

Recebido em: 17/05/10

Aprovado em: 22/08/10

# Seleção de ciclo de vida para empresas de desenvolvimento de *software* incubadas utilizando Lógica *Fuzzy*

Sandra Miranda Neves (UNESP-SP/Brasil) - sanmirneves@hotmail.com  
• Av. Dr. Ariberto Pereira da Cunha, 333, CEP12516-410, Guaratinguetá-SP  
Carlos Eduardo Sanches da Silva (UNIFEI-MG/Brasil) - sanches@unifei.edu.br  
Valério Antônio Pamplona Salomon (UNESP-SP/Brasil) - salomon@feg.unesp.br  
Aneirson Francisco da Silva (UNESP-SP/Brasil) - aneirson@yahoo.com.br  
Jefferson Gonçalves Mendes Junior (UNIFEI-MG/Brasil) - jrmendes87@hotmail.com

## Resumo

Empresas de desenvolvimento de *software* incubadas possuem riscos específicos, de acordo com a fase do ciclo de vida em que se encontram. Identificar esses riscos, de acordo com as etapas pelas quais as empresas passam, poderá auxiliar estas empresas a aumentar a chance de sucesso dos seus projetos. Assim, este artigo tem como objetivo, selecionar o modelo de ciclo de vida organizacional mais aplicável a empresas de desenvolvimento de *software* incubadas. O método de pesquisa utilizado foi a Modelagem Matemática, com aplicação da Lógica *Fuzzy*, que obteve, como resultado, a seleção de um modelo de ciclo de vida, de acordo com os critérios propostos.

Palavras-chave: Empresas de desenvolvimento de *software* incubadas; Ciclo de vida organizacional; Lógica *Fuzzy*.

## Abstract

*Software development incubated companies have specific risks in their projects according to their life cycle stage. Identifying these risks can help the companies to increase their chances of success in their respective projects. Therefore, this article aims to identify and analyze models for organizational life cycle in literature and select a model applicable to incubated software development companies. The research method utilized was Mathematical Modeling, with the application of Fuzzy Logic, and as a result obtained the selection of a life cycle model, according to the proposed criteria.*

*Keywords: Software development incubated companies; Organizational life cycle; Fuzzy Logic.*

## 1. INTRODUÇÃO

Nas diferentes fases do ciclo de vida das empresas de base tecnológica incubadas (EBTI), contemplando, assim, desde a inserção destas empresas na incubadora até a transformação em empresas graduadas, existem decisões a serem tomadas, que podem implicar em riscos para a continuidade das mesmas. Dentro deste contexto, as empresas de desenvolvimento de *software* incubadas são particularmente suscetíveis a falhas, visto que adotam constantemente novas tecnologias e novas práticas (NEVES, 2010). Portanto, faz-se necessário que o ciclo de vida destas empresas seja conhecido e bem estruturado, sendo que cada fase apresenta necessidades diferentes, riscos diferentes e os processos de decisão também, se realizarão de diferentes formas.

Segundo Frohlich, Rossetto e Silva (2007), a identificação do estágio de desenvolvimento do ciclo de vida, proporcionada pelo processo de mudança das práticas organizacionais, dará à empresa a possibilidade de escolha, pois só após ter conhecimento das suas deficiências internas, consegue-se identificar o que fazer. Diante da grande diversidade de modelos de ciclo de vida na literatura (GREINER, 1972; ADIZES, 1979; CHURCHILL e LEWIS, 1983; MOUNT, ZINGER e FORSYTH, 1993; HANKS *et al.*, 1993; GERSICK *et al.*, 1997; LESTER, PARNELL e CARRAHER, 2003), surge o problema de pesquisa: Quais estágios são os mais adequados para descrever o ciclo de vida para empresas de desenvolvimento de *software* incubadas?

Neste sentido, esta pesquisa tem como objetivo geral, selecionar o modelo de ciclo de vida organizacional mais aplicável a micro e pequenas empresas de desenvolvimento de *software* incubadas. Tem como objetivos específicos: (I) Identificar os principais modelos de ciclo de vida organizacional existentes na literatura; (II) Analisar os modelos identificados, de modo a realizar uma pré-seleção, para compor as alternativas da modelagem; (III) Selecionar o modelo de ciclo de vida organizacional mais aplicável a empresas de desenvolvimento de *software* incubadas, por meio da utilização da Lógica Fuzzy. Identificar o ciclo de vida mais adequado a essas empresas, poderá contribuir para que conheçam melhor os estágios, pelos quais passarão, que compreendam, com antecedência, as possíveis decisões a serem tomadas e que realizem um gerenciamento pró-ativo dos riscos inerentes a cada fase.

O método de pesquisa adotado para este trabalho foi a Modelagem Matemática (BERTRAND e FRANSOO, 2002). Foram utilizados conceitos de Lógica Fuzzy (ZADEH, 1965). A pesquisa teve como objeto de estudo, empresas incubadas de desenvolvimento de *software* e a coleta dos dados foi realizada por meio de questionários.

O artigo está estruturado em cinco partes. A Seção 1 apresentou a introdução sobre o tema, contemplando as justificativas, problema de pesquisa, objetivo geral, classificação da pesquisa, forma de coleta dos dados, objeto de estudo e a estrutura do artigo. A Seção 2 apresenta a fundamentação teórica sobre ciclo de vida organizacional e sobre Lógica Fuzzy. Na Seção 3, são apresentados os passos para a seleção do modelo de ciclo de vida mais adequado a empresas de desenvolvimento de *software* incubadas, utilizando a Modelagem Matemática. A Seção 4 contempla a análise dos resultados e apresenta a descrição do modelo selecionado. E, por fim, a Seção 5 apresenta as principais conclusões da pesquisa.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Ciclo de vida organizacional

O ciclo de vida caracterizado, geralmente, pelo nascimento, crescimento, envelhecimento e morte, acontece tanto nos seres vivos quanto nas organizações (ADIZES, 1979). Segundo Beverland e Lockshin (2001), “o princípio central da teoria do ciclo de vida é que as organizações se movem por meio de uma série de fases”. Essas fases são delineadas, geralmente, por mudanças, possíveis crises de um estágio para outro e por alguns padrões semelhantes de comportamento.

