

Priorização dos riscos no processo de desenvolvimento de produtos em empresas de biotecnologia

Risk prioritisation in the process of product development in biotechnology companies

Dialilson Teixeira De Carvalho¹ - Universidade Federal de Alfenas - Instituto de Ciências Exatas
Eduardo Gomes Salgado² - Universidade Federal de Alfenas - Instituto de Ciências Exatas

RESUMO Empresas de biotecnologia são empresas de base tecnológica caracterizadas pela aplicação sistemática de vários tipos de tecnologia as quais envolvem fundamentos de bioquímica, engenharia genética, fisiologia, microbiologia, botânica, zoologia e engenharia química. Uma de suas características é o desenvolvimento de novos produtos (PDP), que é um processo complexo que envolve diversos tipos de riscos durante sua concepção e desenvolvimento, sendo necessária a identificação e controle destes riscos a fim de se evitar, transferir, mitigar ou aceitar as possíveis ameaças identificadas, planejar medidas preventivas ou ainda aumentar a probabilidade de ocorrência de um possível evento favorável. No entanto, a literatura é carente de trabalhos que se abordem o tema diretamente em empresas de biotecnologia. Baseado nisso, através de uma série de trabalhos pesquisados sobre riscos em PDP e fatores críticos de sucesso, principalmente em empresas de base tecnológica, estruturou-se os principais riscos e sub-riscos envolvidos no PDP em empresas de biotecnologia. Para priorização dos mesmos, utilizou-se o método de tomada de decisão multicritério AHP (Processo de Análise Hierárquica). Obteve-se o ranking dos principais riscos e sub-riscos associados ao PDP em empresas de biotecnologia, dos quais o risco de mercado e o risco financeiro mostraram-se os riscos mais críticos ao PDP, seguidos pelos riscos relacionados aos requisitos do produto, produção, recursos humanos e suprimentos. Quanto aos sub-riscos, a maior preocupação dos gestores foram a não aceitação do cliente, ausência de viabilidade econômica, baixa competitividade, custo do produto final acima do esperado e reduzida confiabilidade. Os sub-riscos que se apresentaram menos críticos ao PDP foram a baixa similaridade de suprimentos, entrega de insumos fora do prazo, alto custo dos insumos fornecidos, dependência de fornecedores e a alta geração de resíduos durante a produção. A partir disso, obteve-se uma indicação das possíveis prioridades e focos de atenção no gerenciamento dos riscos no processo de desenvolvimento de produtos em empresas de biotecnologia.

Palavras-chave AHP. Fatores críticos de sucesso. Empresas de base tecnológica. Gerenciamento de riscos.

ABSTRACT *Biotechnology companies are technology companies characterized by the systematic application of various types of technology. They involve the fundamentals of biochemistry, genetic engineering, physiology, microbiology, botany, zoology, and chemical engineering. The development of new products (DNP) is a characteristic of these companies. DNP is a complex process that involves several types of risks and critical success factors, especially in technology-based companies (TBCs). The key risks and sub-risks of PDP in biotechnology companies were identified and prioritized using the multi-criteria decision making method, AHP (Analytic Hierarchy Process). The result of the study was a "ranking" of the principal risks and sub-risks associated with PDP in biotechnology companies, of which market risk and financial risk were the risks most critical to PDP, followed by risks related to product requirements, manufacturing, human resources, and supplies. The main sub-risks identified were client refusal, lack of economic viability, low competitiveness, final product costing more than expected, and reduced reliability. The sub-risks that appeared less critical to PDP included low similarity of supplies, delayed delivery of inputs, high cost of inputs provided, dependence on suppliers, and high generation of waste during production. Based on these results, we obtained an indication of the possible priorities and focus of attention in managing risks during the product development process in a corporation.*

Keywords AHP. Critical success factors. Risk management. Technology-based companies.

1. Rua Gabriel Monteiro da Silva, n. 714, Centro, Alfenas, Minas Gerais, CEP: 37130-000, dialilson-carvalho@hotmail.com
2. egsalgado@yahoo.com.br

CARVALHO, D. T.; SALGADO, E. G. Priorização dos riscos no processo de desenvolvimento de produtos em empresas de biotecnologia. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 11, nº 4, out-dez/2016, p. 141-169.

DOI: 10.15675/gepros.v11i4.1557

1. INTRODUÇÃO

Um setor industrial que vem ganhando cada vez mais destaque é a indústria de biotecnologia, o qual é relativamente jovem e emergente (GUERTIN, 2009), formado basicamente por pequenas e médias empresas, as quais apresentam alta taxa de natalidade e em alguns casos, de mortalidade (ERBAS; MEMIS, 2012). A biotecnologia podem ser definida de várias maneiras, de modo geral pode ser entendida como uma ciência multidisciplinar, fundamentada na bioquímica, engenharia genética, fisiologia, microbiologia, botânica, zoologia e na engenharia química.

As empresas deste setor atuam em mercados bastante variáveis, dos quais destacam-se algumas tendências como o diagnóstico de patologias, produtos farmacêuticos, fitoterápicos, veterinários, agrobiotecnologia, biomateriais, meio ambiente e insumos industriais (FAJNZYLBER, 2002). A biotecnologia também fornece soluções para os problemas que são frequentemente enfrentados em economias emergentes, tais como a limitação de recursos, menor produtividade e preocupações ambientais, o que por sua vez contribui para o desenvolvimento desses países (DASILVA; BAYDOUN; BADRAN, 2002).

Outra característica destas empresas de modo geral é a forte competitividade, uma vez que apresentam um elevado grau de inovação (ERBAS; MEMIS, 2012), visto que estão constantemente na busca pelo desenvolvimento e lançamento de novos produtos no mercado. Para Echeveste e Ribeiro (2010) o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) pode ser definido como um modo pelo qual empresas transformam ideias e oportunidades em produtos e serviços. Trata-se de um os fatores críticos de sucesso associados a este tipo de empresa de base tecnológica, sendo um dos mais importantes processos empresariais, o qual ocasiona a renovação do portfólio de produtos de uma empresa e conseqüentemente sua longevidade no mercado (TOLEDO et al., 2008).

As organizações contemporâneas estão sob enorme pressão para lançar novos produtos cada vez mais rapidamente, entretanto, a tarefa de desenvolvimento de produto exige um investimento significativo de recursos e de tempo, além da tomada de várias decisões importantes durante o processo de desenvolvimento (GURUMURTHY; KODALI, 2012).

Tal processo é de difícil visualização, devido à complexidade de gestão, natureza dinâmica e grande interação com os demais setores da empresa, soma-se a isto a quantidade de informações envolvidas durante a fase de projeto de desenvolvimento. Desse modo o desenvolvimento de um novo produto possui um risco de insucesso muito alto graças à força da competição com concorrentes e às rápidas mudanças tecnológicas e de mercado, o que contribui para altas taxas de falha no projeto do produto (CHIN et al., 2008).

O processo de desenvolvimento de produtos é um processo dinâmico, que envolve vários riscos. De acordo com Kerzner (2009), estes riscos referem-se às atividades ou fatores que, caso ocorram, podem aumentar a probabilidade de que os objetivos com o PDP em relação ao tempo, custos e eficiência não sejam alcançados. Segundo o autor, muitos riscos podem ser identificados e controlados e a gestão dos riscos, que é uma das fases do PDP, pode ser entendida como a identificação, quantificação e priorização dos riscos e o desenvolvimento de uma estratégia para controle dos mesmos.

Para priorização dos riscos existem vários métodos abordados em literatura. Segundo Wang, Chu e Wu (2007), o método mais utilizado é o Processo de Análise Hierárquica (AHP), que combina múltiplos critérios e subcritérios, os quais são comparados entre si com base em uma escala de prioridades. As informações geradas a partir da gestão de riscos devem ser incorporadas em modelos de gestão do projeto de desenvolvimento de produtos.

