indicadores	ρ_c	AVE	Indicadores											
				Cargas padronizadas (<i>outter loadings</i>)											
PERF	3	0,873	0,698	EFIC	0,766	EFET	0,975	CONTR	0,748						
				PF1	PF2	PF3	PF4								
EFIC	4	0,865	0,618	PF5	0,735	PF6	0,893	PF7	0,757	PF8	0,748				
				PF9	PF10	PF11	0,654								
EFET	7	0,939	0,690	PF12	0,755	PF13	0,902	PF14	0,933	PF15	0,903	PF16	0,837	PF17	0,792
				PF18	0,589	PF19	0,741	PF20	0,727	PF21	0,692	PF22	0,551	PF23	0,593
CONTR	6	0,815	0,427												

Fonte: Elaboração própria.

O critério de validade diz respeito ao valor de ρ_c , que deve ser maior ou igual a 0,70 para todos os construtos. A validade convergente do modelo é indicada pelos valores de AVE, que deve ser sempre maior ou igual a 0,50. Os valores que indicam problemas de confiabilidade estão destacados em negrito na tabela. Somente a variável COLAB apresentou ρ_c e AVE simultaneamente abaixo dos limites. A causa certamente é o indicador CR5, que possui uma carga padronizada quase nula e, portanto, é de baixíssima confiabilidade. A variável COMP apresenta AVE abaixo do limite, causada pela baixa confiabilidade do indicador CH4.

Entre as variáveis de segunda ordem, apenas a variável CH apresenta AVE abaixo do limite, em função da carga pequena associada à variável latente ESTAB. Embora o bloco dessa variável seja consistente – a variável ESTAB apresenta valores altos para ρ_c e AVE, e seus indicadores têm cargas próximas ou superiores a 0,70 – sua contribuição para o bloco de segunda ordem não é coerente com as demais variáveis.

A solução para os problemas apontados é eliminar do modelo os indicadores com baixa confiabilidade, seguindo os critérios estabelecidos na seção 3.5.2, passo 3. A cada variável eliminada o modelo deve ser reestimado e todos os resultados verificados novamente, em um processo iterativo que segue até se atingirem os critérios de confiabilidade em todos os blocos.

Como resultado desse processo, alguns indicadores foram eliminados do modelo, como mostra o Quadro 28. Mais importante, no entanto, é a eliminação do construto *Estabilidade da Equipe*, representado pela variável latente ESTAB e por seus quatro indicadores. Apesar das diversas tentativas, o valor de AVE para a variável CH só ficou acima do limite com a eliminação desse bloco, implicando na perda de uma das dimensões do capital humano. Assim, a validação do modelo teórico segue com a ressalva da perda de parte da expressividade do capital humano, mas com um modelo de mensuração confiável: a variância extraída da variável CH passou de 0,463 para 0,632.

A Tabela 3 mostra os resultados do modelo de mensuração após as restrições aplicadas. Verifica-se que todas as variáveis latentes apresentam valores de ρ_c e AVE acima dos valores críticos, que são 0,70 e 0,50, respectivamente. As cargas dos indicadores são sempre maiores que 0,70, com exceção das variáveis CH2, CH3, CH9, CR4, PF11, PF13 e PF16, que estão acima de 0,40 e foram mantidas em favor da confiabilidade geral do modelo, conforme recomendado em (Joe F.

HAIR, RINGLE, et al., 2011). Constata-se agora que o modelo de mensuração apresenta confiabilidade e validade convergente.

Indicador eliminado	Descrição	Construto a que pertenciam
ESTAB	Estabilidade da Equipe	Capital Humano
CH10*	Os membros da equipe alocada para o projeto já tinham um bom tempo de casa.	Estabilidade da Equipe
CH11*	Foi freqüente a entrada e saída de membros da equipe durante o projeto.	Estabilidade da Equipe
CH12*	A equipe perdeu competências importantes com a saída de integrantes durante o projeto.	Estabilidade da Equipe
CH13*	Foi freqüente a entrada na equipe de funcionários recém-chegados à empresa durante a execução do projeto.	Estabilidade da Equipe
CH4	A equipe tinha experiência na área de aplicação do sistema desenvolvido.	Competência para o Projeto
CR5	A realização do projeto foi apoiada por parcerias com outras organizações.	Redes de Colaboração
PF12	O projeto contribuiu para o aumento do conhecimento tecnológico da organização.	Contribuição para o Futuro
PF17	O projeto contribuiu para a melhoria do processo de desenvolvimento de software da organização.	Contribuição para o Futuro

*Em função da eliminação do bloco da variável latente ESTAB.

Quadro 28 - Indicadores eliminados do modelo estatístico.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3 – Valores finais para ρ_c , AVE e cargas dos indicadores para as variáveis latentes.

Variável latente	Nº de indicadores	ρ_c	AVE	Cargas padronizadas (outter loadings)										
CH	2	0,774	0,632	COMP	ATIT									
				0,766	0,823									
COMP	4	0,815	0,530	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5						
				0,874	0,582	0,754								
ATIT	4	0,816	0,616	CH6	CH7	CH8	CH9							
				0,847	0,898	0,805	0,539							
CE	4	0,867	0,692	CULT	PROC	CONH	SI							
				0,855	0,793	0,701	0,797							
CULT	3	0,858	0,669	CE1	CE2	CE3								
				0,727	0,879	0,841								
PROC	4	0,887	0,663	CE7	CE8	CE9	CE10							
				0,829	0,840	0,867	0,712							
CONH	3	0,922	0,798	CE11	CE12	CE13								
				0,939	0,929	0,806								
SI	3	0,923	0,801	CE14	CE15	CE16								
				0,943	0,913	0,825								
CR	2	0,846	0,737	CLIEN	COLAB									
				0,955	0,749									
CLIEN	4	0,866	0,630	CR1	CR2	CR3	CR4							
				0,910	0,850	0,870	0,462							
COLAB	2	0,811	0,684	CR6	CR7									
				0,761	0,887									
PERF	3	0,873	0,696	EFIC	EFET	CONTR								
				0,798	0,969	0,721								

Variável latente	Nº de indicadores	ρ_c	AVE	Indicadores											
				Cargas padronizadas (<i>outter loadings</i>)											
EFIC	4	0,868	0,622	PF1	PF2	PF3	PF4								
				0,757	0,881	0,739	0,769								
EFET	7	0,943	0,674	PF5	PF6	PF7	PF8	PF9	PF10	PF11					
								0,84							
CONTR	4	0,806	0,513	0,733	0,905	0,937	0,896	0	0,750	0,641					
				PF13	PF14	PF15	PF16								
				0,695	0,826	0,730	0,596								

Fonte: Elaboração própria.

5.4.2 *Validade Discriminante do Modelo*

A primeira verificação da validade discriminante segue o critério das cargas cruzadas (*cross loadings*), que estabelece que a carga de um indicador, ou variável observada, para o seu construto deve ser maior que a sua carga para qualquer outro construto do modelo. Somente os construtos de primeira ordem são avaliados neste critério, já que são eles, efetivamente, medidos pelos indicadores. As tabelas 5-4 a 5-7 mostram as cargas cruzadas para os indicadores dos construtos do capital estrutural, capital humano, capital relacional e performance do projeto, respectivamente. Para cada indicador, o valor da carga para o construto associado é destacado em fonte negrito e itálico. Observa-se que esse valor é sempre o maior entre os valores da linha, indicando a validade discriminante do modelo por esse critério.

Tabela 4 – Cargas cruzadas para os indicadores do capital estrutural.

	ATIT	CLIEN	CONH	COLAB	COMP	CONTR	CULT	EFET	EFIC	PROC	SI
CE1	0,126	0,397	0,316	0,164	0,281	0,294	0,727	0,242	0,124	0,481	0,328
CE2	0,244	0,191	0,388	-0,033	0,266	0,150	0,879	0,498	0,301	0,626	0,414
CE3	0,082	0,174	0,398	-0,020	0,375	0,273	0,841	0,508	0,381	0,490	0,687
CE7	0,136	0,075	0,368	0,051	0,231	0,294	0,613	0,157	0,157	0,829	0,352
CE8	0,277	0,201	0,133	0,220	0,373	0,279	0,504	0,269	0,235	0,840	0,400
CE9	0,248	0,084	0,378	0,122	0,289	0,344	0,628	0,456	0,338	0,867	0,471
CE10	0,109	-0,021	0,204	0,017	0,126	0,219	0,312	0,171	0,016	0,712	0,211
CE11	0,137	0,068	0,939	-0,038	0,461	0,485	0,396	0,445	0,341	0,401	0,514
CE12	0,203	0,118	0,930	-0,022	0,474	0,538	0,439	0,527	0,368	0,310	0,439
CE13	-0,111	0,012	0,806	-0,079	0,315	0,292	0,380	0,365	0,222	0,184	0,223
CE14	0,036	0,139	0,405	0,069	0,529	0,320	0,627	0,404	0,130	0,547	0,943
CE15	0,109	0,201	0,284	0,139	0,346	0,257	0,524	0,324	-0,026	0,397	0,913
CE16	0,041	-0,028	0,544	-0,154	0,405	0,368	0,431	0,438	0,092	0,244	0,825

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5 – Cargas cruzadas para os indicadores do capital humano.

	ATIT	CLIEN	CONH	COLAB	COMP	CONTR	CULT	EFET	EFIC	PROC	SI
CH1	0,129	0,313	0,401	-0,012	0,874	0,261	0,348	0,466	0,269	0,273	0,375
CH2	0,196	0,315	0,271	0,085	0,582	0,247	0,333	0,430	0,317	0,125	0,091
CH3	-0,035	0,160	0,198	0,096	0,671	0,254	0,017	0,254	0,130	0,023	0,205
CH5	0,376	0,199	0,438	0,206	0,754	0,470	0,316	0,482	0,244	0,393	0,601
CH6	0,847	0,138	-0,067	0,235	0,013	0,120	0,113	0,191	0,338	0,210	-0,028
CH7	0,898	0,245	0,077	0,143	0,298	0,269	0,116	0,325	0,411	0,157	0,059
CH8	0,805	0,188	0,118	0,364	0,091	0,291	0,184	0,362	0,332	0,304	0,120
CH9	0,539	0,459	0,195	0,352	0,390	0,406	0,167	0,354	0,282	0,095	0,054

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 6 – Cargas cruzadas para os indicadores do capital relacional.