Hanks *et al.* (1993) definem ciclo de vida como sendo uma configuração única de variáveis, relacionadas ao contexto organizacional ou relacionadas à sua estrutura. De acordo com Lester e Parnell (2008), as atividades, nas fases do ciclo de vida, incluem tomada de decisão, processamento de informações e procedimentos operacionais. As questões referentes à estrutura incluem relações de subordinação, distribuição de poder e departamento ou divisão organizacional.

Existe um grande número de estudos sobre ciclo de vida organizacional. Levie e Lichtenstein (2010) identificaram cinquenta modelos, denominados “modelos universais”, contemplados dentre os 104 modelos listados por eles. Embora a falta de consenso seja problemática, o ciclo de vida constitui uma ferramenta importante, para se compreender as organizações no nível macro da análise (OLSON e TERPSTRA, 1992).

Tomando como base o foco das pesquisas, Dodge e Robbins (1992) desenvolveram um modelo de ciclo de vida para pequenas empresas, pois esse tipo de empreendimento passa por um processo crítico, no início das atividades, alto grau de mortalidade, tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento. Outros pesquisadores, que tiveram como foco pequenas empresas, foram Churchill e Lewis (1983) e Mount, Zinger e Forsyth (1993). Greiner (1972) teve como foco o estilo de liderança, Hanks *et al.* (1993) abordaram empresas de alta tecnologia e Gersick *et al.* (1997), empresas familiares. Pesquisas mais recentes foram as realizadas por Lester, Parnell e Carraher (2003), Lahorgue (2005), que adaptaram o modelo de Carayannis, Evans e Hanson (2003), para atender a empresas de base tecnológica (EBT), de acordo com o apoio que necessitam, e Frohlich, Rossetto e Silva (2007).

Com relação ao número de fases descritas, em cada modelo, o modelo de Adizes (1979), denominado de estágios de crescimento, apresenta dez fases. O modelo de Scott e Bruce (1987), denominado modelo funcional, apresenta cinco fases. O modelo de Kaufmann (1990), denominado estágios de desenvolvimento, apresenta quatro fases. Cada fase terá um cenário diferente de problemas para cada contexto operacional (QUINN e CAMERON, 1983). O quadro 1 apresenta a síntese das etapas de alguns dos modelos de ciclo de vida organizacional.

	Autor	Ano	Etapas
1	Myers e Marquis	1969	1. Fluída; 2. Transição; 3. Maturidade.
2	Greiner	1972	1. Criatividade; 2. Direção; 3. Delegação; 4. Cooperação; 5. Colaboração.
3	Adizes	1979	1. Namoro; 2. Infância; 3. Toca-toca; 4. Adolescência; 5. Plenitude; 6. Estabilidade; 7. Aristocracia; 8. Burocracia; 9. Burocracia Incipiente; 10. Morte
4	Galbraith	1982	1. Prova inicial - protótipo; 2. Loja- modelo; 3. Volume de produção; 4. Crescimento natural; 5. Manobra estratégica.
5	Quinn e Cameron	1983	1. Empreendedorismo; 2. Coletividade; 3. Formalização e controle; 4. Elaboração da estrutura.
6	Churchill e Lewis	1983	1. Existência; 2. Sobreviver; 3. Sucesso no desenvolvimento e no crescimento; 4. Decolagem; 5. Maturidade.
7	Miller e Friesen	1984	1. Nascimento; 2. Crescimento; 3. Maturidade; 4. Renovação; 5. Declínio.
8	Scott e Bruce	1987	1. Início; 2. Sobrevivência; 3. Crescimento; 4. Expansão; 5. Maturidade.
9	Kazanjian	1988	1. Concepção e desenvolvimento; 2. Comercialização; Crescimento; 4. Estabilidade.
10	Kaufmann	1990	1. Nascimento; 2. Crescimento; 3. Maturação ou Institucionalização; 4. Renovação.
11	Dodge e Robbins	1992	1. Formação; 2. Crescimento adiantado; 3. Crescimento mais atrasado; 4. Estabilidade.
12	Mount, Zinger e Forsyth	1993	1. Empresa operada pelo dono; 2. Transição para uma empresa administrada pelo dono; 3. Empresa administrada pelo dono; 4. Transição para uma administração profissional; 5. Administração profissional.
13	Hanks <i>et al.</i>	1993	1. Constituição; 2. Expansão; 3. Maturidade; 4. Diversificação ou Declínio
14	Reynolds, Storey e Westhead	1994	1. Concepção; 2. Gestação e Nascimento; 3. Infância e Crescimento.
15	Marques	1994	1. Estágio conceptual; 2. Estágio organizativo; 3. Estágio produtivo; 4. Estágio caçador; 5. Estágio administrativo; 6. Estágio normativo; 7. Estágio participativo; 8. Estágio adaptativo; 9. Estágio inovativo.
16	Gersick	1997	1. Início; 2. Expansão/Formalização; 3. Maturidade.
17	Machado da Silva, Vieira e Dellagnelo	1998	1. Estágio de Empreendimento; 2. Estágio de Formalização. 3. Estágio de Flexibilização.
18	Moreira	1999	1. O dono; 2. O dono e seus assessores; 3. O dono, seus assessores e uma estrutura; 4. Uma estrutura; 5. Retorno à vocação dos negócios; 6. Desestruturação da organização.
19	Lester, Parnell e Carraher	2003	1. Existência; 2. Sobrevivência; 3. Sucesso; 4. Renovação; 5. Declínio
20	Carayannis, Evans, Hanson (2003) - adaptado por Lahorgue (2005)	2003	1. Estágio Fundador; 2. Estágio do Despertar; 3. Estágio da Especialização; 4. Estágio da Criação; 5. Estágio da Maturação.
21	Frohlich, Rossetto e Silva	2007	1. Estágio inicial; 2. Estágio de crescimento; 3. Estágio da maturidade; 4. Estágio da renovação

Quadro 1 – Etapas dos modelos de ciclo de vida organizacional.