Foi observado que na literatura há uma quantidade reduzida de trabalhos científicos relativos ao estudo do PDP em empresas de biotecnologia, bem como a não foram encontrados trabalhos que abordassem os riscos associados a esse processo. Assim, o objetivo do presente trabalho foi a identificação para posterior priorização dos principais riscos envolvidos no processo de desenvolvimento de produtos em empresas de biotecnologia, o que além de contribuir para a geração de conhecimento para a literatura de gestão de riscos, pode possibilitar informações importantes na gestão do desenvolvimento de produtos para os líderes do projeto e os demais profissionais envolvidos em todo o processo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Processos de Desenvolvimento de Produtos (PDP)

O processo de desenvolvimento de produtos pode ser considerado como um conjunto de práticas baseadas nas necessidades do mercado, das possibilidades e restrições tecnológicas, levando-se em consideração as estratégias competitivas e de produtos da empresa, a fim de se chegar às especificações de projeto de produto e de seu processo produtivo, para que seja possível a sua produção em escala industrial. No PDP soluções técnicas e comerciais são geradas quando se identificam e traduzem-se as necessidades do mercado em especificações de produtos (PAHL et al., 2005; ROZENFELD et al., 2006; IM; MONTOYA; WORKMAN, 2013).

O desenvolvimento de produtos vem se tornando cada vez mais crítico para a competitividade das empresas (CHORDÀ et al., 2001; ROZENFELD et al., 2006; SIU et al., 2006; TOLEDO et al., 2008; FORMOSO TZORTZOPOULOS; LIEDTKE, 2002; LEWIS; MILLWARD, 2005; CHIN et al., 2009; SAMAN et al., 2012; Back et al., 2008), decorrente à crescente internacionalização dos mercados, ao aumento da diversidade e variedade de produtos e a redução do ciclo de vida dos mesmos e também devido a maior exigência do cliente quanto à qualidade do produto (FORMOSO; TZORTZOPOULOS; LIEDTKE, 2002). Para Chandra e Neelankavil. (2008), o desenvolvimento de produtos e a inovação têm sido pontos fortes de empresas de países industrializados que através de pesquisa e desenvolvimento são capazes de introduzir novos produtos no comércio mundial.

A importância estratégica do desenvolvimento de novos produtos, especialmente em indústrias de alta tecnologia, enfatiza a necessidade de mais pesquisas sobre a avaliação mercado da PDP. As necessidades de investigação englobam a avaliação estratégica de produtos, avaliação da demanda, aprendizagem contínua e informações de decisão e atualização durante o ciclo de desenvolvimento (DESZCA; MUNRO; NOORI, 1999).

Outra característica importante do PDP é o alto envolvimento os setores de uma empresa na gestão do PDP, no entanto, muitas empresas enfrentam problema da falta de uma visão global, tanto por parte dos gerentes de desenvolvimento quanto pela própria empresa como um todo. Essas limitações acarretam sérios problemas e até o fracasso do PDP. Uma das alternativas para minimizar essas limitações é a utilização de modelos de referência, uma vez que esses modelos, ao descreverem o PDP, servem de referência para que as empresas e seus profissionais possam integrar o desenvolvimento de produtos segundo uma ótica comum (ROZENFELD et al., 2006; SALGADO et al., 2010) e também auxiliar nas decisões sobre as funções da gestão do projeto, tais como o planejamento e organização. Algumas das decisões tomadas no início do processo de desenvolvimento são responsáveis por cerca de 85% do custo final do produto e através destas, são possíveis reduções de mais de 50% do tempo de lançamento de um produto (ROZENFELD et al., 2006).

Para facilitar a compreensão e a comunicação entre os coordenadores do projeto do produto, existem vários modelos de referência que auxiliam nas decisões sobre as funções da gestão do projeto, tais como planejamento e organização (SALGADO et al., 2010). De acordo com Barbalho e Rozenfeld (2013), estes modelos podem ser entendidos como diretrizes, procedimentos e critérios de decisão para o sucesso no processo de desenvolvimento de produtos, eles visam a prover um meio para introdução de produtos lucrativos no mercado.

Tem-se direcionado a atenção para a construção de modelos referentes ao PDP (Smith; Morrow, 1999), sobretudo já são propostos vários modelos visando ao estabelecimento de diretrizes, metodologias e critérios considerados necessários à eficiência dos procedimentos relacionados ao processo de desenvolvimento de produtos, fornecendo um caminho viável para as empresas que desejam introduzir no mercado, novos produtos de grande potencial (MIGUEL, 2009). Muitos autores buscam representar a realidade do desenvolvimento de produto por meio de modelos de referência. Há diferentes interpretações destes modelos conforme o tipo de produto ser desenvolvido e/ou o cargo exercido pelo usuário do modelo dentro da empresa, o que por sua vez pode levar a diferentes modos de utilização dos mesmos (ENGWALL; KLING; WERR, 2005).

Na construção desses modelos deve ser incorporada a maior quantidade disponível de informações úteis ao PDP. Conforme Engwall, Kling e Werr (2005), um modelo, mesmo que de forma simplificada, deve conter pelo menos um esboço das principais atividades que durante o processo do desenvolvimento de produtos, configuram as melhores práticas desse processo. Além dessas práticas, é importante que em um modelo estejam identificados os fatores críticos de sucesso relacionados ao PDP (KAHN; BARCZAK; MOSS, 2006), os quais contribuem para a melhora do desenvolvimento do produto, bem como a avaliação dos riscos associados ao processo (BARBALHO; ROZENFELD, 2013), uma vez que o PDP é dotado de diversos riscos de diferentes naturezas, bem como incertezas, os quais necessitam serem avaliados (CHIN et al., 2009).

O gerenciamento dos riscos é capaz de minimizar carências do PDP, possibilitando a redução dos custos do desenvolvimento do novo produto, do tempo de lançamento no mercado e das incertezas deste novo produto aos clientes, além de ser capaz de possibilitar um fortalecimento de suas estratégias em relação à concorrência (CHENG; SHIU, 2008).

2.2. Riscos associados ao processo de desenvolvimento de produtos (PDP)

Os riscos associados ao PDP podem ser definidos como fatores que, caso ocorram podem influenciar diretamente no sucesso deste processo. Conforme Toledo et al., (2008), é importante que estes riscos sejam avaliados pelas diferentes das áreas funcionais da empresa no gerenciamento de projetos (Engenharia, marketing, comercial, manufatura e assistência técnica) contribuindo para o uso mais racional dos recursos que seriam utilizados no PDP. Em Keizer, Vos e Halman (2005), os autores realizaram um estudo detalhado de identificação de diversos riscos que podem influenciar no PDP de modo geral. Em Chin et al., (2009) os autores realizaram a priorização de alguns riscos utilizando Redes bayesianas, aplicando a metodologia proposta em um caso prático de desenvolvimento de canetas.

Há diversos riscos presentes em diferentes etapas do PDP, quanto aos riscos relacionados ao mercado, Enkel, Freije e Gassmann (2005) observaram que o foco no cliente é crítico para o sucesso do PDP em uma empresa, defendem que haja uma integração do cliente ao PDP a fim de avaliar suas reais necessidades e integrá-las na fase inicial do projeto de desenvolvimento. Por outro lado, Deszca, Munro e Noori (1999), afirmam que técnicas tradicionais de pesquisa de mercado podem ser problemáticas, pois assumem que o cliente tem um histórico de experiência com o uso de produtos semelhantes aos que está sendo criado, o que dependendo do grau de inovação do produto pode não condizer com a realidade.

No que tange à inovação, L thje (2004) identificou que a inovação ocorre com a transferência de ideias e conceitos para um produto. Por conseguinte, um fabricante que tenta beneficiar-se do potencial das informações adquiridas em uma avaliação de oportunidades de mercados, é forçado a identificar e integrar ativamente esses possíveis clientes (mercado) no PDP, a fim de promover a inovação em um produto. Há evidências de que o PDP orientado para o mercado está relacionado positivamente com o sucesso do produto e para a proficiência em testes de mercado, orçamento, táticas e de lançamento do mesmo. As vantagens do produto e da proficiência em táticas de lançamento favorecem o desempenho do novo produto, que em si está intimamente relacionado ao desempenho organizacional (LANGERAK; HULTINK; ROBBEN, 2004).