	ATIT	CLIEN	CONH	COLAB	COMP	CONTR	CULT	EFET	EFIC	PROC	SI
CR1	0,338	0,910	0,209	0,380	0,459	0,473	0,343	0,666	0,481	0,084	0,184
CR2	0,227	0,850	-0,004	0,535	0,087	0,216	0,284	0,465	0,403	0,160	0,027
CR3	0,409	0,870	-0,075	0,431	0,269	0,298	0,108	0,385	0,264	0,068	-0,040
CR4	-0,032	0,462	0,176	0,280	0,307	0,283	0,208	0,232	0,046	0,008	0,320
CR6	0,275	0,309	-0,063	0,761	0,222	0,329	0,036	0,143	-0,074	0,183	0,186
CR7	0,289	0,523	-0,024	0,888	0,034	0,167	0,021	0,163	0,214	0,056	-0,095

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 7 – Cargas cruzadas para os indicadores da performance do projeto.

	ATIT	CLIEN	CONH	COLAB	COMP	CONTR	CULT	EFET	EFIC	PROC	SI
PF1	0,547	0,260	0,014	0,046	0,160	-0,017	0,212	0,339	0,758	0,172	-0,121
PF2	0,373	0,376	0,378	0,147	0,387	0,495	0,341	0,691	0,881	0,338	0,089
PF3	0,092	0,220	0,403	-0,011	0,156	0,384	0,212	0,550	0,739	0,088	0,199
PF4	0,472	0,418	0,213	0,156	0,309	0,098	0,288	0,516	0,769	0,143	0,004
PF5	0,520	0,390	0,354	0,167	0,371	0,393	0,274	0,733	0,765	0,184	0,104
PF6	0,400	0,544	0,463	0,207	0,431	0,490	0,550	0,905	0,712	0,468	0,312
PF7	0,333	0,629	0,491	0,213	0,600	0,599	0,490	0,937	0,693	0,344	0,373
PF8	0,323	0,475	0,527	0,060	0,602	0,549	0,517	0,896	0,586	0,324	0,447
PF9	0,377	0,455	0,477	0,167	0,547	0,581	0,326	0,840	0,462	0,176	0,304
PF10	0,220	0,422	0,250	0,186	0,418	0,548	0,330	0,750	0,394	0,226	0,459
PF11	0,041	0,305	0,266	0,038	0,317	0,441	0,519	0,641	0,270	0,142	0,568
PF13	0,465	0,176	0,227	0,304	0,259	0,695	0,167	0,409	0,146	0,225	0,214
PF14	0,281	0,469	0,371	0,190	0,385	0,826	0,271	0,635	0,434	0,165	0,286
PF15	0,167	0,231	0,363	0,170	0,119	0,730	0,193	0,281	0,144	0,355	0,187
PF16	0,065	0,158	0,510	0,150	0,465	0,596	0,164	0,367	0,193	0,362	0,308

Fonte: Elaboração própria.

O segundo teste da validade discriminante segue o critério de Fornell–Larcker, em que a AVE de cada construto deve ser maior que o quadrado da sua correlação com qualquer outro construto do modelo. A Tabela 8 relaciona os valores da AVE e da maior correlação de uma variável latente com as demais. A verificação é feita separadamente para os construtos de primeira e de segunda ordem. Verifica-se que todas variáveis latentes atendem ao critério de Fornell-Larcker, confirmando a validade discriminante do modelo de mensuração.

Tabela 8 – Valores da AVE e da maior correlação ao quadrado para as variáveis latentes.

Variável latente	AVE	Maior correlação ao quadrado	Variável mais correlacionada
1ª ordem			
ATIT	0,616	0,196	EFIC
CLIEN	0,630	0,326	EFET
CONH	0,798	0,253	EFET
COLAB	0,684	0,270	CLIEN
COMP	0,530	0,337	EFET
CONTR	0,513	0,393	EFET
CULT	0,669	0,424	PROC
EFET	0,674	0,479	EFIC
EFIC	0,622	0,479	EFET
PROC	0,663	0,424	CULT
SI	0,801	0,355	CULT
2ª ordem			
CH	0,632	0,407	PERF
CE	0,692	0,309	PERF
CR	0,737	0,266	PERF
PERF	0,696	0,407	CH

Fonte: Elaboração própria.

5.5 Validação do Modelo Estrutural

O modelo de mensuração foi ajustado até que os critérios de confiabilidade e validade fossem atingidos. Resta agora a validação do modelo estrutural, que corresponde à crítica dos valores da variância explicada (R^2) e dos coeficientes de caminho (β), conforme estabelecido no capítulo 3.

5.5.1 Variância Explicada

Na Figura 15 são apresentados, no interior das elipses, os valores de R^2 para todas as variáveis endógenas do modelo, o que exclui as variáveis CH, CE e CR, que não são causadas por outras variáveis do modelo. São consideradas também as variáveis de 1ª ordem porque, nos

modelos reflexivos, estas refletem as variáveis de 2ª ordem, gerando também caminhos no modelo estrutural (WETZELS, 2009).

Verifica-se que todas as variáveis latentes possuem valores entre moderados e altos para R^2 , conforme graduação sugerida em (Joe F. HAIR, RINGLE, et al., 2011), e bem acima do limite mínimo de 20%, adotado em (MARTÍNEZ-TORRES, 2006).

Merece atenção a variável PERF, sobre a qual recaem os principais efeitos do modelo estrutural, visto que ela representa a **performance do projeto** e é influenciada pelos três elementos do capital intelectual, representados nas variáveis CH, CE e CR. Constatase que as relações de causa-efeito estabelecidas no modelo teórico explicam **57,7%** da variância da variável PERF, o que confere ao modelo bom um poder explicativo (Joe F. HAIR, RINGLE, et al., 2011).

Para as variáveis de primeira ordem, os valores de R^2 indicam o quanto elas refletem os construtos principais. Destaca-se que, no **capital estrutural**, a subdimensão que melhor reflete o construto é a *cultura para o projeto*, enquanto a *codificação do conhecimento* tem menor representatividade. O **capital humano** é refletido com intensidade semelhante nos construtos da *competência para o projeto* e da *atitude*. O **capital relacional** é refletido mais intensamente pela *relação com o cliente* e apenas moderadamente pelas *redes de colaboração*. Finalmente, a **performance do projeto** é refletida mais pela *efetividade* do que pelos construtos *eficiência* e *contribuição para o futuro*.

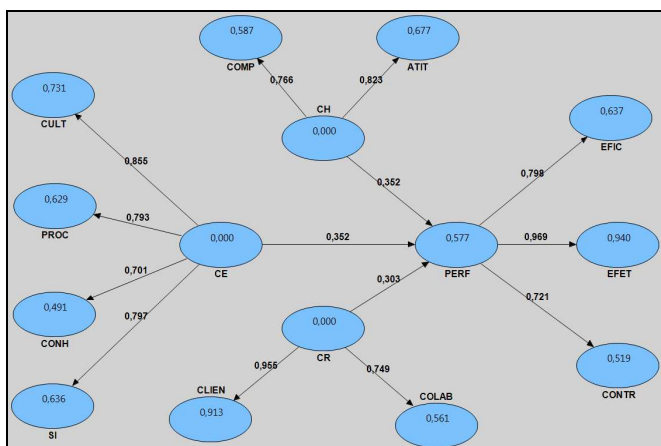


Figura 15 – R^2 das variáveis endógenas e coeficientes de caminho β do modelo estrutural.

Fonte: Saída gráfica do software SmartPLS.

5.5.2 Coeficientes de Caminho

A Figura 15 mostra os coeficientes de caminho do modelo estrutural. Os valores mais importantes neste momento são os coeficientes das relações causais direcionadas dos construtos do capital intelectual para a performance do projeto, a partir dos quais são avaliadas as hipóteses do modelo teórico que tratam dessas relações.

A figura também apresenta os coeficientes β dos caminhos entre os construtos de 2ª e 1ª ordem, que estão mais relacionados ao modelo mensuração, representando as cargas dos construtos de 1ª ordem sobre os construtos de 2ª ordem. A significância estatística desses caminhos é avaliada pelo mesmo procedimento que os caminhos causais do modelo.

Tabela 9 – Coeficientes β e estatísticas t para os caminhos do modelo estrutural.

Caminho	Coeficiente β	Valor t (bootstrap)
Relações principais		
CH \Rightarrow PERF	0,352**	2,616
CE \Rightarrow PERF	0,352**	2,676
CR \Rightarrow PERF	0,303*	2,146
Relações entre construtos de 2ª e 1ª ordem		
CH \Rightarrow ATIT	0,823**	10,709
CH \Rightarrow COMP	0,766**	7,352
CE \Rightarrow CONH	0,701**	8,946
CE \Rightarrow CULT	0,855**	15,287
CE \Rightarrow PROC	0,793**	12,271
CE \Rightarrow SI	0,797**	7,684
CR \Rightarrow CLIEN	0,955**	53,183
CR \Rightarrow COLAB	0,749**	12,186
PERF \Rightarrow CONTR	0,721**	7,596
PERF \Rightarrow EFET	0,970**	95,490
PERF \Rightarrow EFIC	0,798**	12,953

*Significante no nível $p < 0,05$

** Significante no nível $p < 0,01$

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 9 apresenta os coeficientes β para todos os caminhos do modelo estrutural e os valores t , obtidos pelo procedimento de amostragem *bootstrapping*, conforme estabelecido no capítulo 3. Todos os coeficientes de caminho ligando os construtos de 2ª ordem aos construtos de 1ª ordem são significantes com mais de 99% de confiabilidade, com valores t bastante altos, o que confirma a validade estatística dos caminhos que mensuram os construtos de 2ª ordem. Dos caminhos que representam as relações causais entre os elementos do capital intelectual e a performance do projeto, apenas aquele entre as variáveis CR e PERF possui confiabilidade de, no mínimo, 95%, enquanto os demais possuem níveis de confiabilidade superiores a 99%.

5.6 Análise dos Resultados

Nesta seção busca-se a confirmação das hipóteses estabelecidas no modelo teórico, levando-se em conta os resultados extraídos do modelo PLS-SEM. As hipóteses relacionam sempre os construtos de 2ª ordem do modelo, mas sua análise é complementada pelo exame das correlações entre as subdimensões dos construtos envolvidos em cada relação.

5.6.1 *A Influência dos Elementos do Capital Intelectual sobre a Performance dos Projetos de Software*

O arcabouço teórico do capital intelectual é empregado nesta tese para estruturar e descrever os recursos baseados em conhecimento aplicados na execução dos projetos de software, com o objetivo primordial de analisar a influência desses intangíveis sobre a performance dos projetos. Considerando-se a classificação tripartida do capital intelectual, foram elaboradas três hipóteses, onde se atribui ao capital humano, ao capital estrutural e ao capital relacional, respectivamente, o status de causa da performance do projeto.