Geralmente, os modelos apresentam as fases de nascimento, crescimento, maturidade, renascimento e declínio (GREINER, 1972; MILLER e FRIESEN, 1984). Entretanto, alguns modelos não consideram a etapa de declínio ou morte (QUINN e CAMERON, 1983; KAZANJIAN, 1988). Para Hanks *et al.* (1993), o declínio de uma empresa pode ocorrer, a partir de qualquer estágio. Outros ciclos de vida apresentados na literatura, se referem ao ciclo de vida do produto (TIBBEN-LEMBKE, 2002) e mais recentemente, ao ciclo de vida setorial (MARTINS e MARTINELLI, 2009).

A figura 1 apresenta os estágios de 50 modelos gerais de ciclo de vida, identificados por Levie e Lichtenstein (2010), considerando o período de 1962 a 2006.

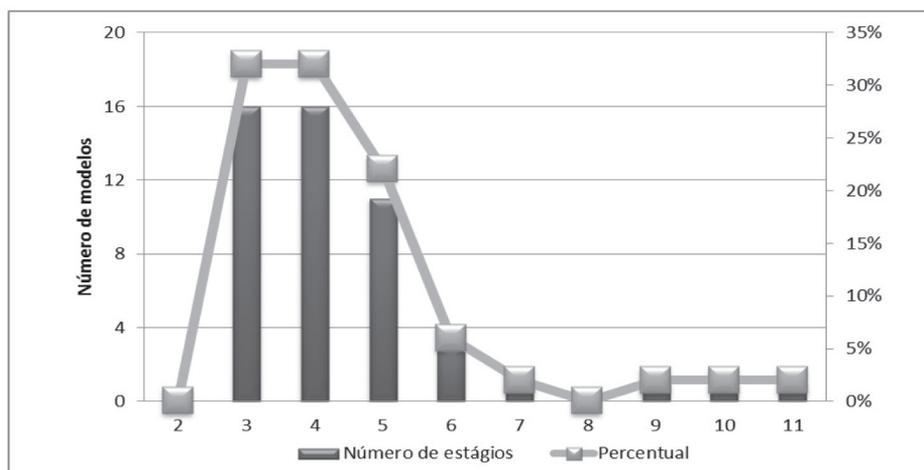


Figura 1 – Etapas dos modelos de ciclo de vida organizacional.

Fonte: Adaptado de Levie e Lichtenstein (2010).

De acordo com a palavra-chave “ciclo de vida” (ou “*life Cycle*”), realizou-se a análise bibliométrica, visando identificar os autores mais citados na literatura pesquisada (34 artigos nacionais e internacionais), considerando o número de citações realizadas do documento original. A bibliometria permite que se realize uma medida quantitativa, essencialmente objetiva, da produção científica (OKUBO, 1997). A figura 2 apresenta os resultados, considerando apenas os nove autores mais citados (acima de cinco citações).

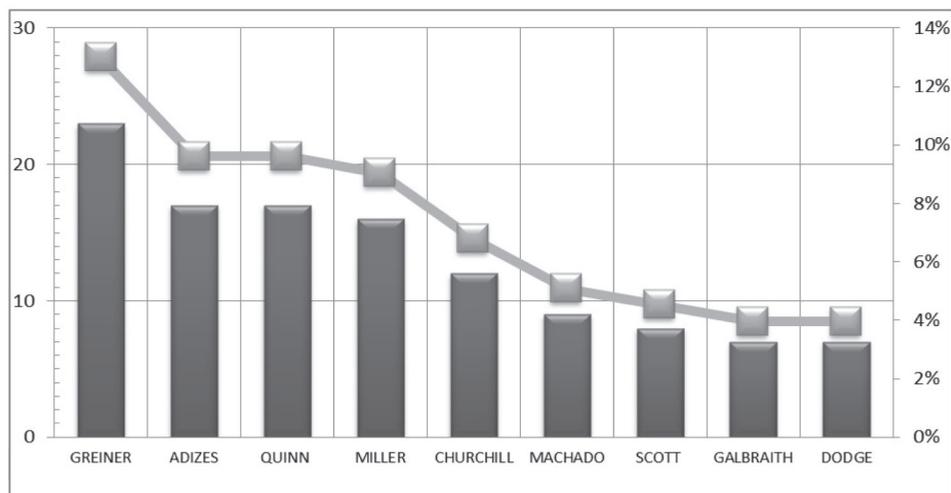


Figura 2 – Autores mais citados na literatura pesquisada (nacional e internacional).

Apesar do número de citações não ser considerado como uma métrica de qualidade, essa seleção inicial pode indicar que autores pesquisadores consideram importantes, a ponto de serem considerados em suas pesquisas. Esta etapa atende ao primeiro objetivo específico: identificar os principais modelos de ciclo de vida organizacional existentes na literatura.

## 2.2. Lógica Fuzzy

Segundo Zadeh (1965), a Lógica *Fuzzy* é baseada na teoria clássica dos conjuntos. Nessa teoria, cada elemento do universo  $X$  ou pertence ao conjunto  $A$  ou não. Na Lógica *Fuzzy*, um elemento pertence ao conjunto  $A$ , com certo grau de pertinência. A seguir, uma definição sobre conjuntos imprecisos:

Definição 1: Um conjunto *Fuzzy*  $A$  em  $X$  é definido por:

$$A = \{x, \mu_A(x)/x \in X\} \quad (1)$$

Onde  $\mu_A(x): X \rightarrow [0, 1]$  é chamado de função de pertinência a  $A$  e  $\mu_A(x)$  é o grau de pertinência, o qual  $\mu_A(x): x$  pertence a  $A$ .

De acordo com Kumar, Vrat e Shankar (2004), o conjunto *Fuzzy*  $A$  em  $X$  pode ser unicamente caracterizado por uma função pertinência  $\mu_A(x)$ , a qual se associa com cada ponto em  $X$ , um número real positivo, cujo valor é finito e usualmente está no intervalo  $[0, 1]$ , com o valor de  $\mu_A(x)$  em  $x$ , representando o “grau de pertinência” de  $x$  em  $A$ . Assim, quanto mais próximo o valor de  $\mu_A(x)$  de 1, maior a possibilidade de  $x$  pertencer ao conjunto  $A$ .