Um fator essencial a ser avaliado no PDP é o risco financeiro, sendo esta uma questão crucial para o desempenho e sobrevivência principalmente das empresas de biotecnologia. De acordo com Bustamante e Bowra (2002), uma grande dificuldade enfrentada por estas empresas é a falta de capital nas fases inicial de desenvolvimento, sendo que estas companhias dependem significativamente de financiamentos governamentais, entretanto essa dependência pode ser reduzida pelo surgimento de fontes de capital privado de investimento. Para estas empresas são necessárias várias rodadas de crescentes investimentos.

Outro tipo de risco discutido na literatura são os relacionados com a produção (manufatura) do produto. Em Tan (2002), o autor chama atenção às situações envolvendo uma oscilação na demanda de certo produto, o que se traduz em possíveis necessidades de aumento na capacidade produtiva em determinadas épocas, bem como necessidade de redução em outras, devendo a empresa ter plenas condições de adequar-se à essas situações. Em relação aos custos do produto final, Swink e Song (2007) sugerem que uma integração entre o marketing e a produção, embora possa aumentar o tempo de desenvolvimento, pode gerar maior vantagem competitiva ao produto final, uma vez que uma maior integração está associada significativamente com a maior comercialização dos produtos.

Quanto aos recursos humanos, Swink (1999) ressalta a importância da abordagem das questões gerenciais e da necessidade de explorarem-se os benefícios dos processos de integração da equipe de desenvolvimento. McNally, Durmuşoğlu e Calantone (2013), ressaltam que cabe aos gerentes de projeto possuírem habilidades necessárias para identificar, analisar e gerenciar os riscos, além de identificar oportunidades potenciais, a partir de uma gama mais diversificada de fontes e contextos em todo ciclo do desenvolvimento de produtos.

De acordo com Harel e Tzafrir (1999) há uma forte relação entre a formação dos funcionários e o desempenho da empresa. O conhecimento está integrado numa proporção crescente em todas as atividades empresariais, dado que a produção de um bem ou serviço incorpora cada vez mais informação e conhecimento. Neste âmbito, o conhecimento surge como um valor econômico em si, que deve ser gerido de forma eficiente (SANTOS, 2004). Quanto às empresas de biotecnologia, Dasilva; Baydoun e Badran (2002) enfatizam que a falta de habilidades profissionais nessa área limita iniciativas de pesquisa e desenvolvimento no processo de desenvolvimento de produtos.

Ao avaliar-se as relações entre os fornecedores de suprimentos e o desenvolvimento de produtos em uma empresa, alguns autores (RAGATZ; HANDFIELD; SCANNEL, 1997; RAGATZ; HANDFIELD; PETERSEN, 2002; PETERSEN; HANDFIELD; RAGATZ, 2005) defendem que uma integração entre a empresa, seus clientes e fornecedores, é relatado como extremamente benéfico para o alcance de sucesso em tempo, qualidade, e custo do novo produto. Para romper as barreiras dessa integração alguns requisitos são necessários como a participação do fornecedor no grupo de desenvolvimento, compartilhamento de conhecimentos e treinamento, construção de um processo de confiança mútua, compromisso da alta-administração das partes, compartilhamento sistemas de informação e equipamentos.

O aumento da complexidade do produto/serviço, a terceirização e a globalização levam a redes de suprimentos mais dinâmicas e cada vez mais complexas, o que acarreta em maiores riscos. Em redes de suprimentos há um aumento na dependência entre as empresas, o que faz com se tornem mais expostas aos riscos de outras empresas relacionadas, tal característica mostra a importância da gestão de riscos e incertezas em redes de fornecedores (HARLAND; BRENCHLEY; WALKER, 2003).

Após essa explanação sobre alguns riscos identificados no PDP, a questão que surge é quais as metodologias que permitem uma análise quantitativa para priorização destes riscos? Para solucionar essa questão, muitos métodos de tomada de decisão têm sido empregados para

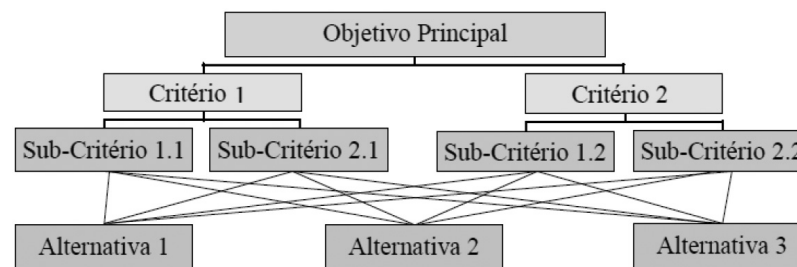
análise dos riscos, tais como: Análise do Modo de Falha e Efeitos (*Failure Mode and Effects Analysis*, FMEA), Técnica para Ordenamento por Similaridade para Solução Ideal (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*, TOPSIS), Processo de Análise Hierárquica (*Analytical Hierarchy Process*, AHP), Processo de Análise por Redes (*Analytical Network Process*, ANP), Redes Bayesianas (*Bayesian Network*, BN), entre outros (CHIN et al., 2009). Hallikas, Virolainen e Tuominen (2002) propõem dois instrumentos para análise da gestão de riscos: a auditoria interna, que ajuda as empresas na avaliação das causas dos riscos e fornece uma visão proativa de suas razões, ao mesmo tempo em que auxilia na priorização dos riscos e uma análise de causa e efeito assistida por computador.

2.3. Processo de Análise Hierárquica (AHP)

De acordo com Saaty (1980), o AHP é um método usado para tomada de decisão utilizando múltiplos critérios. Trata-se do método de tomada de decisão mais citado na literatura científica (WALLENIUS et al., 2008). Dentre seus usos estão as situações de definição de prioridades, avaliação ou pesquisa de mercado, avaliação de custos e benefícios, alocação de recursos, mensuração de desempenho, determinação de requisitos, decisões estratégicas, planejamento e sequenciamento de atividades, previsão de cenários, negociação e resolução de conflitos e análise de decisão sob riscos (SHIMIZU, 2006).

O AHP é executado através de três fases: estruturação do modelo, realização de comparações e análise dos resultados. A estruturação consiste na obtenção do modelo de decisão, que neste caso possui a forma de uma hierarquia (Figura 1), na qual são definidos os objetivos, critérios, sub-critérios e, quando cabíveis, as alternativas. O método envolve uma série de procedimentos, os quais se resumem em estabelecer a escala de valores para comparações paritárias; construir as matrizes de comparação paritária; obter a prioridade relativa de cada critério; testar a consistência das prioridades relativas; construir as matrizes de comparação paritária que agregam cada critério às alternativas de decisão; obter a prioridade composta para as alternativas em estudo (SHIMIZU, 2006).

Figura 1 – Estruturação hierárquica do método AHP.



Fonte: Elaboração dos autores.

Conforme Chin et al., (2009) e Salgado, Salomon, Mello (2012), a representação em modelos hierárquicos considera que as alternativas, critérios e sub-critérios em um modelos de priorização são independentes entre si. Entretanto essa total independência dificilmente ocorre na prática. Quando as relações de dependência não forem tão determinantes em um processo de tomada de decisão, o método pode ser utilizado (Keeney, 1996), caso contrário, o modelo deverá ser alterado ou então se recomenda a aplicação de um método de tomada de decisão que utilize outra estrutura.

Para Saaty (1980), a determinação das prioridades dos fatores mais baixos com relação ao objetivo reduz-se a uma sequência de comparação aos pares. Através dessas comparações por pares, as prioridades calculadas pelo AHP capturam medidas subjetivas e objetivas e demonstram a quantificação do domínio de um critério sobre o outro e/ou de uma alternativa sobre a outra.

As comparações são feitas utilizando-se uma escala de julgamentos absoluta (Tabela 1) que representa, quanto mais, um elemento é mais impactante em relação a outro em um dado atributo, sendo estes julgamentos realizados por especialistas (SAATY, 2008).

Tabela 1 – Escala de julgamentos de Saaty.

Intensidade	Pontuação	Forma de avaliação
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o juízo favorecem uma atividade em relação à outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência ou juízo favorece fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra. Pode ser demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra, com o mais alto grau de segurança
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições

Fonte: Salomon (2004).