O modelo estatístico PLS-SEM mostrou um bom poder explicativo sobre o construto da performance do projeto, com **57,7%** da variância da variável latente PERF explicada pela influência dos construtos do capital intelectual, representados nas variáveis CH, CE e CR. A capacidade explicativa do modelo tem magnitude semelhante a

outros modelos que tratam da influência do capital intelectual sobre a performance organizacional em diferentes contextos: o modelo de SHARABATI et al. (2010) explica 51,7% da performance de empresas do setor farmacêutico; CABRITA & BONTIS (2008) explicam 44,5% da performance de empresas do setor bancário; o modelo BONTIS (1998) obtém 56% da variância explicada para a performance, considerando diversos setores industriais; e CLEARY (2009) explicam 24,9% da performance no setor de TIC.

O alto poder explicativo do modelo dá sustentação aos argumentos que conduziram à elaboração do problema de pesquisa da tese, onde se considera o capital intelectual como um importante fator determinante da performance dos projetos de software. Sendo o desenvolvimento de software uma atividade intensiva em conhecimento (AJILA & SUN, 2004; DESOUZA, 2003; DINGSOYR et al., 2005; Z. LIU & WANG, 2011; I. RUS & Lindvall, 2002), os insumos aplicados à execução de um projeto de software são, predominantemente, de natureza intelectual e, portanto, o sucesso do desenvolvimento de software depende fortemente de como o conhecimento que permeia a organização é empregado nos projetos (AJILA & SUN, 2004).

Os caminhos que determinam os efeitos do capital humano, do capital estrutural e do capital relacional sobre a performance do projetos apresentam coeficientes bastante semelhantes. A magnitude dos efeitos é moderada, com coeficientes iguais a 0,352 para o capital humano e o capital estrutural; e de 0,303, para o capital relacional. Como referência para a ordem de grandeza dos efeitos medidos, destaca-se que BONTIS (1998) apurou coeficientes de 0,398 e 0,56 do capital estrutural e do capital relacional, respectivamente, para a performance das indústrias estudadas; e que CABRITA & BONTIS (2008) apuraram os coeficientes 0,431 e 0,291 para os mesmos efeitos no setor bancário. Nesses estudos, o capital humano é considerado como antecedente do capital estrutural – com coeficiente igual a 0,492 em BONTIS (1998) e 0,755 em CABRITA & BONTIS (2008) – e do capital relacional, com coeficiente igual a 0,499 e 0,391, nos mesmos trabalhos.

No contexto desta tese, a semelhança entre as influências dos três elementos do capital intelectual indica que, embora o projeto de software dependa diretamente do desempenho intelectual das pessoas responsáveis pela sua execução, ou seja, do capital humano (Z. LIU & WANG, 2011), os demais componentes do capital intelectual são também de suma importância, em consonância com as ideias de CABRITA & BONTIS (2008) e YUSOFF, JANTAN, & IBRAHIM

(2004), onde se afirma que o capital humano gera valor quando interage e é combinado com o capital estrutural e com o capital relacional.

O Capital Humano e a Performance do Projeto

O capital humano, que no modelo estatístico ficou restrito à competência para o projeto e à atitude dos membros da equipe, apresentou uma influência positiva e significativa sobre a performance do projeto, confirmando a hipótese **H1** do modelo teórico. O coeficiente $\beta = 0,352$ é de magnitude moderada, indicando que o incremento de uma unidade no volume de capital humano provoca o aumento de 0,352 unidades na performance do projeto de software.

Além da relação de causalidade, considera-se interessante examinar se existem correlações significativas entre as variáveis do capital humano e da performance do projeto. As correlações não indicam causalidade, mas indicam coincidências existentes na variância das variáveis (HO, 2006). A Tabela 10 mostra que todos os componentes do capital humano e da performance do projeto são positiva e significativamente correlacionados, mas é a dimensão da *eficiência*, que trata da forma como o projeto foi executado, que exibe as correlações mais relevantes com a *competência para o projeto* e com a *atitude* da equipe.

Tabela 10 – Correlações entre os componentes do capital humano e da performance.

	EFIC	EFET	CONTR
COMP	0,560**	0,314*	0,396**
ATIT	0,464**	0,373**	0,320*

*Significante no nível $p < 0,05$

**Significante no nível $p < 0,01$

Fonte: Elaboração própria.

O Capital Estrutural e a Performance do Projeto

A relação de causalidade do capital estrutural para a performance do projeto também é positiva e significativa, confirmando a hipótese **H2** do modelo teórico. A influência do capital estrutural sobre a

performance tem a mesma magnitude daquela exercida pelo capital humano, o que demonstra a importância dos processos de institucionalização e reutilização do conhecimento nas organizações de software.

Na realização de um projeto de software, o conhecimento necessário é diverso e de grandes proporções (I. RUS & Lindvall, 2002), de modo que o conhecimento transportado pelas pessoas e compartilhado nos contatos entre as mesmas pode ser insuficiente. O desenvolvimento do capital estrutural permite, então, que as equipes de projeto tenham acesso ao conhecimento adquirido ao longo da vida da organização, seja na execução de projetos, nas experiências vivenciadas pelos empregados, ou nos esforços dirigidos para o aprimoramento das práticas e processos de trabalho. Para as organizações do conhecimento, entre as quais se incluem as organizações de software, o capital estrutural constitui um ativo propulsor muito valioso (EDVINSSON & Sullivan, 1996), o que é demonstrado pela influência exercida pelo mesmo na performance dos projetos.

A Tabela 11 exibe as correlações entre as dimensões do capital estrutural e da performance do projeto. Enquanto o capital humano esteve mais relacionado com a *eficiência*, as dimensões do capital estrutural estão mais relacionadas à *efetividade*, ou seja, aos aspectos da qualidade do trabalho produzido. Destaca-se também a forte relação entre a *codificação do conhecimento*, que integra o capital estrutural, e a *contribuição para o futuro* deixada pelo projeto. A *contribuição para o futuro* inclui, entre outras medidas, a capacidade da equipe do projeto de gerar conhecimento reutilizável, seja na forma de experiências ou de componentes de engenharia de software. Assim, pelos dados amostrados, o volume de conhecimento previamente codificado aplicado aos projetos coincide, em grau relevante, com a capacidade das equipes de contribuir para o aumento desses ativos nas organizações.

Tabela 11 – Correlações entre os componentes do capital estrutural e da performance.

	EFIC	EFET	CONTR
CULT	0,331*	0,520**	0,281
PROC	0,231	0,328*	0,368*
CONH	0,319*	0,501**	0,494**
SI	0,051	0,438**	0,341*

*Significante no nível $p < 0,05$

**Significante no nível $p < 0,01$

Fonte: Elaboração própria.

O Capital Relacional e a Performance do Projeto

Sobre o efeito do capital relacional na performance do projeto, o coeficiente $\beta = 0,303$ confirma a hipótese **H3** do modelo teórico. Entre os três componentes do capital intelectual, este teve o menor impacto sobre a performance dos projetos avaliados. Embora a magnitude desta influência ainda seja relevante, a sua confiabilidade estatística é bastante inferior àquela apurada nas relações de influência do capital humano e do capital estrutural.

Tabela 12 – Correlações entre os componentes do capital relacional e da performance.

	EFIC	EFET	CONTR
CLIEN	0,406**	0,572**	0,377**
COLAB	0,096	0,184	0,293*

*Significante no nível $p < 0,05$

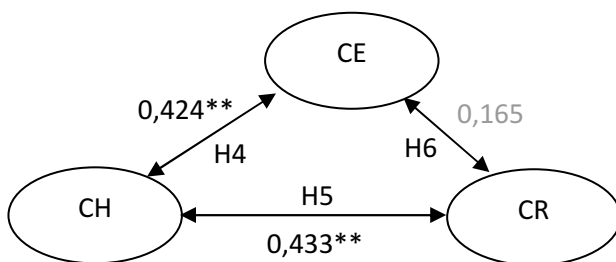
**Significante no nível $p < 0,01$

Fonte: Elaboração própria.

Sobre as correlações entre os construtos, observa-se na Tabela 12 que o construto das *redes de colaboração*, no entanto, só apresentou correlação significativa com a *contribuição para o futuro*. Com a eliminação do indicador CR5 do modelo estatístico, que tratava das parcerias com outras organizações, o construto ficou restrito às colaborações internas à organização. Já a *relação com o cliente* tem correlações significativas com as três dimensões da performance, especialmente com a efetividade, cujas medidas compreendem o atendimento dos requisitos, a satisfação do cliente com os resultados do projeto e a qualidade dos produtos gerados. A maior parte dos projetos avaliados Figura 16 adotou um modelo de desenvolvimento ágil, onde a estreita colaboração com o cliente é uma premissa muito importante (BECK et al., 2001).

5.6.2 As Correlações entre os Elementos do Capital Intelectual

O modelo teórico estabelece hipóteses que afirmam existir correlações positivas e significativas entre os pares de elementos do capital intelectual. Na lógica do capital intelectual, afirmam (RODRIGUES et al., 2009), a sinergia resultante da interação entre os elementos do capital intelectual é o catalisador do processo de criação de valor. A Figura 16 mostra as correlações entre os pares de construtos do capital intelectual, que serão confrontadas a seguir com as hipóteses do modelo.



**Significante no nível $p < 0,01$

Figura 16 - Correlações entre os componentes do capital intelectual.
Fonte: Elaboração própria.

O Capital Humano e o Capital Estrutural

O valor de correlação de 0,424 ($p < 0,01$) confirma a hipótese **H4**, que estabelece que o capital humano e o capital estrutural estão positiva e significativamente correlacionados na execução de um projeto de software. Essa relação, que já foi confirmada em outros contextos (BONTIS, 1998; CURADO, 2006; GUBIANI, 2011; RODRIGUES et al., 2009), se mostra válida também para o capital intelectual empregado na execução de um projeto de software. Esse capital é fornecido pela organização de desenvolvimento, onde o capital humano e o capital estrutural de desenvolvem: o capital humano constrói o capital estrutural e, ao mesmo tempo, tem o seu desempenho impulsionado pelos

elementos deste último (CABRITA & BONTIS, 2008; EDVINSSON & MALONE, 1998). As competências individuais têm mais valor para a organização quando esta consegue transformá-las em um capital próprio, que nela persiste independente da volatilidade do capital humano (BONTIS, 1998). Depois, o capital estrutural gerado suporta a atividade intelectual dos colaboradores para o seu melhor desempenho (BONTIS, 1998).

Analisando-se as correlações entre os construtos de 1ª ordem, mostradas na Tabela 13, constata-se que as correlações relevantes ocorrem entre a *competência para o projeto*, que envolve conhecimentos, habilidades, experiências e formação, e os elementos do capital estrutural, principalmente a *codificação do conhecimento* e os *sistemas de informação*. A *atitude* da equipe, que inclui criatividade, iniciativa e satisfação, já não apresenta correlações significativas com os construtos do capital estrutural. Considera-se que os elementos da *atitude* estão mais relacionados com a natureza e as motivações das pessoas do que com o conhecimento que elas transportam ou têm acesso, ocorrendo certa independência em relação ao suporte da organização.