Definição 2: a união de dois conjuntos imprecisos  $A$  e  $B$ , com as respectivas funções associadas  $\mu_A(x)$  e  $\mu_B(x)$ , é definido com um conjunto impreciso  $C$ , no qual, a função pertinência será a seguinte:

$$\mu_C(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)], x \in X \quad (2)$$

Definição 3: A interseção de dois conjuntos imprecisos  $A$  e  $B$ , com respectivas funções de pertinência  $\mu_A(x)$  e  $\mu_B(x)$ , é definido como um conjunto impreciso  $C$ , cuja função associativa é a seguinte:  $\mu_C(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)], x \in X$ . A figura 3 mostra os sistemas baseados em regras *fuzzy*.

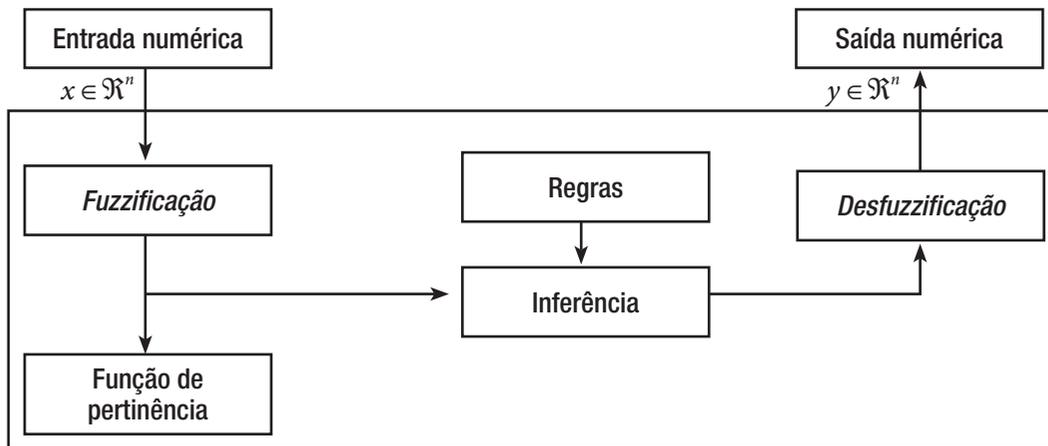


Figura 3 – Sistemas baseados em regras *Fuzzy*.

**Fuzzificação** – Neste componente, as entradas do sistema são traduzidas em conjuntos *fuzzy*, em seus respectivos domínios. Desta forma, é necessário um especialista na área, durante a modelagem.

**Função de pertinência** – Há muitos tipos de funções de pertinência, como por exemplo, triangular, trapezoidal, ; a escolha dependerá da complexidade do problema a ser modelado e também, da preferência do especialista.

**Inferência (Regras)** – Este componente, conjuntamente com os demais componentes que compõem as inferências *fuzzy*, pode ser considerado o centro do sistema baseado em regras *fuzzy*. Sendo composto por uma coleção de proposições ou lógicas condicionais, do tipo “se... então...”, a base de regras descreve relações entre as variáveis linguísticas. Entretanto, dependendo do número de critérios e do número de variáveis linguísticas, por critério, a quantidade de regras pode ser numerosa, sendo este um fator crítico, quando se trabalha com conjuntos *fuzzy*. A equação 3 mostra a quantidade de regras, em função do número de critérios e variáveis linguísticas:

$$\text{Regras} = (N)^k \quad (3)$$

Sendo  $N$  o número de variáveis linguísticas por critério e  $k$  o número de critérios.

**Defuzzificação** – é um método utilizado para decodificar as variáveis linguísticas de saída, inferidas pela regra *fuzzy* para valores reais e geralmente discretos. Os principais métodos de defuzzificação são o Centro-da-Área, o Centro-do-Máximo, a Média-do-Máximo e a Média-Ponderada (SHAW e SIMÕES, 1999).

A equação 4 mostra o cálculo da abscissa do centro da gravidade. Onde  $d$  é o valor de domínio e  $\mu x$  é o grau de pertinência.

$$\frac{\int \mu x.x.d}{\int \mu x.xd} \quad (4)$$

Neste trabalho, foram utilizados os números triangulares *fuzzy* e o método de *defuzzificação* adotado, foi o centróide, visto que esses métodos são os mais utilizados para seleção ou ordenação de variáveis.

### 3. SELEÇÃO DO MODELO DE CICLO DE VIDA, POR MEIO DA LÓGICA FUZZY

A seleção do modelo ocorreu, de acordo com as etapas apresentadas, por meio da figura 3, sendo: (1) *Fuzzificação* e função de pertinência (2) Inferência (regras) e (3) *Defuzzificação*. Para a análise dos dados, foi utilizado o *software* Matlab.

#### 3.1. Fuzzificação e função de pertinência

A figura 4 apresenta a hierarquia estabelecida para a seleção do modelo de ciclo de vida, contemplando o objetivo e critérios.

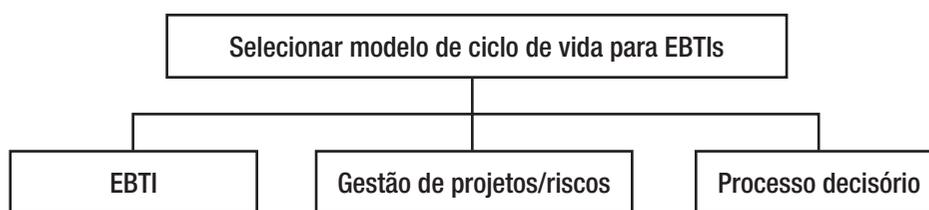


Figura 4 – Estrutura hierárquica.

Os critérios foram definidos, considerando a fundamentação teórica e de acordo com o parecer de especialistas, sendo:

**EBTI:** Se o modelo é aplicável à realidade de micro e pequenas empresas de desenvolvimento de *software* incubadas. Considerar também, se o modelo de ciclo de vida analisado, prescreve a parte de obtenção de recursos financeiros e características específicas de uma empresa incubada;

**Gestão de Projetos/riscos:** Se o modelo é adequado para avaliar os principais fatores de risco de projetos em EBTI de desenvolvimento de *software*;

**Processo Decisório:** Se o modelo contempla os principais processos de tomada de decisão em EBTI de desenvolvimento de *software*.