Os julgamentos são inseridos em uma matriz de comparações aos pares, A . Os pesos, ou prioridades, dos objetos comparados são obtidos com o auto vetor direito, w , da matriz de comparações, conforme a equação $Aw = \lambda_{\max} w$, na qual λ_{\max} é o autovalor máximo da matriz. Além disso, tem-se $\lambda_{\max} = n$, onde n é o número de objetos em comparação.

$$A = \begin{bmatrix} I & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & I & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & I \end{bmatrix}$$

Os elementos da matriz de julgamentos devem satisfazer às seguintes premissas:

$$\text{a) } a_{ij} = \alpha; \quad \text{b) } a_{ji} = 1/\alpha; \quad \text{c) } a_{ii} = 1.$$

O autovalor é uma medida da consistência da matriz de comparações. Em uma matriz 100% consistente, a relação de transitividade $a_{ij} = a_{ik} a_{kj}$ é atendida para todas as comparações (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009). Neste caso, tem-se $\lambda = n$, onde n é a ordem da matriz. No método AHP, a verificação da consistência da matriz de comparações, geralmente toma como base o índice de consistência IC, obtido conforme Equação 1:

$$IC = (\lambda - n)/(n - 1) \quad (1)$$

Assim, para uma matriz de comparações 100% consistente, tem-se, $IC = 0$, pois $\lambda = n$. Saaty (2001) recomenda que quando $IC > 0,10$ as comparações devem ser refeitas. A revisão das comparações é um procedimento sistemático para a melhoria da decisão multicriterial. A estimativa do maior autovalor λ_{\max} é realizada por meio da média aritmética dos elementos do vetor consistência. Da mesma forma que é necessário comparar os critérios, pode ser necessário comparar, para cada critério, as alternativas de decisão. Assim podem ser obtidas as prioridades relativas de cada alternativa em relação a cada critério. Ao final, multiplicando a matriz de decisão (composta pelas prioridades para as alternativas para cada critério) pela a matriz de prioridades dos critérios, obtém-se o vetor de decisão (composto pelas prioridades globais das alternativas).

2.4. Empresas de biotecnologia

A biotecnologia moderna tem sido considerada como a nova onda econômica posterior à onda da Internet conforme Marques e Neto (2007). Vários países tem tentado estabelecer um sistema nacional de inovação em biotecnologia, que permita a otimização dos recursos científicos e econômicos e possa gerar novos produtos. A biotecnologia é internacionalmente conhecida por sua intensidade em inovação (FAJNZYLBER, 2002), sendo uma ciência que complementa desenvolvimentos tecnológicos em setores principais da economia, como saúde, energia e agricultura, contribuindo assim para o desenvolvimento econômico (ERBAS; MEMIS, 2012). Do ponto de vista do potencial econômico, as áreas da biotecnologia de maior impacto são a proteômica (a identificação de estruturas espaciais em proteínas), produtos farmacêuticos, bioengenharia, biomateriais e alimentos geneticamente modificados (MARQUES; NETO, 2007).

É importante ressaltar uma classificação que pode gerar confundimentos, muitas empresas investem e possuem projetos em biotecnologia, mas essa não é sua atividade principal, não sendo assim consideradas empresas de biotecnologia. As empresas diretamente relacionadas com saúde animal e humana, agricultura e meio ambiente foram definidas como empresas de biociências. Desse modo toda empresa de biotecnologia é classificada como uma empresa de biociência, mas nem toda empresa de biociência é uma empresa de biotecnologia (FUNDAÇÃO BIOMINAS, 2007).

O Brasil possui alguns pontos fortes, como a tradição científica em biotecnologia, financiamento para a pesquisa básica e a força do setor agrícola. Entretanto ainda há um longo caminho a ser percorrido, como a regulamentação do setor, o financiamento de empresas *startups* e os aspectos culturais de aversão dos pesquisadores às empresas (MARQUES; NETO, 2007). Em 2009 foram encontradas no Brasil 253 empresas de biociências, das quais 43% são de biotecnologia, sendo que a região sudeste se destaca e concentra 71,9% das empresas de biociências, sendo que os estados de São Paulo (37,5%) e Minas Gerais (27,7%) lideram as estatísticas. Empresas que atuam nessa área podem ser categorizadas em vários grupos como as que atuam nas áreas de saúde humana e animal, alimentícia, agricultura, meio ambiente, insumos, bioenergia, entre outras (FUNDAÇÃO BIOMINAS, 2009).

De 2007 a 2009, houve um aumento de 40% das empresas de biotecnologia e biociências no Brasil. A maior parte das empresas (44,4%) gerou receitas de até R\$ 1 milhão em 2008. Minas Gerais é, junto com o estado de São Paulo, um dos principais polos de biotecnologia do país (FUNDAÇÃO BIOMINAS, 2007; FUNDAÇÃO BIOMINAS, 2009).

Na Tabela 2 encontram-se os principais produtos e/ou serviços de acordo com a área de atuação de alguns tipos de empresas de biotecnologia.

Tabela 2 – Principais produtos e serviços por área de atuação das empresas.

ÁREAS DE ATUAÇÃO	PRINCIPAIS PRODUTOS OU SERVIÇOS
Agricultura	- Controle biológico de pragas - Melhoramento genético de sementes
Bioenergia	- Melhoramento genético de cultivares para produção de etanol e biodiesel
Insumos	- Insumos Reagentes para análises clínicas
Meio ambiente	- Serviços de biorremediação e tratamento de efluentes
Mistas	- Serviços de diagnóstico molecular - P,D&I de produtos com múltiplas áreas de atuação
Saúde animal	- Produção de vacinas recombinantes - Serviços de diagnóstico genético animal
Saúde humana	- P,D&I de novas terapias e vacinas - Diagnósticos <i>in vitro</i> - CROs

P,D&I: Pesquisa, desenvolvimento e inovação; CROs: *Contract Research Organizations*.

Fonte: Adaptado de Fundação Biominas (2009).

Empresas de biotecnologia são um dos tipos de empresas de base tecnológicas (EBTs), com características marcantes, segundo Toledo et al., (2008), tais como seu engajamento com o projeto; desenvolvimento e produção de novos produtos e/ou processos; aplicação sistemática de conhecimento técnico-científico em atividades de desenvolvimento de novos produtos e foco em nichos específicos de mercado. Ao que se nota, o ambiente mercadológico dessas empresas é caracterizado por um alto dinamismo e pela busca constante de inovações. Para Ng (2006), empresas de base tecnológica possuem a característica de utilizar tecnologias emergentes para o desenvolvimento de novos produtos, serviços e soluções.

De acordo com Marques e Neto (2007) as principais dificuldades encontradas por empresas de biotecnologia são a falta de financiamentos para a pesquisa, a reação cultural às atividades empresariais, a dificuldade de encontrar financiamento para as etapas finais de desenvolvimento de produtos em empresas *startups*, a legislação atualmente em vigor, a falta de uma política específica para a difusão de tecnologias na área da saúde, a orientação não comercial de instituições de pesquisa, bem como a falta de transição dos conhecimentos produzidos na universidade para o setor produtivo industrial.

De acordo com Khilji, Mroczkowski, e Bernstein (2006) muitos dos empresários de biotecnologia estão mal preparados para conduzir suas organizações, devido às várias transformações necessárias ao longo o ciclo de vida do produto e pela falta de uma compreensão da inovação integrada. A falta de comercialização de conhecimento necessário para introdução de produtos no mercado pode resultar em atrasos e perda de produtividade, os mesmos sugerem que empresários de biotecnologia não podem confiar unicamente em invenções, mas devem investir em aplicação de conhecimento organizacional e na avaliação do mercado para aproveitar ao máximo o potencial de inovação associado com a indústria.

Em um estudo sobre a confiança em colaborações entre universidades e a indústria de biotecnologia nos Estados Unidos, Bstieler, Hemmert e Barczak (2015) constataram que as colaborações/parceria universidade-indústria (UI) são críticas para a inovação em empresas de biotecnologia, no que diz respeito à pesquisa e desenvolvimento. A análise dos dados de 105 dessas colaborações recentes na indústria de biotecnologia EUA indicou que a flexibilidade e a transparência nas políticas de propriedade intelectual (patentes ou outros registros) compartilhadas pela parceria UI são relacionados positivamente com a confiança nessas parcerias, destacam ainda que apesar das preocupações da indústria sobre o controle das possíveis patentes, as parcerias UI podem desenvolver um ambiente de confiança e, assim, estabelecer uma colaboração bem-sucedida entre universidades e as empresas.