Tabela 13 – Correlações entre os componentes do capital humano e do capital estrutural.

	CULT	PROC	CONH	SI
COMP	0,349*	0,291*	0,453**	0,451**
ATIT	0,180	0,247	0,075	0,065

*Significante no nível $p < 0,05$

**Significante no nível $p < 0,01$

Fonte: Elaboração própria.

O Capital Humano e Capital Relacional

A Figura 16 mostra um coeficiente igual a 0,433 ($p < 0,01$) para a correlação entre o capital humano e o capital relacional, confirmando a hipótese **H5** do modelo, em linha com os resultados obtidos em estudos sobre outros ambientes (BONTIS, 1998; GUBIANI, 2011; RODRIGUES et al., 2009). Segundo (RODRIGUES et al., 2009), a sustentabilidade de qualquer negócio depende, em grande parte, da longevidade e da força das relações que permeiam a organização; e as

mesmas são muito suscetíveis às capacidades e competências das pessoas envolvidas.

No modelo validado, as relações inerentes à realização de um projeto de software são protagonizadas pelos membros da equipe, pelos demais integrantes da organização e pelas pessoas que representam o cliente. O resultado do modelo mostra que o nível dessas relações coincide, em grau moderado, com o nível do capital humano presente na execução do projeto.

A Tabela 14 mostra as correlações entre subdimensões, onde se verifica que ambos os componentes do **capital humano** – *competência para o projeto* e *atitude* – estão significativamente correlacionados com o construto da *relação com o cliente*. A *atitude*, que não está significativamente correlacionada com os elementos do capital estrutural (Tabela 13), apresenta uma correlação mais forte com a *relação com o cliente*, mostrando a importância dos aspectos comportamentais da equipe do projeto para o fortalecimento dos canais de comunicação e colaboração com o cliente.

Tabela 14 – Correlações entre os componentes do capital humano e do capital relacional.

	CLIEN	COLAB
COMP	0,406**	0,096
ATIT	0,572**	0,184

**Significante no nível $p < 0,01$

Fonte: Elaboração própria.

O Capital Estrutural e o Capital Relacional

A Figura 16 mostra que o coeficiente de correlação entre o capital estrutural e o capital relacional, embora seja positivo, é de pouca magnitude (0,165) e não atinge a significância estatística $p = 0,05$. Desta forma, os dados amostrais não confirmam a hipótese **H6** do modelo teórico. Uma correlação igualmente fraca entre esses dois componentes é verificada em (BONTIS, 1998). Embora se considere que o capital relacional seja mais individual do que organizacional, uma vez que se baseia nas relações entre as pessoas (RODRIGUES et al., 2009), ainda assim esperava-se uma coincidência mais relevante entre as medidas dos recursos organizacionais e dos relacionamentos presentes na realização dos projetos de software. Isto porque entre as características do capital

estrutural, definidas no modelo teórico, está o apoio à comunicação e ao compartilhamento do conhecimento entre as pessoas.

5.7 Considerações Finais

A análise estatística dos dados sobre projetos de software, que se deu por meio de um modelo de equações estruturais de segunda ordem, demonstrou a viabilidade do modelo teórico proposto nesta tese, verificando a confiabilidade das escalas estabelecidas para os construtos e a significância estatística das relações propostas, que conduziram à sustentação de cinco das seis hipóteses formuladas.

Uma ressalva importante imposta ao modelo teórico diz respeito à perda de parte da expressividade do construto do capital humano. A confiabilidade da sua escala de mensuração só foi atingida com a eliminação da dimensão que tratava da *estabilidade da equipe*, restringindo o construto aos aspectos de *competência para o projeto e atitude*. Outro ponto importante é a não confirmação da hipótese **H6**, que supunha uma relação positiva e significativa entre o capital estrutural e o capital relacional inerente ao projeto de software.

Finalizando o capítulo, a Tabela 15 resume o resultado do confronto das hipóteses estabelecidas no modelo teórico com os resultados do modelo estatístico.

Tabela 15 - Resumo da análise das hipóteses frente aos resultados do modelo PLS-SEM.

Hipótese	Confirmada	Critério
H1: O capital humano influencia positivamente a performance do projeto de software.	Sim	Coefficiente de causalidade $\beta = 0,352$ ($p < 0,01$)
H2: O capital estrutural influencia positivamente a performance do projeto de software.	Sim	Coefficiente de causalidade $\beta = 0,352$ ($p < 0,01$)
H3: O capital relacional influencia positivamente a performance do projeto de software.	Sim	Coefficiente de causalidade $\beta = 0,303$ ($p < 0,05$)
H4: O capital humano e o capital estrutural são positiva e significativamente correlacionados na execução de um projeto de software.	Sim	Coefficiente de correlação $r = 0,424$ ($p < 0,01$)
H5: O capital humano e o capital relacional são positiva e	Sim	Coefficiente de correlação

Hipótese	Confirmada	Crítério
significativamente correlacionados na execução de um projeto de software.		$r = 0,433$ ($p < 0,01$)
H6: O capital estrutural e o capital relacional são positiva e significativamente correlacionados na execução de um projeto de software.	Não	Coefficiente de correlação $r = 0,165$ ($p > 0,05$)

Fonte: Elaboração própria.

6 CONCLUSÃO

O objetivo geral deste trabalho de tese tratava da elaboração de um modelo para análise da influência do capital intelectual sobre a performance dos projetos de software. Considera-se que tal objetivo tenha sido atingido, visto que o modelo elaborado pôde ser aplicado no ambiente real das empresas de software, produzindo resultados quantitativos que permitem analisar o grau em que os elementos do capital intelectual estão correlacionados durante a execução dos projetos de software e a intensidade com que eles influenciam e explicam a performance atingida.

O modelo desenvolvido é composto pelo modelo teórico, pelo instrumento de pesquisa e pelo modelo estatístico. O modelo teórico descreve os elementos do capital intelectual e da performance dos projetos de software, propõe indicadores para mensuração desses elementos e formula hipóteses sobre as relações entre os mesmos. O instrumento de pesquisa, do tipo questionário, é diretamente derivado dos construtos e indicadores do modelo teórico e viabiliza a coleta de dados sobre projetos no ambiente das organizações de software. O modelo estatístico, por sua vez, permite a validação e a adequação do modelo teórico a partir dos dados levantados do ambiente de estudo.

A elaboração do modelo teórico foi baseada, primordialmente, na revisão de uma série de trabalhos que propunham modelos para descrição e mensuração da performance dos projetos de software ou dos elementos do capital intelectual, estes últimos abrangendo diversos contextos organizacionais. A revisão desses modelos permitiu a identificação dos construtos considerados importantes para a descrição do fenômeno em estudo. Nesse processo de identificação e seleção dos construtos, foi importante também a experiência do pesquisador na área de desenvolvimento de software. Por fim, a semântica do instrumento de pesquisa gerado pelo modelo teórico pôde ser aprimorada com a colaboração de especialistas de domínio, provenientes tanto da área acadêmica quanto da indústria, que participaram da análise de juízes.

Dada a elevada complexidade dos elementos descritos e das suas inter-relações, não se considera que a conceitualização proposta no modelo teórico seja, de forma alguma, exaustiva, mas que ela seja suficientemente abrangente e consistente para permitir a análise proposta no objetivo geral da tese.

Considera-se também que os objetivos estabelecidos para a tese conduziram à produção de resultados inovadores, representados nos

seguintes aspectos: (i) a utilização do arcabouço teórico do capital intelectual para descrever os recursos baseados em conhecimento aplicados na execução dos projetos de software; (ii) a consideração dos recursos baseados em conhecimento, descritos de forma abrangente pelo capital intelectual, como fatores influentes da performance dos projetos.

A próxima seção revisita os objetivos gerais e específicos da tese e avalia os resultados produzidos. A seção 6.2 traz as recomendações para trabalhos futuros.

6.1 Atendimento dos Objetivos Específicos da Tese

Para o atendimento do objetivo geral da tese, foram propostos quatro objetivos específicos, cujos resultados são avaliados nos parágrafos seguintes.

Elaboração dos Construtos do Capital Intelectual

O primeiro objetivo específico trata da elaboração dos construtos teóricos que descrevem o capital intelectual empregado na execução dos projetos de software. O modelo teórico adota a classificação tripartida do capital intelectual, considerando as dimensões humana, estrutural e relacional. Na análise do modelo estatístico, constata-se que a conceitualização que melhor se ajustou aos dados amostrais foi a do capital estrutural, já que todas as variáveis observadas, destinadas à mensuração dos construtos de primeira ordem, foram mantidas no modelo por apresentarem cargas altas e equilibradas. Da mesma forma, todos os construtos de primeira ordem se mostraram adequados enquanto indicadores do capital estrutural.

Na dimensão do capital relacional, embora os dois construtos de primeira ordem tenham sido mantidos no modelo, o das *redes de colaboração* ficou com apenas dois indicadores e apresentou baixas correlações com os construtos das outras dimensões. Além disso, a variância explicada (R^2) e a carga desse construto, embora acima dos limites aceitáveis, ficaram bem abaixo dos valores apurados para a *relação com o cliente*. Como os construtos de primeira ordem são indicadores do construto de ordem superior, o ideal é que as suas cargas sejam equilibradas, mostrando que todos refletem bem o construto

medido (Joe F. HAIR, SARSTEDT, et al., 2011). Esse desequilíbrio indica, então, uma oportunidade de aprimoramento dos indicadores do capital relacional, visando a uma contribuição mais consistente do construto das *redes de colaboração*.

A conceitualização que menos se adequou aos dados foi a do capital humano que, para viabilizar a confiabilidade e validade do modelo estatístico, perdeu uma das dimensões propostas: a *estabilidade da equipe*. Esse construto de primeira ordem apresentou, isoladamente, uma boa adequação aos dados, atingindo todos os critérios de validade e confiabilidade. No entanto, ele não se mostrou adequado ao bloco do capital humano, reduzindo muito a variância extraída deste último. Desta forma, considera-se importante, em trabalhos futuros, a revisão dos indicadores do capital humano e a análise da pertinência da dimensão que trata da *estabilidade da equipe*.