Como alternativas, foram utilizados os modelos de ciclo de vida, que têm como foco, pequenas empresas, empresas de alta tecnologia ou modelos gerais mais citados, cujas etapas foram apresentadas por meio do quadro 1, sendo eles: Greiner (1972), Churchill e Lewis (1983), Scott e Bruce (1987), Hanks *et al.* (1993), Lester, Parnell e Carraher (2003), Lahorgue (2005), Frohlich, Rossetto e Silva (2007), Mount, Zinger e Forsyth (1993), Dodge e Robbins (1992) e Kazanjian (1988).

Os especialistas para julgamento dos modelos, foram indicados, por serem destaque em sua área de atuação e na incubadora, da qual fazem parte (quadro 2).

Especialistas	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3
Relação com o tema	Gerente de uma incubadora de base tecnológica	Gerente de uma empresa de desenvolvimento de <i>software</i> incubada	Gerente de uma empresa de desenvolvimento de <i>software</i> incubada
Área de atuação/ Função	Abrigar, apoiar e incentivar os projetos e empreendimentos inovadores de natureza tecnológica. Apoiar, promover e fomentar as atividades de empreendedorismo no município e região.	A empresa atua no segmento de jogos, desde o <i>game design</i> até a finalização, incluindo o <i>concept art</i> , o tratamento de imagens e a programação. O foco de negócio está em jogos eletrônicos educacionais e de entretenimento.	Atua no mercado motociclístico, fornecendo soluções tecnológicas que visam à melhoria do desempenho, da pilotagem, do processo de manutenção das motos e a redução da poluição ambiental.

Quadro 2 – Descrição dos especialistas.

Para esta pesquisa, considerou-se que todos os especialistas possuem o mesmo peso.

As figuras 5, 6, 7 e 8 mostram o exemplo de *Fuzzificação*; neste caso, utilizou-se a função de pertinência triangular. Neste exemplo, os critérios adotados foram EBTI, Gerenciamento de projetos/Risco e Processo decisório, contendo três variáveis linguísticas (Pouco Aplicável-PA, Aplicável-A e Muito Aplicável-MA). Na abscissa, têm-se os pesos para cada variável linguística e no eixo y, tem-se o grau de pertinência da função.

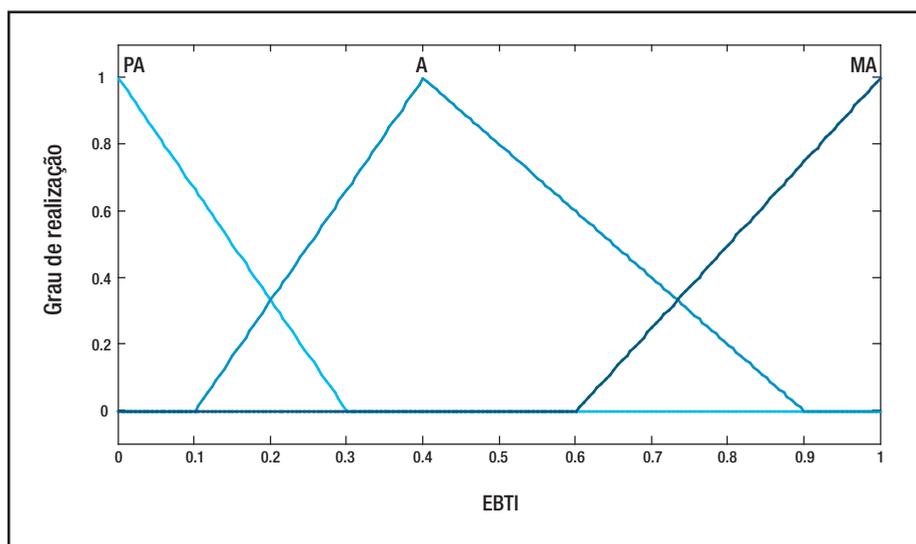


Figura 5 – Fuzzificação do critério EBTI.

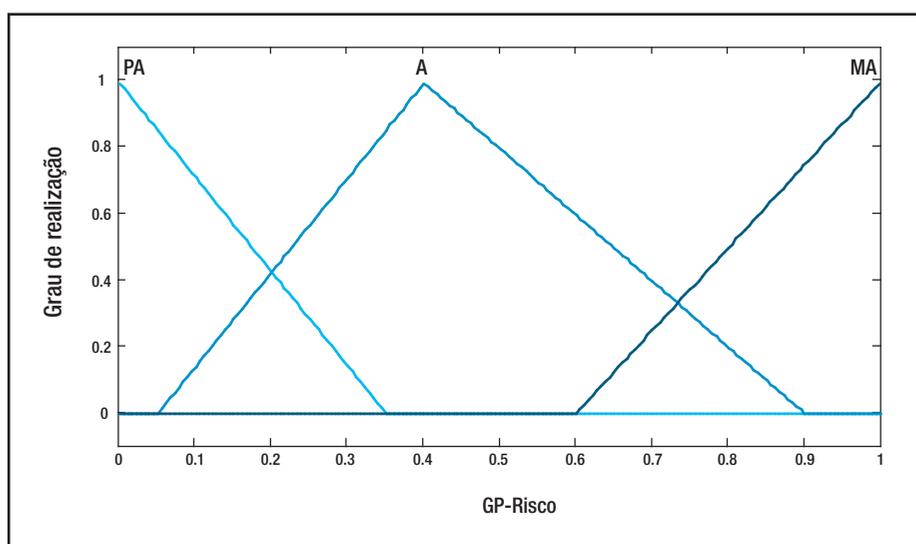


Figura 6 – Fuzzificação do critério GP-Risco.