3. METODOLOGIAS DE PESQUISA

3.1. Estruturação dos principais riscos e sub-riscos no processo de desenvolvimento de produtos em empresas de biotecnologia

Essa etapa do trabalho é do tipo teórico-conceitual fundamentada em uma revisão bibliográfica sobre riscos e fatores críticos de sucesso no PDP. Inicialmente as publicações de interesse foram localizadas por meio de consultas nas bases de dados do Google acadêmico e dos periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) devido à sua grande abrangência e facilidade de acesso.

Na busca dos trabalhos nos periódicos utilizou-se várias *strings* de busca, dentre estas podem ser citadas: “riscos no processo de desenvolvimento de produtos”, “fatores críticos de sucesso”; “fatores críticos de sucesso em empresas de base tecnológica”, “gestão de riscos”, “processo de desenvolvimento de produtos”, “modelos de desenvolvimento de produtos”, “empresas de biotecnologia”, “riscos na cadeia de suprimentos”, “riscos de produção”, “riscos em recursos humanos”, “riscos de mercado”, “riscos financeiros ‘e/ou’ econômicos”, “riscos do produto”, entre outros, e os mesmos termos em suas respectivas formas em inglês. Parte da busca de revisão bibliográfica foi realizada diretamente em algumas revistas especializadas no tema de desenvolvimento de produtos como por exemplo no *Journal Production Innovation Management* e no *International Journal of Production Research* e em biotecnologia como o *Biotechnology Journal*, *Electronic Journal of Biotechnology*. O ano de publicação do trabalho foi utilizado como critério de seleção, sendo descartados trabalhos anteriores ao ano de 2000.

Para proposta da matriz de riscos e sub-riscos, foi selecionado o trabalho de Carvalho e Salgado (2013), em que os autores identificaram alguns dos riscos no PDP em empresas de biotecnologia. Como a literatura não contempla uma gama variada de trabalhos envolvendo riscos no PDP nessas empresas especificamente, utilizou-se também o estudo de priorização de riscos de Chin et al., (2009) e também de Keizer, Vos e Halman (2005), em que os autores fazem uma revisão sobre vários riscos associados ao PDP de modo geral.

Para escolha dos riscos e sub-riscos que seriam incluídos na estrutura proposta, baseou-se nas características intrínsecas do tipo de produto no portfólio nos característicos tipos de empresa de biotecnologia. Para essas escolhas utilizou-se também um referencial baseado alguns estudos envolvendo fatores críticos de sucesso associados ao PDP em empresas de biotecnologia (Samaan et al., 2012) e de outras empresas de base tecnológica (TOLEDO et al., 2006; TOLEDO et al., 2008). Por último, foi utilizado também o trabalho de Fajnzylber (2002), no qual foram identificados alguns fatores que barram o crescimento das empresas de biotecnologia em Belo Horizonte (MG). Por julgar necessário, foram incluídos alguns sub-riscos, os quais não estavam presentes nos trabalhos utilizados como referencial.

Devido ao fato de que o método AHP perde precisão quando o número de comparações é elevado e como um alto número de comparações torna o processo inviável, optou-se por estabelecer riscos mais abrangentes, a fim de que houvesse um menor número de riscos sem deixar de representa-lo de modo suficiente.

3.2. Priorização dos riscos com aplicação do método AHP

Obtida a estrutura de riscos e sub-riscos, realizou-se então o julgamento da importância de cada qual, através das comparações com base no método AHP. Para aplicação desse método foram escolhidos para entrevista três especialistas em desenvolvimento de produtos de diferentes áreas. Os três são professores e pesquisadores, um especialista em desenvolvimento de produtos na indústria, outro em desenvolvimento de vacinas e o terceiro em produtos com aplicação de biotecnologia vegetal.

Foram escolhidos apenas três especialistas, pelo fato de que este trabalho consistiu em uma verificação da eficácia da estrutura de riscos proposta. Pretende-se aumentar o número de especialistas entrevistados para trabalhos futuros, sendo selecionados especialistas de empresas de biotecnologia que trabalhem diretamente com desenvolvimento de produtos.

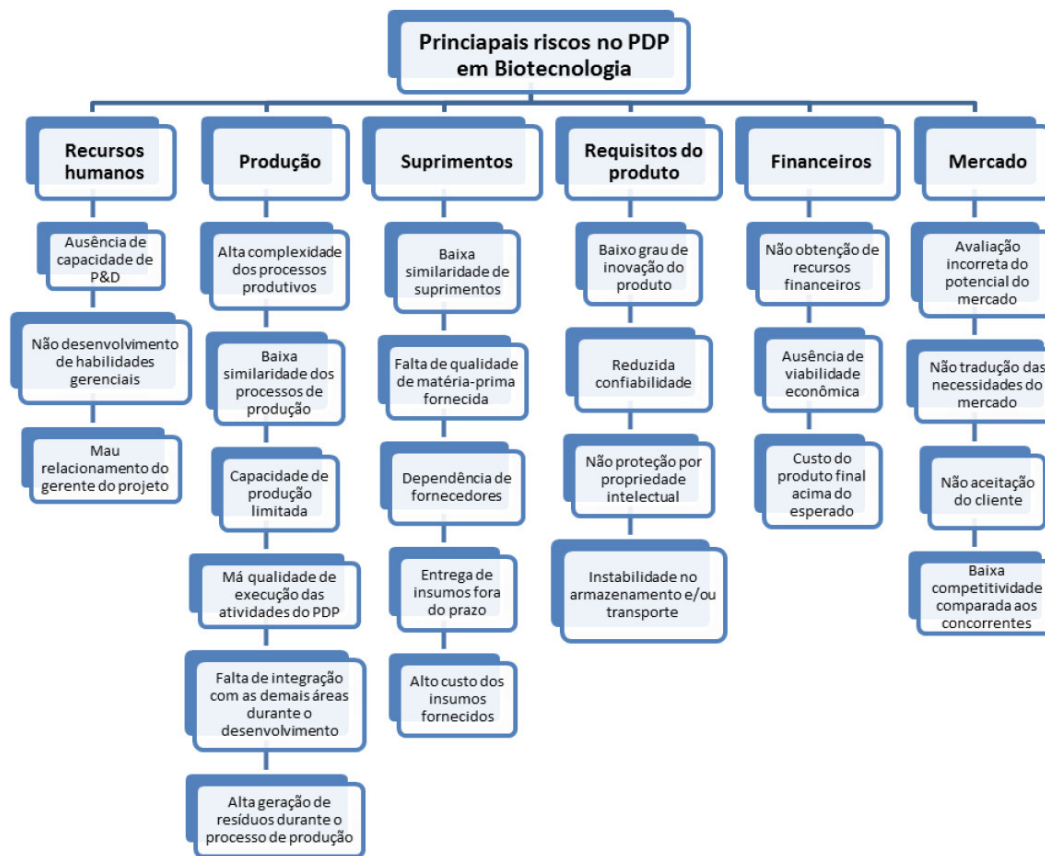
Foram feitas entrevistas individuais com cada especialista, de modo que o julgamento de um especialista não interfere no julgamento do demais. Nas entrevistas, com base na estrutura de riscos e sub-riscos proposta, foram feitas comparações entre os riscos, dois a dois, e dentro de cada risco foram comparados seus sub-riscos específicos, também dois a dois.

O resultado dos julgamentos dos especialistas foi compilado em uma planilha Excel, na qual foi implementado o método AHP, obtendo-se assim as respectivas prioridades relativas dos riscos, bem como a prioridade relativa de cada sub-risco de acordo com o risco de origem e o ranking global de cada um destes sub-riscos. Para validação dos resultados do método AHP utilizou-se o índice de consistência, de modo que nos casos em que este valor foi maior que 0,1 houve a necessidade de refazerem-se algumas comparações pelos especialistas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os principais riscos e seus respectivos sub-riscos identificados no PDP em empresas de biotecnologia são apresentados na Figura 2 a seguir.