Elaboração dos Construtos da Performance do Projeto de Software

A elaboração dos construtos que definem a performance dos projetos de software constitui o segundo objetivo específico da tese. Da mesma forma que os elementos do capital intelectual, a performance também foi conceitualizada como um construto multidimensional, ou de segunda ordem, contemplando diferentes pontos de vista a respeito do que constitui o sucesso da realização de um projeto, conforme recomendam BANNERMAN (2008), BARCLAY (2008) e J. JIANG (2004), entre outros autores

A conceitualização proposta, embora influenciada por diversos autores, é essencialmente uma combinação dos modelos de J.C. HENDERSON & LEE (1992), NIDUMOLU (1996) e SHENHAR (2001), resultando nas dimensões *eficiência*, *efetividade* e *contribuição para o futuro*. Em essência, essas dimensões contemplam, respectivamente, a forma como o projeto foi conduzido, a qualidade dos resultados produzidos e os ganhos que podem ser realizados no futuro pela organização.

O construto da performance, com as três dimensões propostas, atingiu os critérios de confiabilidade e validade estabelecidos. A dimensão da *contribuição para o futuro*, no entanto, perdeu os indicadores que tratavam do aumento do conhecimento tecnológico e da contribuição para a evolução do processo de desenvolvimento da organização. Constata-se também que a dimensão da efetividade teve a

variância explicada (R^2) bastante elevada (94%) e uma carga substancialmente maior do que os seus pares na mensuração da performance. Em trabalhos futuros, sugere-se a revisão dos indicadores das três dimensões buscando um equilíbrio maior no grau com estas refletem a performance do projeto.

Formulação de Hipóteses sobre as Relações entre os Elementos do Modelo

O terceiro objetivo específico da tese trata da formulação de hipóteses ligando os elementos do modelo. Foram formuladas seis hipóteses, que podem ser divididas em dois grupos: (i) as hipóteses H1, H2, e H3 estabelecem que os capitais humano, estrutural e relacional, respectivamente, influenciam positivamente a performance dos projetos; (ii) as hipóteses H4, H5 e H6 estabelecem a existência de correlação positiva entre cada par de elementos do capital intelectual.

A literatura referenciada forneceu elementos para o estabelecimento das hipóteses de causalidade (H1, H2 e H3), trazendo diversos trabalhos que comprovam empiricamente a influência positiva dos elementos do capital intelectual sobre a performance das organizações (CABRITA & BONTIS, 2008; J. CHEN et al., 2004; SHARABATI et al., 2010; TSENG & JAMES GOO, 2005). Por analogia, considerou-se viável supor que os elementos do capital intelectual influenciam positivamente a performance do projeto de software: o projeto é também uma organização – embora tenha um caráter temporário e seja constituída no interior da uma organização principal – que conta com uma combinação própria de capital intelectual e cuja performance pode ser avaliada.

As três primeiras hipóteses foram sustentadas pelo modelo estatístico. Os coeficientes obtidos apontam que o capital humano e o capital estrutural influenciam a performance do projeto na mesma intensidade e com significância semelhante. O capital relacional, por sua vez, também exerce influência positiva sobre a performance, mas a sua magnitude é um pouco menor e o nível de confiabilidade, embora ainda aceito, é bastante inferior àquela verifica nas influências dos outros elementos.

O fato de o capital estrutural se mostrar tão importante quanto o capital humano enquanto fator influente da performance dos projetos reforça a importância da institucionalização do conhecimento para as

organizações de software. Desta forma, a promoção da cultura do trabalho em equipes de projeto, o aprimoramento dos processos, o incentivo à codificação e reutilização do conhecimento, e o fortalecimento do suporte tecnológico para o compartilhamento do conhecimento devem fazer parte das estratégias de gestão, visando ao incremento da performance dos projetos e ao sucesso das organizações.

Sobre as hipóteses restantes, a literatura indica que os elementos do capital intelectual não se desenvolvem isoladamente (YOUNDT et al., 2004), mas de forma conjunta, por meio das interações entre os mesmos. O capital humano é uma fonte constante de inovação, mas para realizar valor, deve interagir com o capital estrutural e o relacional (BONTIS, 1998; CABRITA & BONTIS, 2008; STEWART, 1998; YUSOFF et al., 2004). Dado que o projeto de software emprega uma parte do capital intelectual da organização principal, considerou-se coerente supor que os três elementos estão positivamente correlacionados, já que eles se desenvolveram mutuamente até a realização do projeto.

O modelo estatístico sustentou as hipóteses H4 e H5, que estabelecem correlações positivas entre o capital humano e o estrutural, e entre o capital humano e o relacional, respectivamente. A hipótese H6, que trata da correlação entre os capitais estrutural e relacional, não foi confirmada pelos dados amostrais disponíveis.

Validação do Modelo Teórico

A validação do modelo teórico partiu da coleta de dados sobre projetos de software nas empresas do polo tecnológico de Florianópolis, que resultou na obtenção de 56 amostras. Ressalta-se a representatividade desse polo tecnológico, que vem sendo reconhecida em premiações e publicações tanto no Brasil quanto no exterior. Por ter grande parte do seu território representado por uma ilha, onde os elementos naturais são extremamente importantes para o sustento da população, a capital catarinense se beneficia enormemente com o desenvolvimento da indústria de software, uma indústria limpa, que estimula o progresso econômico sem cobrar em troca a degradação ambiental.

Para análise dos dados coletados e validação do modelo teórico, propôs-se a elaboração de um modelo de equações estruturais de mínimos quadrados parciais – PLS-SEM. Esse método estatístico, além

de adequado para o tamanho da amostra obtida, é aconselhável para o teste e o ajuste de teorias ainda não consolidadas. Além disso, o modelo suporta a análise simultânea de diversas relações de dependência, compreendendo também os construtos hierárquicos.

Por incorporar a análise fatorial confirmatória (AFC), a abordagem SEM fornece ao pesquisador todo o controle no processo de validação e ajuste das escalas de mensuração dos construtos. Diferente da análise exploratória, onde o pesquisador tem pouco controle sobre quais indicadores mensuram cada variável latente, a abordagem confirmatória da SEM permite que o pesquisador ajuste o modelo com base no suporte teórico de que dispõe (J F HAIR et al., 2005).

6.2 Recomendações de Trabalhos Futuros

Conforme discutido na seção anterior, acredita-se que os objetivos estabelecidos para esta tese tenham sido satisfeitos. Considera-se, no entanto, que o modelo teórico, principal contribuição da tese, seja passível de evolução e amadurecimento. Assim, a primeira recomendação para a continuação dos trabalhos é o aprimoramento dos construtos elaborados, principalmente nos seguintes aspectos: (i) O construto da *estabilidade da equipe* não foi sustentado no modelo estatístico enquanto dimensão do capital humano. Deve-se reavaliar a pertinência dessa dimensão e, se for o caso, trabalhar na reformulação dos seus indicadores; (ii) Na composição do capital relacional, o construto das *redes de colaboração*, embora tenha sido mantido, não se ajustou da melhor forma ao modelo, refletindo com intensidade apenas moderada o capital relacional, que ficou mais refletido na *relação com o cliente*. Deve-se rever, então, a pertinência e seus indicadores das *redes de colaboração*; (iii) Na performance do projeto, houve um desequilíbrio entre as dimensões propostas, com o construto da *efetividade* refletindo uma carga bem maior que a *eficiência* e a *contribuição para o futuro*. Assim, esse bloco do modelo pode ser também revisado para que haja maior equilíbrio entre os seus elementos.

O processo de aprimoramento dos construtos pode ser acompanhado pela aplicação do modelo em diferentes populações de estudo, buscando, inclusive, amostras maiores do que a obtida nesta pesquisa. Neste trabalho foram avaliados projetos em empresas de natureza semelhante: empresas privadas, predominantemente de médio porte e pertencentes a um único polo regional. Torna-se necessário,

então, verificar a adequação do modelo a organizações com diferentes características, como órgãos e empresas públicas, instituições de pesquisa e desenvolvimento, grandes multinacionais, etc.

Ainda no sentido de aprimorar o modelo teórico e buscar resultados generalizáveis, sugere-se a realização de análises com estratificações da amostra, considerando, por exemplo: empresas com e sem certificação do processo de desenvolvimento, tempo de experiência dos gestores de projetos, projetos com clientes internos e externos, entre outros.

Além do aprimoramento do modelo teórico proposto, são sugeridas a seguir três possibilidades de pesquisa que estão além do escopo desta tese.

O Efeito da Interação entre os Componentes do Capital Intelectual

No contexto desta pesquisa, são analisados apenas os efeitos diretos de cada componente do capital intelectual sobre a performance dos projetos de software. Porém, como é consenso na literatura, o capital intelectual gera valor a partir da interação entre os seus componentes, o que torna pertinente o estudo dos efeitos dessa interação sobre a performance dos projetos.

A interação dos elementos do capital intelectual foi estudada como influente da performance de empresas do setor bancário em Portugal (CABRITA & BONTIS, 2008) e na Malásia (YUSOFF et al., 2004). Sobre o mesmo setor, SHIH et al. (2010) estudam os efeitos dessa interação sobre a criação do conhecimento e aumento do capital intelectual.

Contribuição dos Projetos para o Aumento do Capital Estrutural

A conceitualização da performance do projeto, proposta no modelo teórico desta tese, compreende a dimensão da *contribuição para o futuro*, que descreve os benefícios de longo prazo trazidos pelos projetos para as organizações. Embora esta ligação não tenha sido estabelecida no modelo proposto, considera-se que entre os benefícios está o incremento do capital estrutural.

A combinação de conhecimentos e experiências empregada no atendimento dos requisitos e na resolução de problemas de um projeto, se explicitada e armazenada pela organização, pode ser de grande valor para os projetos futuros (HARRISON, 2004). Como essa contribuição não ocorre, necessariamente, ao acaso (ALTHOFF et al., 2000), julga-se interessante o estudo dos fatores e condições que possam condicionar a contribuição dos projetos para a evolução do capital estrutural da organização de software.

Predição da Performance como Implicação Prática para as Organizações

No seu estágio atual, o modelo teórico proposto nesta tese permitiu uma análise relevante sobre as relações entre os elementos do capital intelectual e a performance dos projetos de software. Como implicação prática para as organizações, os resultados empíricos indicam que a performance dos projetos é igualmente impulsionada pelos três elementos do capital intelectual. Assim, embora os recursos humanos sejam os insumos essenciais para as atividades de desenvolvimento de software, os gestores devem investir também na composição dos elementos estruturais e relacionais, para garantir que o capital intelectual como um todo impulse a melhor performance dos projetos e, conseqüentemente, da organização.

As correlações entre os construtos do modelo, embora não representem relações de causalidade, permitem ainda aos gestores identificar coincidências importantes na variação dos elementos presentes na execução dos projetos. Por exemplo, o modelo sugere empiricamente que a *atitude* positiva dos membros da equipe está significativamente correlacionada com a *relação com o cliente* do projeto.