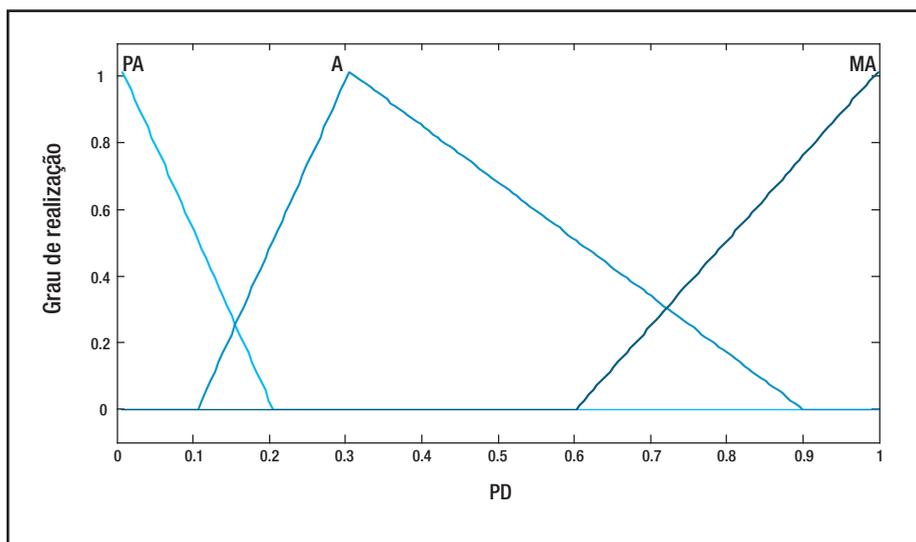


Figura 7 – Fuzzição do critério processo decisório.

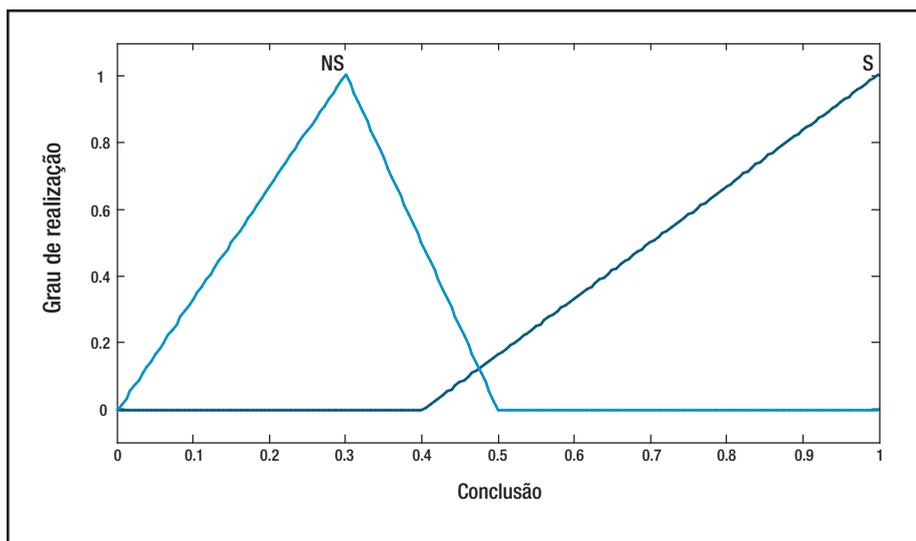


Figura 8 – Fuzzição da saída.

Considerou-se apenas uma saída, com duas variáveis linguísticas: Não selecionar (NS) e Selecionar (S). A figura 9 mostra o esquema global do problema de decisão.

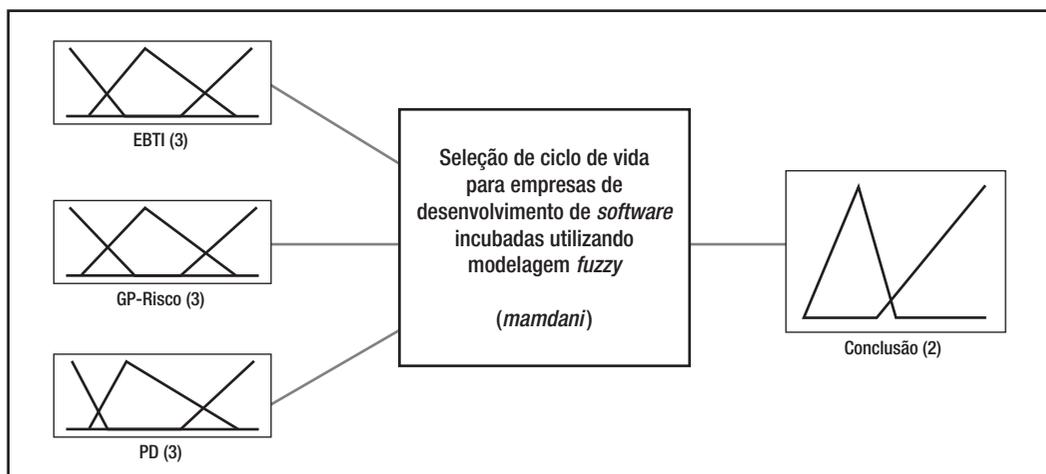


Figura 9 – Resumo do problema.

### 3.2. Inferência

O estudo apresenta três critérios (descritos na seção 3.1): EBTI, Gerenciamento de projetos (GP-Risco) e Processo decisório (PD). Esses critérios foram modelados com três variáveis linguísticas cada: Pouco Aplicável (PA), Aplicável (A) e Muito Aplicável (MA). A quantidade de regras exigidas neste caso, são 27, conforme pode ser observado no quadro 3.

Regra	EBTI	GP-Risco	PD	Conclusão	Regra	EBTI	GP-Risco	PD	Conclusão
01	MA	A	MA	S	15	PA	A	A	NS
02	PA	A	PA	NS	16	A	PA	PA	NS
03	MA	MA	PA	S	17	A	PA	A	S
04	A	A	A	S	18	PA	A	MA	NS
05	MA	MA	MA	S	19	A	A	MA	S
06	A	MA	MA	S	20	MA	PA	A	S
07	MA	PA	MA	S	21	A	MA	PA	S
08	MA	A	PA	S	22	MA	A	A	S
09	PA	PA	PA	NS	23	PA	PA	A	NS
10	PA	PA	MA	NS	24	PA	MA	A	S
11	MA	MA	A	S	25	PA	MA	MA	S
12	A	MA	A	S	26	A	A	PA	S
13	MA	PA	PA	NS	27	PA	MA	PA	NS
14	A	PA	MA	S					

Quadro 3 – Regras.

### 3.3. Defuzzificação

Considerando a avaliação dos três especialistas, a tabela 1 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 1 – Classificação dos modelos de ciclo de vida.