Figura 2 – Estruturação dos riscos no PDP em empresas de biotecnologia.



Fonte: Adaptado de Carvalho e Salgado (2013).

Aqui se identificou seis riscos principais que de alguma forma podem influenciar no tempo de desenvolvimento do produto, bem como definir seu sucesso ou fracasso. Os riscos em recursos humanos são obtido a partir de Chin et al., (2009) e estão relacionados às características e habilidades da equipe de desenvolvimento do produto. Uma das possíveis preocupações da empresa é a dificuldade em integrar uma tecnologia avançado para a funcionalidade do produto, o que torna necessária a capacidade de pesquisa e desenvolvimento. Para

Keizer, Vos e Halman (2005), a equipe deve ser suficientemente qualificada para o projeto e possuir certa autonomia, o que torna necessário o desenvolvimento de habilidades gerenciais do gestor do projeto, bem como não possuir problemas de relacionamento profissional com os demais membros da equipe.

Os riscos de produção relacionam-se a cadeia produtiva em si, bem como o potencial da empresa para articular as atividades de produção com sucesso, tecnologias disponíveis e semelhanças do novo processo em relação aos já existentes na empresa. Relaciona-se também com a probabilidade de que os requisitos de produção não podem ser cumpridos dentro do cronograma previsto. Como seus sub-riscos, podem ser citados a possível alta complexidade dos processos produtivos e a baixa similaridade dos processos de produção conforme Chin et al., (2009). Foi incluso também a má qualidade de execução das atividades do PDP. Em Keizer, Vos e Halman (2005), os autores defendem a comunicação entre a equipe de desenvolvimento e os demais setores da empresa, assim, foram incluídas a falta de integração com os demais setores da empresa durante o desenvolvimento. Outro sub-risco incluso foi a alta geração de resíduos durante o processo de produção, baseado na preocupação ambiental defendida pelos autores. Por último foi proposto o sub-risco capacidade de produção limitada da empresa, tendo em vista situações como, por exemplo, uma alta demanda repentina de produção de um vacina para conter um surto de infecção por um determinado vírus.

Os riscos de suprimentos compreendem a semelhança do novo produto e aqueles existentes na empresa quanto a matérias-primas comuns na produção, a qualidade das matérias-primas oferecidas pelo fornecedor bem como da eficiência dos serviços prestados e os prazos relacionados a esses serviços. De acordo com Chin et al., (2009), um produto a ser desenvolvido possui maior complexidade que os demais produtos do portfólio da empresa, algumas questões devem ser avaliadas como, por exemplo, a similaridade das matérias-primas àquelas utilizadas na produção dos demais produtos. Alguns sub-riscos podem ser incluídos baseando em Keizer, Vos e Halman (2005), são eles a falta de qualidade da matéria-prima fornecida, o alto custo das mesmas. Chin et al., (2009) chamam ressaltam a importância do fornecimento dentro dos prazos. Em alguns casos o novo produto necessita de componentes muito específicos para sua produção, produzidos por poucos fornecedores, o que pode levar as empresas a encontrarem maiores dificuldades em encontrar tais componentes, além de gerar uma possível dependência em relação a estes fornecedores.

Os riscos dos requisitos do produto são relativos às características intrínsecas ao produto, tais como a estrutura do produto, sua similaridade aos já existentes na empresa, o mecanismo funcional, métodos de produção, às matérias-primas utilizadas para sua produção, a complexidade de concepção do produto, qualidade e eficiência do produto. Chin et al., (2009) enfatiza a confiabilidade do produto, que está relacionada a um processo de produção estável e que o desempenho esperado em seu tempo de vida seja alcançado. Keizer, Vos e Halman (2005) citam que outros fatores que devem ser considerados são a possibilidade de proteção do produto por propriedade intelectual, que garante a proteção legal para exploração comercial do produto, e a instabilidade do produto durante o armazenamento, seja na fábrica, loja/armazém ou transporte. Outro sub-risco incluso foi o baixo grau de inovação do produto, que pode estar relacionado com uma nova tecnologia a qual a empresa pode dominar ou não.

Os riscos financeiros são intrínsecos aos custos do PDP, seja em relação à necessidade de financiamentos para execução do projeto ou do custo comercial do produto. Com base em Keizer, Vos e Halman (2005), definiu-se os sub-riscos não obtenção de recursos financeiros, ausência de viabilidade econômica e custo do produto final estar acima do esperado.

Os riscos de mercado fazem menção às características do mercado no qual se pretende comercializar o produto. De modo simplificado aqui se estabeleceram os sub-riscos que podem ocasionar o insucesso do PDP, são eles a avaliação incorreta do potencial do mercado, a não tradução das necessidades do mercado/clientes, não aceitação do produto pelo cliente e a baixa competitividade comparada aos concorrentes (KEIZER; VOS; HALMAN, 2005).

Após identificação dos riscos e sub-riscos associados ao PDP, realizou-se a aplicação do método AHP. Para validação dos resultados do método utilizou-se o índice de consistência, cujos valores obtidos são apresentados a seguir no Quadro 1, no qual são apresentados os índices de consistências (%) dos seis riscos gerais comparados entre si (coluna 2) e dos sub-riscos dentro de cada risco específico (colunas de 3 a 8).

Quadro 1 – Índice de consistência (%) dos julgamentos pelo método AHP.

	Riscos						
	Riscos gerais	Mercado	Financeiros	Requisitos	Produção	Recursos humanos	Suprimentos
	Índice de consistência (%)						
Especialista 1	2	6	7	6	1	4	9
Especialista 2	10	9	6	2	8	8	9
Especialista 3	9	9	10	7	8	8	9

Fonte: Elaboração dos autores.

Ao que se pode observar no Quadro 1, nenhum dos julgamentos apresentou índice de consistência maior que 0,1, logo os resultados das priorizações, os quais serão apresentados nas tabelas a seguir, são válidos e as conclusões a partir das mesmas são confiáveis. A aplicação do método AHP foi feita baseado na Figura 2, os resultados quanto a prioridade relativa e rankings local e global serão apresentados nas tabelas a seguir.

Tabela 3 – Riscos associados ao PDP em empresas de biotecnologia.

Riscos	Prioridade relativa	Ranking global
Mercado	35,35%	1
Financeiros	27,36%	2
Requisitos	17,69%	3
Produção	10,12%	4
Recursos humanos	5,36%	5
Suprimentos	4,12%	6

Fonte: Elaboração dos autores.

Para o PDP em empresas de biotecnologia os riscos de mercado (35,35%) e financeiro (27,36%) mostraram-se os mais críticos, seguidos pelos riscos relacionados aos requisitos do produto (17,69%), produção (10,12%), recursos humanos (5,36%) e suprimentos (4,12%). A real importância dos riscos relacionados ao mercado reforça a literatura, em Luca, Verona e Vicari (2010) os autores reforçam a importância da pesquisa e desenvolvimento voltada para o mercado e que as condições organizacionais que podem assegurar uma melhor integração possível de conhecimento do mercado no processo de inovação têm sido pouco analisadas no caso das empresas de biotecnologia. Os autores mostraram que essa orientação impacta a pesquisa e desenvolvimento (P&D) nas empresas de biotecnologia de modos diferentes, conforme o tipo de orientação para o mercado: a coordenação interfuncional possui um efeito benéfico para a P&D, a orientação para o cliente tem um efeito moderado e a orientação concorrência não tem nenhum efeito sobre a eficácia da P&D.

A seguir é apresentado o ranking global dos sub-riscos associados ao PDP em empresas de biotecnologia (Tabela 4).

Tabela 4 – Sub-riscos, seus riscos de origem, prioridades relativas e o ranking global.