Para que sejam ampliadas as implicações práticas do modelo para as organizações de software, sugere-se que estudos futuros sejam focados na predição da performance a partir da composição do capital intelectual aplicado ao projeto. À medida que os construtos teóricos forem sendo aprimorados e o modelo testado em populações diversas, considera-se que o poder preditivo do modelo possa ser explorado. Desta forma, um gestor poderia fazer suposições confiáveis sobre a performance do projeto com base na composição de capital intelectual que deseja aplicar na sua execução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACATE. Associação Catarinense de Empresas de Tecnologia. Disponível em: <www.acate.com.br>. Acesso em: 15/1/2012.

AJILA, S. A., & SUN, Z. Knowledge management: impact of knowledge delivery factors on software product development efficiency. Proceedings of the IEEE International Conference on Information Reuse and Integration, p. 320-325, 2004.

ALTHOFF, K.-D.; BOMARIUS, F.; TAUTZ, C. Knowledge Management for Building Learning Software Organizations. *Information Systems Frontiers*, vol. 2, p. 349-367, Springer Netherlands, 2000.

APOSTEL, L. Towards the formal study of models in the non-formal sciences. *Synthese*, v. 12, n. 2, p. 125–161, 1960.

AURUM, A.; DANESHGAR, F.; WARD, J. Investigating Knowledge Management practices in software development organisations—An Australian experience. *Information and Software Technology*, v. 50, n. 6, p. 511–533, 2008.

BAKKER, K. DE; BOONSTRA, A.; WORTMANN, H. Does risk management contribute to IT project success? A meta-analysis of empirical evidence. *International Journal of Project Management*, v. 28, n. 5, p. 493-503, 2010.

BANNERMAN, P. Macro-processes informing micro-processes: the case of software project performance. *Making Globally Distributed Software Development a Success Story*, p. 12–23, Springer, 2008.

BARCLAY, C. Towards an integrated measurement of IS project performance: The project performance scorecard. *Information Systems Frontiers*, v. 10, n. 3, p. 331-345, 2008.

BARCLAY, C.; OSEI-BRYSON, K.-M. Project performance development framework: An approach for developing performance criteria & measures for information systems (IS) projects. *International Journal of Production Economics*, v. 124, n. 1, p. 272-292, Elsevier, 2010.

BARNEY, S.; AURUM, Aybüke; WOHLIN, Claes. The Relative Importance of Aspects of Intellectual Capital for Software Companies. 35th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications, p. 313-320, 2009.

BARNEY, S.; WOHLIN, Claes; AURUM, Aybuke. Balancing software product investments. 3rd International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, p. 257-268, 2009.

BASIL, V. R.; SHULL, F.; LANUBILE, F. Building Knowledge through Families of Experiments. *Knowledge Creation Diffusion Utilization*, v. 25, n. 4, p. 456-473, 1999.

BECK, K.; BEEDLE, M.; BENNEKUM, A. VAN; COCKBURN, A.; CUNNINGHAM, W. *Agile Manifesto*. Disponível em: <<http://agilemanifesto.org/>>. Acesso em: 15/1/2012.

BJØRNSON, F. O.; DINGSØYR, T. A Survey of Perceptions on Knowledge Management Schools in Agile and Traditional Software Development. *10th International Conference on Agile Process in Software Engineering and Extreme Programming* (pp. 94-103). Pula, Itália, 2009.

BONTIS, N. Intellectual capital: an exploratory study that develops measures and models. *Management Decision*, 36(2), p. 63-76, 1998.

BONTIS, N. The knowledge toolbox: A review of the tools available to measure and manage intangible resources. *European Management Journal*, 17(4), 391-402, 1999.

BONTIS, N. Managing organisational knowledge by diagnosing intellectual capital: framing and advancing the state of the field. *International Journal of Technology Management*, 18(5/6/7/8), 433-462, 1999.

BREI, V. A.; LIBERALI NETO, G. O Uso da técnica de modelagem em equações estruturais na área de marketing: um estudo comparativo entre publicações no Brasil e no exterior. *Revista de Administração Contemporânea*, 10(4), p. 131–151, SciELO Brasil, 2006.

CABRITA, M. do R.; BONTIS, N. Intellectual capital and business performance in the Portuguese banking industry. *International Journal of Technology Management*, 43(1/2/3), p. 212-237, 2008.

CAMPBELL, S.; SOBEL, A. E. K. Supporting the Formal Analysis of Software Systems. *2008 International Conference on Computer Science and Software Engineering*, p. 776-779, 2008.

CHEMUTURI, M.; CAGLEY JR., T. M. *Mastering Software Project Management: Best Practices, Tools and Techniques*. J. Ross Publishing, U.S.A., 2010.

CHEN, D.-N.; SHIE, Y.-J.; LIANG, T.-P. The impact of knowledge diversity on software project team's performance. Proceedings of the 11th International Conference on Electronic Commerce - ICEC '09, USA: ACM Press, 2009.

CHEN, J.; ZHU, Z.; XIE, H. Y. Measuring intellectual capital: a new model and empirical study. *Journal of Intellectual Capital*, 5(1), p. 195-212, 2004.

CHI, P.; CHAN, W.; LEE, W. B. Knowledge Audit with Intellectual Capital in the Quality Management Process: An Empirical Study in an Electronics Company. *Journal of Knowledge Management*, 9(2), p. 98-116, 1998.

CHIN, W. W. *Handbook of Partial Least Squares*. (V. Esposito VINZI, W. W. CHIN, J. HENSELER, & H. WANG, Eds.), Berlin: Heidelberg, 2010.

CHIN, W. W.; MARCOLIN, B. L.; NEWSTED, P. R. A partial least squares latent variable modeling approach for measuring interaction effects: results from a monte carlo simulation study and voice mail emotion/adoption study. *Proceedings of the Seventeenth International Conference on Information Systems*, p. 21-41, 1996.

CLEARY, P. Exploring the relationship between management accounting and structural capital in a knowledge-intensive sector. *Journal of Intellectual Capital*, 10(1), p. 37-52, 2009.

COLAZO, J. Following the Sun: Temporal Dispersion and Performance in Open Source Software Project Teams. *Journal of the Association for Information*, 11(11), p. 684-707, 2010.

COOPRIDER, J.; HENDERSON, J. *A multi-dimensional approach to performance evaluation for I/S development*. Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, 1989.

CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa : métodos qualitativo, quantitativo e misto* (2nd ed.). Porto Alegre: Editora Artmed, 2007.

CURADO, C. M. M. *O efeito mediador das estratégias de gestão do conhecimento entre componentes do Capital Intelectual: Um estudo realizado na indústria bancária portuguesa*. Knowledge Management. Tese defendida na Universidade Técnica de Lisboa, 2006.

DESOUZA, K. C. Barriers to effective use of knowledge management systems in software engineering. *Communications of the ACM*, 46(1), p. 99-101, 2003.

DINGSOYR, T.; DJARRAYA, H. K.; ROYRVIK, E. Practical Knowledge Management Tool Use in a Software Consulting Company. *Communications of the ACM*, 48(12), 2005.

DINGSØYR, T. Knowledge management in medium-sized software consulting companies. *Empirical Software Engineering*, 7(4), p. 383–386, Springer, 2002.

EDVINSSON, L.; MALONE, M. S. *Capital intelectual•: descobrindo o valor real de sua empresa pela identificação de seus valores internos*. Makron Books, São Paulo, 1998.

EDVINSSON, L.; Sullivan, P. Developing a Model for Managing Intellectual Capital. *European Management Journal*, 1(4), p. 356-364, 1996.

EGC (2012a). *Interação das Áreas na Busca do Objeto de Pesquisa do Programa*. Disponível em:
http://www.egc.ufsc.br/index.php?option=com_content&view=article&id=30:interacao-das-areas-na-busca-do-objeto-de-pesquisa-do-programa&catid=21:home&Itemid=4&lang=pt. Acesso em: 15/01/2012.

EGC (2012b). Engenharia do conhecimento. Disponível em:
http://www.egc.ufsc.br/index.php?option=com_content&view=article&id=37:engenharia-do-conhecimento-&catid=26:areas&Itemid=45&lang=pt. Acesso em: 15/01/2012.

EVELEENS, J.; VERHOEF, C. The rise and fall of the Chaos report figures. *IEEE software*, 27(1), p. 30–36, 2010.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa* (5th ed.). São Paulo: Editora Atlas, 2010.

GOLDONI, V.; OLIVEIRA, M. Knowledge management metrics in software development companies in Brazil. *Journal of Knowledge Management*, 14(2), p. 301-313, 2010.

GOPAL, A.; GOSAIN, S. Research Note - The Role of Organizational Controls and Boundary Spanning in Software Development Outsourcing: Implications for Project Performance. *Information Systems Research*, 21(4), p. 960-982, 2009.

GUBIANI, J. S. *Modelo para diagnosticar a influência do capital intelectual no potencial de inovação das universidades*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. *Análise Multivariada de Dados* (5ª edição). Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAIR, Joe F.; RINGLE, C. M.; SARSTEDT, M. PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. *The Journal of Marketing Theory and Practice*, 19(2), p. 139-152, 2011.

HAIR, Joe F.; SARSTEDT, M.; RINGLE, C. M.; MENA, J. A. An assessment of the use of partial least squares structural equation modeling in marketing research. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 2011.

HAROON, M. I. T. Software Development Projects•: An Investigation into the Factors that Affect Software Project Success / Failure in Jordanian Firms Software Projects Success / Failure and. First International Conference on the Applications of Digital Information and Web Technologies, p. 246-251, 2008.

HARRISON, W. Learning Organizations and the Software Developer. *IEEE Software*, 21(2), p. 5-7, 2004.

HELDMAN, K. *Gerência de Projetos - Guia para o Exame Oficial do PMI*. Editora Campus, 2006.

HENDERSON, J.C. *Involvement as a predictor of performance in I/S planning and design*. Management in the 1990s, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, 1988.

HENDERSON, J.C.; LEE, S. Managing I/S design teams: a control theories perspective. *Management Science*, 38(6), p. 757-777, 1992.

HENSELER, J.; RINGLE, C. M. The use of partial least squares path modeling in international marketing. *International Marketing*, 20, p. 277-319, Bingley: Emerald Bingley, 2009.

HENSELER, Jörg. On the convergence of the partial least squares path modeling algorithm. *Computational Statistics*, 25(1), p. 107-120, 2009.

HO, R. (2006). *Handbook of univariate and multivariate data analysis and interpretation with SPSS*. Chapman & Hall/CRC.

IKONEN, M.; ABRAHAMSSON, P. Anticipating success of a business-critical software project: A comparative case study of waterfall

and agile approaches. First International Conference on Software Business, p. 187–192, Jyväskylä, Finland: Springer, 2010.