Autores	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3	Vetor final	Classif.
Greiner (1972)	0,837	0,837	0,822	0,832	30
Churchill e Lewis (1983)	0,801	0,801	0,801	0,801	70
Scott e Bruce (1987)	0,837	0,831	0,837	0,835	10
Kazanjian (1988)	0,837	0,801	0,801	0,813	60
Dodge e Robbins (1992)	0,801	0,801	0,801	0,801	70
Hanks <i>et al.</i> (1993)	0,801	0,801	0,801	0,801	70
Mount, Zinger e Forsyth (1993)	0,822	0,801	0,822	0,815	50
Lester, Parnell e Carraher (2003)	0,526	0,822	0,837	0,713	80
Carayannis, Evans, Hanson, (2003), adaptado por Lahorgue (2005)	0,831	0,831	0,837	0,833	20
Frohlich, Rossetto e Silva (2007)	0,801	0,822	0,837	0,820	40

Observa-se que o Modelo de Scott e Bruce (1987) foi considerado como o mais adequado, de acordo com os critérios estabelecidos (0,835). No entanto, o modelo de ciclo de vida de Carayannis, Evans, Hanson (2003), adaptado por Lahorgue (2005), ficou muito próximo.

As etapas apresentadas atenderam ao segundo e terceiro objetivos específicos e, desta forma, ao objetivo geral. A seguir, apresenta-se a análise dos resultados.

## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Analisando os diferentes modelos de ciclo de vida apresentados, percebeu-se que muitos destes são adaptações de modelos desenvolvidos anteriormente, visando atender a determinados objetos de estudo, o que possivelmente explica o grande número de modelos existentes. Outra observação foi com relação à concentração dos modelos, na década de 90. Com relação ao número de fases do modelo, constatou-se que possuem, em sua maioria, entre três e quatro estágios.

A figura 10 apresenta o Modelo de Scott e Bruce (1987), selecionado por meio da Modelagem Matemática, com Lógica Fuzzy. É denominado de Modelo Funcional, sendo dividido em cinco etapas, em função do desenvolvimento da empresa. Teve como base, o modelo de Greiner (1972).

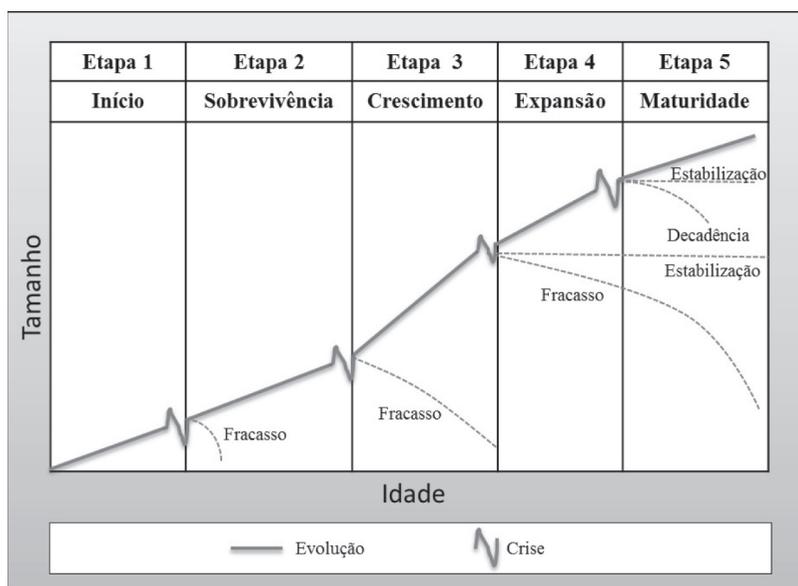


Figura 10 – Modelo de Ciclo de Vida de Scott e Bruce (1987).

No Modelo de Scott e Bruce (1987), a preocupação volta-se à empresa, a partir das modificações que ela sofre. Tem como diferencial, ser voltado para pequenas empresas e apresenta as seguintes características, descritas de forma sintética, de acordo com cada etapa:

- Início – refere-se ao período de concepção da empresa, ou seja, do nascimento da idéia à decisão de se criar a empresa e colocá-la em funcionamento. Uma das características desta etapa é a elaboração do plano de negócios;
- Sobrevivência – penetrar, conquistar e ocupar um espaço no mercado;
- Crescimento – esforços dedicados para atingir as vendas planejadas no primeiro estágio;
- Expansão – ampla reorganização da estrutura inicial;
- Maturidade – aquisição de certa tranquilidade e replanejamento sistemático do futuro.

## 5. CONCLUSÃO

A aplicação da Lógica *Fuzzy* permitiu tratar, de forma quantitativa, medidas subjetivas, sujeitas a incertezas obtidas, a partir da visão de gerentes de empresas incubadas e de um gerente de incubadora de base tecnológica.

Com relação aos modelos analisados, observou-se uma maior divergência no foco dos estudos, o que, provavelmente, possibilitou que muitos modelos fossem adaptados, de acordo com a necessidade do pesquisador. Considerando um conjunto de dez modelos pré-selecionados, a abordagem de Scott e Bruce se mostrou a mais adequada, de acordo com os critérios estabelecidos. O fato deste modelo ser voltado especificamente para pequenas empresas, foi um diferencial na sua seleção. Outro diferencial se refere ao fato de ter as etapas descritas de forma muito similar aos estágios de desenvolvimento das EBTI. Entretanto, cabe salientar que, conforme julgamento dos especialistas, nenhum dos modelos contempla, em sua totalidade, as características específicas de EBTI.

Como proposta para trabalhos futuros, sugere-se adaptar o modelo selecionado, inserindo as principais características do ambiente de EBTI de desenvolvimento de *software* e a realização da análise dos principais fatores de riscos destas empresas, de acordo com a fase do ciclo de vida em que se encontram. Para tanto, uma nova pesquisa está em andamento.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADIZES, I. Organizational passages - Diagnosing and treating lifecycle problems of organizations. **Organizational Dynamics**, v. 8, n.º 1, pp. 3-25, 1979.
- BERTRAND, J.W.M; FRANSOO, J.C. Modeling and simulation: operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 22, n.º 2, pp. 241-264, 2002.
- BEVERLAND, M.; LOCKSHIM, L. Organizational life cycles in small New Zealand wineries. **Journal of Small Business Management**, v. 39, n.º 4, pp. 354-362, 2001.
- CARAYANNIS, E.; EVANS, D.; HANSON, M. A cross-cultural learning strategy for entrepreneurship education. **Technovation**, v. 23, n.º 9, pp. 757-771, 2003.
- CHURCHILL, N.C.; LEWIS, V.L. The Five Stages of Small Business Growth. **Harvard Business Review**, v. 61, n.º 3, pp. 30-50, 1983.
- DODGE, H.R.; ROBBINS, J.E. An Empirical Investigation of the Organizational Life Cycle. **Journal of Small Business Management**, v. 30, n.º 1, pp. 27-38, 1992.