Sub-riscos	Risco de origem	Prioridade global	Ranking global
Não aceitação do cliente	Mercado	17,27%	1
Ausência de viabilidade econômica	Financeiros	13,79%	2
Baixa competitividade	Mercado	10,43%	3
Custo do produto final acima do esperado	Financeiros	7,83%	4
Reduzida confiabilidade	Requisitos p.	6,96%	5
Não obtenção de recursos	Financeiros	5,74%	6
Instabilidade no armazenamento ou transporte	Requisitos p.	4,63%	7
Não proteção por propriedade intelectual	Requisitos p.	4,49%	8
Não tradução das necessidades do mercado	Mercado	4,01%	9
Avaliação incorreta potencial do mercado	Mercado	3,64%	10
Baixa similaridade dos processos de produção	Produção	3,25%	11
Alta complexidade dos processos produtivos	Produção	2,58%	12
Mau relacionamento do gerente do projeto	R&H	2,07%	13
Ausência de capacidade de P&D	R&H	1,88%	14
Falta de qualidade das matérias primas	Suprimentos	1,67%	15
Baixo grau de inovação do produto	Requisitos p.	1,61%	16
Não desenvolvimento de habilidades gerenciais	R&H	1,40%	17
Má qualidade de execução das atividades do PDP	Produção	1,27%	18
Falta de integração com demais áreas da empresa	Produção	1,09%	19
Capacidade de produção limitada	Produção	1,00%	20
Alta geração de resíduos durante a produção	Produção	0,94%	21
Dependência de fornecedores	Suprimentos	0,90%	22
Alto custo dos insumos fornecidos	Suprimentos	0,64%	23
Entrega de insumos fora do prazo	Suprimentos	0,60%	24
Baixa similaridade de suprimentos	Suprimentos	0,31%	25

Fonte: Elaboração dos autores.

Ao que se pode observar na Tabela 4, os riscos de mercado, financeiro e quanto dos requisitos do produto representam 78,79% dos riscos mais importantes do PDP em empresas de biotecnologia. Nota-se que os dez sub-riscos principais (em negrito) são pertencentes a estes três riscos, mostrando a preocupação dos pesquisadores com relação às especificações técnicas que devem ser avaliadas no processo de desenvolvimento, bem como a possibilidade de financiamento do projeto de desenvolvimento e o estudo das características do mercado ao qual o produto será comercializado. Os resultados mostram também que aos riscos relacionados à produção (ou manufatura) apresentaram uma importância intermediária e os relacionados à cadeia de suprimentos não parecem impactar no sucesso do PDP.

Tabela 5 – Sub-riscos relacionados ao risco de mercado.

Sub-riscos	Prioridade local	Ranking local	Prioridade global	Ranking global
Não aceitação do cliente	48,85%	1	17,27%	1
Baixa competitividade	29,51%	2	10,43%	3
Não tradução das necessidades do mercado	11,34%	3	4,01%	9
Avaliação incorreta potencial do mercado	10,30%	4	3,64%	10

Fonte: Elaboração dos autores.

No que tange ao risco de mercado (35,35%), é esperado que a não aceitação do cliente seja sempre o risco mais crítico ao desenvolvimento de produtos em qualquer tipo de empresa. No ranking global os sub-riscos não aceitação do cliente, a baixa competitividade, não tradução das necessidades do mercado e avaliação incorreta potencial obtiveram as 1º, 3º, 9º e a 10º maiores prioridades respectivamente.

Os resultados mostram que a empresa pode orientar o PDP primeiramente para garantir que o produto a ser desenvolvido tenha uma boa aceitação de seus clientes e ao mesmo tempo garantir que haja uma boa competitividade no mercado. Esses resultados vão ao encontro das pesquisas realizadas por Enkel; Perez-Freije e Gassmann (2005), que afirmam que o PDP direcionado às necessidades dos clientes tem maiores chances de sucesso, incluem-se os trabalhos de L thje (2004) e Langerak; Hultink e Robben, (2004), os quais discutem sobre o potencial das informações adquiridas da avaliação dos mercados.

Tabela 6 – Sub-riscos relacionados aos riscos financeiros.

Sub-riscos	Prioridade local	Ranking local	Prioridade global	Ranking global
Ausência de viabilidade econômica	50,40%	1	13,79%	2
Custo do produto final acima do esperado	28,63%	2	7,83%	4
Não obtenção de recursos	20,96%	3	5,74%	6

Fonte: Elaboração dos autores.

Como esperado, os riscos financeiros estão entre os mais importantes no PDP em empresas de biotecnologia, obtendo a segunda maior prioridade (27,36%). Constatou-se que o sub-risco ausência de viabilidade econômica possui maior prioridade (50,40%), já se esperava que esse sub-risco obtivesse alta prioridade, uma vez que mesmo que um produto seja eficaz e eficiente para determinada finalidade, seu processo produtivo pode ser inviável sua exploração comercial. O sub-risco, custo do produto final acima do esperado, mostrou-se ter elevado grau de importância para o sucesso do desenvolvimento de produtos conforme também observado por Swink e Song (2007) podendo se dizer que está intimamente relacionado à competitividade da empresa.

Quanto a não obtenção de recursos financeiros, a sexta posição no ranking global reflete a constante corrida das empresas de biotecnologia por recursos financeiros, sejam privados, como fundos de *venture capital*, ou também governamentais, uma vez que o apoio do governo através de financiamento do projeto, afeta direta e indiretamente o PDP nas empresas (KANG; PARK, 2012). Essa necessidade de recursos condiz com a literatura científica como em Bustamante e Bowra (2002); Chordà e Trigo (2006); Marques e Neto (2007); Kolympiris, Kalaitzandonakesa e Millerb (2012).

Tabela 7 – Sub-riscos relacionados aos riscos dos requisitos do produto.

Sub-riscos	Prioridade local	Ranking local	Prioridade global	Ranking global
Reduzida confiabilidade	39,32%	1	6,96%	5
Instabilidade no armazenamento ou transporte	26,16%	2	4,63%	7
Não proteção por propriedade intelectual	25,40%	3	4,49%	8
Baixo grau de inovação do produto	9,13%	4	1,61%	16

Fonte: Elaboração dos autores.

Os riscos relacionados aos requisitos do produto apresentaram a terceira maior prioridade (17,69%), seu sub-risco com maior prioridade foi a reduzida confiabilidade (39,32%), seguida pela instabilidade no armazenamento ou transporte (26,16%).

A reduzida confiabilidade do produto apresentou a 5^o maior prioridade no ranking global (6,96%). A instabilidade no transporte e/ou armazenamento que diz respeito, por exemplo, à possível perda de eficiência de uma vacina armazenada por muito tempo, ou ainda a perda de função de algumas enzimas ao serem submetidas à alta temperatura, obteve a 7^o maior (4,63%) e a não proteção por propriedade intelectual a 8^o (4,49%).

A alta prioridade da não proteção por propriedade intelectual vai ao encontro do estudo de Marques e Neto (2007), no qual segundo os autores esse sub-risco pode inviabilizar o processo de desenvolvimento de um produto, uma vez que alguns produtos biotecnológicos são

facilmente replicáveis em laboratório, havendo assim, a necessidade de proteção legal, como patenteamento, para permitir a exclusividade de exploração desse produto pela empresa detentora da propriedade intelectual. O baixo grau de inovação não foi avaliado como um sub-risco prioritário, ocupando a última posição no ranking local (9,13%) e apenas a 16ª posição no ranking global (1,61%). Embora a busca por inovação seja uma das características das empresas de biotecnologia, conforme Fajnzylber (2002); Marques e Neto (2007) e Erbas e Memis (2012), os resultados obtidos aqui sugerem que a inovação não é um objetivo, mas sim uma consequência intrínseca ao desenvolvimento de novos produtos.

Tabela 8 – Sub-riscos relacionados aos riscos de produção.

Sub-riscos	Prioridade local	Ranking local	Prioridade global	Ranking global
Baixa similaridade dos processos de produção	32,12%	1	3,25%	11
Alta complexidade dos processos produtivos	25,46%	2	2,58%	12
Má qualidade de execução das atividades do PDP	12,50%	3	1,27%	18
Falta de integração com as demais áreas da empresa	10,75%	4	1,09%	19
Capacidade de produção limitada	9,88%	5	1,00%	20
Alta geração de resíduos durante a produção	9,30%	6	0,94%	21

Fonte: Elaboração dos autores.