JIANG, J. An exploration of the relationship between software development process maturity and project performance. *Information & Management*, 41(3), p. 279-288, 2004.

JONES, M. IS project team performance: An empirical assessment. *Information & Management*, 31(2), p. 57-65, 1996.

JOSHI, M.; UBHA, D. S.; SIDHU, J. Reporting Intellectual Capital In Annual Reports From Australian S/W & I/T Companies. *Journal of Knowledge Management*, 11(3), 2011.

JUN, L.; QIUZHEN, W.; QINGGUO, M. The effects of project uncertainty and risk management on IS development project performance: A vendor perspective. *International Journal of Project Management*, 29(7), p. 923-933, 2011.

KANG, H. The study on risk factors associated with information system project performance from knowledge resources view. 2nd International Conference on Networking and Digital Society, vol. 1, p. 444–446, 2010.

KARAGIANNIS, D.; Waldner, F.; Stoeger, A.; Nemetz, M. A Knowledge Management Approach for Structural Capital. *Practical Aspects of Knowledge Management*, p. 135–146, 2008.

KASUNIC, M. A data specification for software project performance measures: Results of a collaboration on performance measurement. TECHNICAL REPORT CMU/SEI-2008-TR-012 ESC-TR-2008-012. 2008.

KIESEWETTER-KÖBINGER, S. Programmer's Capital. *IEEE Computer*, 43(2), p. 106-107, 2010.

KOMCHALIAW, S. A state of the art review on software project performance management. Portland International Conference On Management Of Engineering And Technology, p. 653-655, 2010.

KRISHNAN, M.; MUKHOPADHYAY, T. Software process models and project performance. *Information Systems*, v. 277, n. 1999, 1999.

LI, D. Q.; WU, X. B. Empirical study on the linkage of intellectual capital and firm performance. 2004 IEEE International Engineering Management Conference (IEEE Cat. No.04CH37574), p. 515-519, 2004.

LIANG, T.-P.; LIU, C.-C.; LIN, T.-M.; LIN, B. Effect of team diversity on software project performance. *Industrial Management & Data Systems*, 107(5), p. 636-653, 2007.

LINS, H. N. Competitividade internacional em software: um estudo sobre a experiência de Florianópolis. *Análise Econômica*, 23(44), p. 67-91, 2005.

LIU, J. Y.-C.; CHEN, H.-G.; CHEN, C. C.; SHEU, T. S. Relationships among interpersonal conflict, requirements uncertainty, and software project performance. *International Journal of Project Management*, 2010. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0263786310000736>>. Acesso em: 13/2/2011.

LIU, J.; CHEN, V.; CHAN, C.; LIE, T. The impact of software process standardization on software flexibility and project management performance: Control theory perspective. *Information and Software Technology*, 50(9-10), p. 889-896, 2008.

LIU, Z.; WANG, H. Analysis on Factors Influencing the Knowledge Sharing of Employee of Software Enterprises: A Case Study of Shandong, China. *International Journal on Advances in Information Sciences and Service Sciences*, 3(4), p. 110-116, 2011.

LU, X.; SHU, L.; LI, J. Correlation analysis between maturity factors and performance indexes in software project. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, p. 1793–1797, 2008.

MALAVSKI, O. S.; LIMA, E. P. D.; COSTA, S. E. G. D. Modelo para a mensuração do capital intelectual: uma abordagem fundamentada em recursos. *Produção*, 20(3), p. 439-454, 2010.

MANZOOR, K. Project performance evaluation framework. 8th International Multitopic Conference, p. 717-724, 2004.

MARR, B.; SCHIUMA, G.; NEELY, A. Intellectual capital – defining key performance indicators for organizational knowledge assets. *Business Process Management Journal*, v. 10, n. 5, p. 551-569, 2004.

MARTÍN DE CASTRO, G.; GARCÍA MUIÑA, F. E. Hacia una visión integradora del capital intelectual de las organizaciones: Concepto y componentes. *ICE, Boletín Económico*, 2756, p. 7-16, 2003.

MARTÍNEZ-TORRES, M. R. A procedure to design a structural and measurement model of Intellectual Capital: An exploratory study. *Information & Management*, 43(5), p. 617-626, 2006.

MILOSEVIC, D.; PATANAKUL, P. Standardized project management may increase development projects success. *International Journal of Project Management*, 23(3), p. 181-192, 2005.

MINGOTI, S. A. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

MOLOKKEN-OSTVOLD, K.; FURULUND, K. M. The relationship between customer collaboration and software project overruns. *AGILE 2007*, p. 72–83, 2007.

NA, K. Uncertainty profile and software project performance: A cross-national comparison. *Journal of Systems and Software*, 70(1-2), p. 155-163, 2004.

NA, K.; SIMPSON, J.; LI, X.; SINGH, T.; KIM, K. Software development risk and project performance measurement: Evidence in Korea. *Journal of Systems and Software*, 80(4), p. 596-605, 2007.

NIDUMOLU, S. Standardization, requirements uncertainty and software project performance. *Information & Management*, 31(3), p. 135-150, 1996.

OLIVEIRA, L. C. A. M. A medida e gestão do capital intelectual: o desafio da era do conhecimento. I Encuentro Iberoamericano de Contabilidad de Gestión, Valencia, 2000.

OLIVER, G.; LIEHR-GOBBERS, K.; KRAFFT, M. Handbook of Partial Least Squares. (V. Esposito VINZI, W. W. CHIN, J. HENSELER, & H. WANG, Eds.) *Measurement*, 691-711. Springer Berlin Heidelberg, 2010. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/index/10.1007/978-3-540-32827-8>>. Acesso em: 18/7/2011.

PABLOS, P. O. D. Measuring and reporting structural capital: Lessons from European learning firms. *Journal of Intellectual Capital*, 5(4), P. 629-647, 2004.

PACHECO JÚNIOR, W.; PEREIRA, V. L. D. do V.; PEREIRA FILHO, H. do V. *Pesquisa científica sem tropeços: abordagem sistêmica*. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

PAPKE-SHIELDS, K. E.; BEISE, C.; QUAN, J. Do project managers practice what they preach, and does it matter to project success? *International Journal of Project Management*, 28(7), P. 650-662, 2010.

PAROLIA, N.; GOODMAN, S.; LI, Y.; JIANG, J. Mediators between coordination and IS project performance. *Information & Management*, 44(7), p. 635-645, 2007.

PASQUALI, L. *Instrumentos Psicológicos: Manual Prático de Elaboração*. Laboratório de Pesquisa em Avaliação e Medida – LabPAM, Universidade de Brasília. ISBN 85-900993-1-8, 1999.

PELLICCIONE, P.; MUCCINI, H.; GUELFY, N.; ROMANOVSKY, A. An introduction to software engineering and fault tolerance. *Computing*, 1-30, 2010.

PETTER, S.; STRAUB, D.; RAI, A. Specifying formative constructs in information systems research. *MIS Quarterly*, 31(4), p. 623-656, 2007.

PMF. (2012). Secretaria Municipal da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico Sustentável da Prefeitura Municipal de Florianópolis. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/smetdes>. Acesso em: 15/02/2012.

PMI-Project Management Institute. (2008). *Conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK) - Quarta Edição*. Project Management Institute, Inc.

RAI, Arun. The effects of development process modeling and task uncertainty on development quality performance. *Information & Management*, 37(6), p. 335-346, 2000.

RAMASUBBU, N.; BALAN, R. K. Globally distributed software development project performance: an empirical analysis. Proceedings of the the 6th joint meeting of the European software engineering conference and the ACM SIGSOFT symposium on The foundations of software engineering, p. 125–134, 2007.

RATHOR, N.; THAPLIYAL, M. P.; JUNEJA, S. Role of Knowledge Delivery in Software Process. *VSRD International Journal of Computer Sci. & Information Technology*, 1(8), p. 548-555, 2011.

REN, J. Empirical Research of the Relationship among Organizational Intellectual Capital Elements in Universities. *2009 Sixth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*, p. 228-232, 2009.

RINGLE, Christian Marc; WENDE, S.; WILL, A. SmartPLS. Hamburg, Germany, 2005. Disponível em: <http://www.smartpls.de>. Acesso em: 15/02/2012.

RODOV, I.; LELIAERT, P. FiMIAM: financial method of intangible assets measurement. *Journal of Intellectual Capital*, 3(3), p. 323-336, 2002.

RODRIGUES, H. M. D. S. S.; DORREGO, P. F. F.; FERNÁNDEZ, C. M.; FERNÁNDEZ, J. La Influencia del Capital Intelectual en la Capacidad de Innovación de las Empresas del Sector de Automoción de la Eurorregión Galicia Norte de Portugal. *Premio Eurorregión*, 2009.

ROOS, G.; ROOS, J. Measuring your company's intellectual performance. *Long Range Planning*, 30(3), p. 325-426, 1997.

RUS, Ioana; Lindvall, M. Knowledge management in software engineering. *IEEE Software*, 19(3), p. 26-38, 2002.

SAINT-ONGE, Hubert. Tacit knowledge the key to the strategic alignment of intellectual capital. *Strategy & Leadership*, 24(2), p. 10–16, 1996.

SANCHEZ, P.; CHAMINADE, C.; OLEA, M. Management of intangibles: An attempt to build a theory. *Journal of Intellectual*, 1(4), p. 312-327, 2000.

SANTOS, L. *Modelo de Avaliação de Capital Intangível – Baseado em Medidas Não Financeiras de Mensuração. Knowledge Management*. Tese de Doutorado desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina. 2008.

SAVOLAINEN, P.; AHONEN, J. J.; RICHARDSON, I. Software development project success and failure from the supplier's perspective: A systematic literature review. *International Journal of Project Management*, 2011. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0263786311000901>. Acesso em: 27/8/2011.

SECUNDO, G.; MARGHERITA, A.; Elia, G.; Passiante, G. Intangible assets in higher education and research: mission, performance or both? *Journal of Intellectual Capital*, 11(2), p. 140-157, 2010.

SELEIM, A.; ASHOUR, A.; BONTIS, N. Intellectual capital in Egyptian software firms. *The Learning Organization*, 11(4/5), p. 332-346, 2004.

SHARABATI, A.-A. A.; JAWAD, S. N.; BONTIS, N. Intellectual capital and business performance in the pharmaceutical sector of Jordan. *Management Decision*, 48(1), p. 105-131, 2010.

SHARIF, M. N. A.; ZAKARIA, N. H.; Ali, N. M.; ROZAN, M. Z. A. Preliminary study: knowledge management (KM) practices in the small medium software companies. *Journal of Knowledge Management Practice*, 6(August), p. 1-12, 2005.