- FROHLICH, L.; ROSSETTO, C.R.; SILVA, A.B.. Implicações das práticas de gestão no ciclo de vida organizacional: um estudo de caso. *Análise*, v. 18, n.º 1, pp. 139-160, 2007.
- GALBRAITH, J. The stages of growth. *Journal of Business Strategy*, v. 3, n.º 1, pp.70-79, 1982.
- GERSICK, K.; DAVIS, J.A.; HAMPTON, M.M.; LANSBERG, I. **De geração para geração: Ciclo de vida das empresas familiares**. São Paulo. Negócio Editora Ltda., 1997.
- GREINER, L. Evolution and revolution as organizations grow. *Harvard Business Review*, v. 50, n.º 4. pp. 37-46, 1972.
- HANKS, S.; WATSON, C.; JANSEN, E.; CHANDLER, G. Tightening the life-cycle construct: a taxonomic study of growth stage configurations in high-technology organizations. *Entrepreneurship Theory and Practice*, v. 18, n.º 2, pp. 5-24, 1993.
- KAUFMANN, L. **Passaporte para o ano 2000: como desenvolver e explorar a capacidade empreendedora para crescer com sucesso até o ano 2000**. São Paulo: Makron - MC Graw Hill, 1990.
- KAZANJIAN, R.K. The relation of dominant problems to stage of growth in technology-based new ventures. *Academy of Management Journal*, v. 31, n.º 2, pp. 257-279, 1988.
- KUMAR, M., VRAT, P., AND SHANKAR, R. A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain. *Computers and Industrial Engineering*, v. 46, n.º 1, pp. 69-85, 2004.
- LAHORGUE, M.A. **Apoios diferentes para as diferentes etapas de evolução das EBTs**. Conferências Regionais de Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília : MCT, CGEE, ABIPTI, 2005.
- LESTER, D.L., PARNELL, J.A.; Firm size and environmental scanning pursuits across organizational life cycle stages. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, v. 15, n.º 3, pp. 540-554, 2008.
- LESTER, D., PARNELL, J.A.; CAHARRER, S. Organizational life cycle: a five stage empirical scale. *The International Journal of Organizational Analysis*, v. 11, n.º 4, pp. 339-354, 2003.
- LEVIE, J.; LICHTENSTEIN, B.B. A Terminal Assessment of Stages Theory: Introducing a Dynamic States Approach to Entrepreneurship. *Entrepreneurship Theory and Practice*, v. 34, n. 2, p. 317-350, 2010.
- MACHADO-DA-SILVA, C.L; VIEIRA, M.M.F; DELLAGNELO, E.H.L. Ciclo de vida, controle e tecnologia: um modelo para análise das organizações. *Organizações e Sociedade*, v. 5, n.º 11, pp. 77-104, 1998.
- MARQUES, A.C.F. **Deterioração organizacional: Como detectar e resolver problemas de deterioração e obsolescência organizacional**. São Paulo: Makron Books, 1994.
- MARTINS, T.M.; MARTINELLI, D.P. Índice de desenvolvimento setorial: uma proposta para analisar o ciclo de vida dos setores industriais. *Revista de Administração*, v.44, n.º.2, pp.87-101, 2009.
- MILLER, D.; FRIESEN, P.H. A longitudinal study of the corporate life cycle. *Management Science*, v. 30, n.º 10, pp. 1161-1183, 1984.

- MOREIRA, B.L. **Ciclo de vida das empresas**: uma análise de comportamento e desenvolvimento das organizações. São Paulo: STS, 1999.
- MOUNT, J.; ZINGER, J.T.; FORSYTH, G.R. Organizing for development in the small business. **Long Range Planning**, v. 26, n.º 5, pp. 111-120, 1993.
- MYERS, S.; MARQUIS, D.G. **Successful Industrial Innovations**. National Science Foundation, NSF 69-17, Washington, D.C., 1969.
- NEVES, S.M. **Análise de riscos em projetos de desenvolvimento de *software* por meio de técnicas de gestão do conhecimento**. 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). UNIFEL. Itajubá (MG), 2010.
- OKUBO, Y. **Bibliometric indicators and analysis of research systems: methods and examples**. Paris: OCDE, 1997.
- OLSON, P.; TERPSTRA, D. Organizational structural changes: life-cycle stage influences and managers and interventionists challenges. **Journal of Organizational Change Management**, v.5, n.º4, pp. 27-41, 1992.
- QUINN, R.E.; CAMERON, K. Organizational life cycles and shifting criteria of effectiveness: some preliminary evidence. **Management Science**, v. 29, pp. 33-51, 1983.
- REYNOLDS, P.; STOREY D.; WESTHEAD, P. Cross-national comparisons of the variation in new firm formation rates. **Regional Studies**, v. 28, n.º 4, pp. 443-456, 1994.
- SCOTT, M.; BRUCE, R. **Five Stages of Growth in Small Business**. Long Range Planning, v. 20, n.º 3, pp. 45-52, 1987.
- SHAW, I.S.; SIMÕES, M.G. **Controle e modelagem *fuzzy***. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- TIBBEN-LEMBKE, R. Life after death: reverse logistics and the product life cycle. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Arizona, v. 32, n. 3/4, p. 223-245, 2002.
- ZADEH, L.A. **Fuzzy sets**. Information and Control, v. 8, pp. 338-353, 1965.

## 7. AGRADECIMENTOS

A CAPES, Pró-Engenharia e à FAPEMIG, pelos financiamentos que possibilitaram esta pesquisa e aos especialistas que realizaram as avaliações dos modelos.