SHENHAR, A. Project Success: A Multidimensional Strategic Concept. *Long Range Planning*, 34(6), p. 699-725, 2001.

SHIH, K.-H.; CHANG, C.-J.; LIN, B. Assessing knowledge creation and intellectual capital in banking industry. *Journal of Intellectual Capital*, 11(1), p. 74-89, 2010.

SILVA, L. S. A.; QUELHAS, O. L. G. Sustentabilidade empresarial e o impacto no custo de capital próprio das empresas de capital aberto. *Gestão & Produção*, 13(3), p. 385-395, 2006.

SOFT MODELING INC. (2002). PLSGraph. Disponível no endereço: <http://www.plsgraph.com/>, acessado em 15/01/2012.

SOMMERVILLE, I. *Software Engineering, eighth edition*. Pearson Addison-Wesley, 2007.

STAM, C. Intellectual Productivity: designing and testing a method for measuring productivity in the intangible economy. 26 th McMaster World Congress - Doctoral Consortium, Canada, 2005.

STEWART, T. A. *Capital Intellectual: A nova vantagem competitiva das empresas* - 14a. edição. Elsevier Editora Ltda, 1998.

SUBRAMANIAN, G.; JIANG, J.; KLEIN, G. Software quality and IS project performance improvements from software development process maturity and IS implementation strategies. *Journal of Systems and Software*, 80(4), p. 616-627, 2007.

SVEIBY, K. E. *A Nova Riqueza Das Organizações - Gerenciando e Avaliando Patrimônios de Conhecimento*, Editora Campus, 1998.

SVEIBY, K.-E. *Methods for Measuring Intangible Assets*. 2010. Disponível no endereço:
<http://www.sveiby.com/articles/IntangibleMethods.htm> , acessado em 15/01/2012.

TEMME, D.; Kreis, H. PLS path modeling—a software review. *Computational Statistics & Data Analysis*, 48(1), p. 159–205, 2006.

TENENHAUS, M. PLS path modeling. *Computational Statistics & Data Analysis*, 48(1), p. 159-205, 2005.

TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Editora Atlas, 1987.

TSENG, C.-Y.; JAMES GOO, Y.-J. Intellectual capital and corporate value in an emerging economy: empirical study of Taiwanese manufacturers. *R and D Management*, 35(2), p. 187-201, 2005.

VERGARA, S. C. *Métodos de pesquisa em administração* (3rd ed.). São Paulo: Editora Atlas, 2008.

VINZI, V. E.; TRINCHERA, L.; AMATO, S. PLS Path Modeling: From Foundations to Recent Developments and Open Issues for Model Assessment and Improvement. In V. Esposito VINZI, W. W. CHIN, J.

HENSELER, & H. WANG (Eds.), *Handbook of Partial Least Squares*, p. 47-83, Berlin: Springer Heidelberg, 2010.

WALLACE, L.; KEIL, M.; RAI, A. How Software Project Risk Affects Project Performance: An Investigation of the Dimensions of Risk and an Exploratory Model. *Decision Sciences*, 35(2), p. 289–321, 2004.

WANG, E.; JU, P.; JIANG, J.; KLEIN, G. The effects of change control and management review on software flexibility and project performance. *Information & Management*, 45(7), p. 438-443, 2008.

WANG, S. L.; WU, M.; CHIOU, W. C.; LIN, C. C. The Effect of Organizational Process Focus on Software Project Team Performance. *9th International Conference on Engineering Education*, p. 12-16, 2006.

WETZELS, M. Using PLS path modeling for assessing hierarchical construct models: Guidelines and empirical illustration. *Mis Quarterly*, 33(1), p. 177-195, 2009.

WILSON, B.; HENSELER, J. Modeling reflective higher-order constructs using three approaches with PLS path modeling: A Monte Carlo comparison. Australian and New Zealand Marketing Academy Conference, p. 791–800, 2007.

WINKELLEN, C. V.; MCKENZIE, J. Using Scenarios to Explore the Potential for Shifts in the Relative Priority of Human , Structural and Relational Capital in Generating Value. *Electronic Journal of Knowledge Management*, 7(4), p. 509 – 516, 2009.

WOHLIN, C. Subjective evaluation as a tool for learning from software project success. *Information and Software Technology*, 42(14), p. 983-992, 2000.

WU, C.-H.; WANG, S.-L.; FANG, K. Investigating the Relationship between IS Project Risk and Project Performance. 2008 Third International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology, p. 100-105, 2008.

XAVIER, M. *Polo tecnológico de Florianópolis: origem e desenvolvimento*. Florianópolis: Editora Insular, 2010.

YOUNDT, M. A.; SUBRAMANIAM, M.; SNELL, S. A. Intellectual Capital Profiles: An Examination of Investments and Returns. *Journal of Management Studies*, 41(2), p. 335–361, 2004.

YU, B.; CONG, G.; NING, L.; JIANG, H.; WANG, X. The Model of Software Process Measurement and Improvement Driven by Project Performance. *International Symposium on Computer Network and Multimedia Technology*, p. 1–4, 2004.

YU, Benhai. The Research of Software Project Performance Evaluation Model Based-on DEA. 2010 International Conference on Management and Service Science (MASS), p. 1–4, 2010.

YUSOFF, W. F. W.; JANTAN, M.; IBRAHIM, D. N. The Interactive Effects of Human Capital, Structural Capital and Social Capital on Firm Performance. *Asian Academy of Management Journal*, 9(2), p. 1-18, 2004.

ZADJABBARI, B.; WONGTHONGTHAM, P.; DILLON, T. S. Towards Ontology as Knowledge Representation for Intellectual Capital Measurement. *IT Revolutions*, p. 232–239, 2009. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/index/g17t801107785348.pdf>>. Acesso em: 23/7/2011.

ZOWGHI, D.; NURMULIANI, N. A study of the impact of requirements volatility on software project performance. Ninth Asia-Pacific Software Engineering Conference, 2002., p. 3-11, 2007.

ANEXO A – ANÁLISE DE JUÍZES

Carta-convite

Prezado Especialista,

Gostaríamos de contar com a sua colaboração para validar um questionário que será utilizado em uma pesquisa exploratória sobre Capital Intelectual e projetos de desenvolvimento de software, como parte do meu trabalho de tese. O objetivo desta prova é verificar se existe um consenso entre os especialistas sobre os conceitos representados por cada item do questionário.

Pedimos que, por gentileza, preencha a planilha em anexo e a retorne por e-mail. Devem ser preenchidos todos os itens das abas *Capital Humano*, *Capital Estrutural*, *Capital Relacional* e *Performance do Projeto*.

Desde já agradecemos a sua colaboração.

Atenciosamente,

Adriano Coser (doutorando)

Aran Bey Tcholakian Morales, Dr.(orientador)

Paulo Mauricio Selig, Dr. (Coorientador)

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do
Conhecimento**

Universidade Federal de Santa Catarina

Validação de Instrumento de Pesquisa

Prezado Especialista,

O objetivo desta prova é realizar uma validação semântica de um questionário destinado à análise da influência do Capital Intelectual sobre a performance de projetos de desenvolvimento de software.

O modelo de análise é composto por quatro dimensões. As três primeiras dimensões representam o Capital Intelectual aplicado na execução de um projeto de desenvolvimento. São elas: o Capital Humano, o Capital Estrutural e o Capital Relacional. A quarta dimensão – Performance do Projeto – agrupa as variáveis dependentes, que se comportam sob a influência do Capital Intelectual.

As variáveis são os itens ou questões da pesquisa e servem para medir os construtos analisados. Cada construto representa um conceito que se deseja estudar, mas que não pode ser medido diretamente. As dimensões e seus construtos são ilustrados na figura ao lado.

Em cada aba da planilha, depois de ler a definição dos construtos envolvidos, o especialista é convidado a fazer a associação entre cada variável (questão) e o construto que ela melhor representa.

Somos gratos pela sua colaboração,

Adriano Coser (doutorando)

Aran Bey Tcholakian Morales, Dr. (orientador)

Paulo Mauricio Selig, Dr. (Coorientador)

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do
Conhecimento**

Universidade Federal de Santa Catarina

ANEXO B – COLETA DE DADOS

Carta-Convite

Prezado(a) Administrador(a),

Gostaríamos de contar com a participação da sua empresa em uma pesquisa que estuda a influência do Capital Intelectual sobre a performance dos projetos de desenvolvimento de software. Para participar, a empresa pode selecionar até dois projetos, sobre os quais será respondido o questionário disponível no seguinte endereço:

<https://docs.google.com/spreadsheets/viewform?formkey=dFNneU1LMEFOcjcwbfZPbVZhblZpeVE6MQ&>

Os projetos devem ter sido finalizados há menos de um ano, tendo como objetivo a geração de um novo software ou a evolução de um software existente. Para cada projeto, seleciona-se um respondente (gestor, líder, ou outra parte interessada) que conheça bem a organização, a equipe do projeto, a forma como se deu o desenvolvimento e os resultados produzidos.

As empresas participantes receberão retorno sobre os resultados da pesquisa e a sua identidade será mantida em sigilo.

Somos gratos pela sua colaboração,

Adriano Coser (doutorando)

Aran Bey Tcholakian Morales, Dr. (orientador)

Paulo Mauricio Selig, Dr. (Coorientador)

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do
Conhecimento**

Universidade Federal de Santa Catarina

Texto Explicativo Fornecido na Primeira Página do Questionário

Prezado(a) participante,

O objetivo desta pesquisa é estudar as relações entre o Capital Intelectual e os resultados atingidos nos projetos de desenvolvimento de software.

O Capital Intelectual representa os ativos intangíveis, ou baseados em conhecimento, que são aplicados na realização dos projetos de desenvolvimento de software. Seus elementos são categorizados em três dimensões: o Capital Humano, transportado pelas pessoas que formam a organização; o Capital Estrutural, embutido nas rotinas e sistemas da organização; e o Capital Relacional, derivado das relações que permeiam a organização.

A Performance do Projeto, por sua vez, é a dimensão onde se avalia a forma como o projeto foi executado, os produtos obtidos e as contribuições deixadas para o futuro da organização.

Sobre cada conceito avaliado são feitas algumas afirmações, que devem ser valoradas na escala entre 1 (discordar totalmente) e 10 (concordar totalmente). Uma afirmação pode ficar sem avaliação caso não se aplique ao projeto ou caso o participante não saiba responder.

Somos gratos pela sua colaboração,

Adriano Coser (doutorando)

Aran Bey Tcholakian Morales, Dr. (orientador)

Paulo Mauricio Selig, Dr. (Coorientador)

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do
Conhecimento**

Universidade Federal de Santa Catarina