O risco com a quarta maior prioridade foi o de produção (10,12%), e de seus sub-riscos as maiores prioridades ficaram por conta da baixa similaridade dos processos de produção (32,12%) e da alta complexidade dos processos produtivos (25,46%), as quais obtiveram a 11ª e a 12ª maiores prioridades respectivamente (3,25%) e (2,58%). Estes resultados mostram a preocupação dos gestores do PDP quanto ao fato de que a baixa similaridade dos processos de produção e a alta complexidade destes processos em um novo produto podem ser prejudiciais ao PDP, uma vez que esses sub-riscos podem fugir aos recursos tecnológicos da empresa e da sua experiência já consolidada com certo tipo de produção, tornando necessárias novas aquisições de equipamentos ou contratação de mão-de-obra especializada para produção do novo produto. Essa prioridade quanto a não fugir dos processos já consolidados na empresa são consonantes com a discussão apresentada sobre os sub-riscos relacionados aos requisitos do produto no que tange ao baixo grau de inovação, o que se sugere é que uma inovação muito expressiva de um novo produto pode afetar a similaridade e a complexidade dos processos de produção da empresa, podendo gerar custos adicionais e consequentemente uma perda de competitividade.

Tabela 9 – Sub-riscos relacionados aos riscos de recursos humanos.

Sub-riscos	Prioridade local	Ranking local	Prioridade global	Ranking global
Mau relacionamento do gerente do projeto	38,70%	1	2,07%	13
Ausência de capacidade de P&D	35,14%	2	1,88%	14
Não desenvolvimento de habilidades gerenciais	26,16%	3	1,40%	17

Fonte: Elaboração dos autores.

O sub-risco mau relacionamento do gerente do ocupou uma posição intermediária (13º) no ranking global, apresentando certa importância. Em estudo semelhante, Samaan et al., (2012) afirma que o estilo de liderança adotado pelo líder, estimulando a comunicação e a gestão de conflitos entre a equipe é um fator limitante no PDP em empresas de biotecnologia. Os sub-riscos relacionados aos recursos humanos obtiveram uma baixa prioridade, entretanto o sub-risco relativo à capacidade de P&D obteve uma prioridade intermediária, dando respaldo à abordagem do assunto por alguns autores como Harel e Tzafir (1999), Dasilva; Baydoun e Badran (2002) e Santos (2004), os quais consideram a capacidade de P&D até mesmo como um ativo econômico. A baixa prioridade obtida para o não desenvolvimento de habilidades gerenciais pelo gestor do PDP condiz com a neutralidade, sobre o PDP, do fator crítico de sucesso “habilidade técnica do líder do projeto necessária à condução do projeto”, conforme abordado por Samaan et al., (2012).

Tabela 10 – Sub-riscos relacionados aos riscos relativos à cadeia de suprimentos.

Sub-riscos	Prioridade local	Ranking local	Prioridade global	Ranking global
Falta de qualidade das matérias primas	40,55%	1	1,67%	15
Dependência de fornecedores	21,89%	2	0,90%	22
Alto custo dos insumos fornecidos	15,44%	3	0,64%	23
Entrega de insumos fora do prazo	14,66%	4	0,60%	24
Baixa similaridade de suprimentos	7,45%	5	0,31%	25

Fonte: Elaboração dos autores.

Os riscos relacionados à cadeia de suprimentos apresentaram a menor prioridade (4,12%). O sub-risco de maior prioridade com relativa importância foi a falta de qualidade das matérias primas (40,55%), os demais ocuparam as últimas posições no ranking global

Os sub-riscos da cadeia de suprimentos ocuparam as últimas posições do ranking global, mostrando-se não serem tão críticos ao processo de desenvolvimento de produtos, com exceção da qualidade das matérias-primas que ocupou a 15ª colocada no ranking global (1,67%). O fato de os sub-riscos relacionados à cadeia de suprimentos apresentarem baixas prioridades não significa que a gestão destes riscos deve ser desprezada, devido às vantagens potenciais, apresentadas em Ragatz, Handfield e Scannel. (1997); Ragatz, Handfield e Petersen. (2002); Hallikas, Virolainen e Tuominen. (2002); Harland, Brenchley e Walker. (2003) e Petersen, Handfield e Ragatz (2005) no início desse trabalho na seção.

5. CONCLUSÕES

Identificou-se um conjunto de riscos e sub-riscos que podem afetar diretamente o sucesso do PDP nas empresas de biotecnologia. Com a priorização dos mesmos foi possível avaliar quais merecem maior atenção, indicando possíveis prioridades no gerenciamento dos projetos de desenvolvimento de produtos desse tipo de empresa.

Constatou-se que os riscos de mercado, financeiros e relacionados aos requisitos do produto mostraram-se os mais críticos no PDP em empresas de biotecnologia, devendo ser avaliados cuidadosamente no projeto de desenvolvimento de um novo produto, bem como na execução desse projeto. Quanto aos sub-riscos mais críticos para o PDP tem-se a não aceitação do cliente, ausência de viabilidade econômica, baixa competitividade, custo do produto final acima do esperado, reduzida confiabilidade, não obtenção de recursos financeiros, instabilidade no armazenamento ou transporte, não proteção por propriedade intelectual, não tradução das necessidades do mercado e a avaliação incorreta potencial do mercado. Já entre os menos críticos estão a baixa similaridade de suprimentos, entrega de insumos fora do prazo, alto custo dos insumos fornecidos, dependência de fornecedores e a alta geração de resíduos durante a produção.

Os resultados apresentados são destinados a empresas de biotecnologia de um modo geral. Pelo fato de tratar de uma ciência multidisciplinar baseada na biologia, química e engenharia, três áreas do conhecimento bastante amplas, os portfólios de produtos desenvolvidos por estas empresas podem ser bastante variados e o potencial de geração de novos produtos é elevado. Essa variabilidade pode resultar em diferentes ordens de prioridades destes riscos na gestão do PDP conforme o tipo de produto a ser desenvolvido, tecnologia e matérias-primas utilizadas em sua concepção.

Espera-se que estes resultados aqui discutidos possam contribuir para a literatura da gestão do PDP em empresas de biotecnologia, para estudos de identificação e priorização de riscos envolvidos nesse processo em outras empresas ou em nichos específicos da biotecnologia. Espera-se também que possam servir como base teórica que proporcione suporte para a inclusão da gestão de riscos na criação de novos projetos de PDP para essas empresas ou ainda como um referencial teórico e/ou metodológico para outros pesquisadores dessas linhas de pesquisa.

Uma das limitações dessa pesquisa é o fato de que o método AHP não considera a possibilidade de existência de interdependência entre os riscos e sub-riscos associados ao PDP. Assim, para trabalhos futuros, pretende-se realizar a priorização dos riscos aqui identificados, com aplicação de outros métodos como o ANP ou técnicas de análise estatística multivariada, baseado nos julgamentos de especialistas que trabalhem com o desenvolvimento de produtos diretamente em empresas de biotecnologia.

REFERÊNCIAS

- BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J. C. **Projeto integrado de produtos**: Planejamento, Concepção, Modelagem. Barueri: Manole, 2008, 601p.
- BARBALHO, S. C. M.; ROZENFELD, H. Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos mecatrônicos (MRM): Validação e resultados de uso. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 1, p. 162-179, 2013.
- BSTIELER, L.; HEMMERT, M.; BARCZAK, G. Trust Formation in University–Industry Collaborations in the U.S. Biotechnology Industry: IP Policies, Shared Governance, and Champions. **Journal of Product Innovation Management**, v. 32, n. 1, p. 111–121, 2015.
- BUSTAMANTE, P. I.; BOWRA, S. Biotechnology in developing countries: harnessing the potential of high-tech SMES in the face of global competition. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 5, n. 3, p. 196-202, 2002.
- CARVALHO, D. T.; SALGADO, E. G. Estruturação dos riscos no processo de desenvolvimento de produtos em empresas de biotecnologia. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 20, 2013. **Anais...** Bauru, SP: Unesp, 2013.
- CHANDRA, M; NEELANKAVIL, J. P. Product development and innovation for developing countries. Potential and challenges. **Journal of Management Development**. v. 27, n. 10, p. 1017-1025, 2008.
- CHENG, C. C. J.; SHIU, E. C. Critical success factors of new product development in Taiwan's electronics industry. **Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics**, v. 20, n. 2, p. 174-189, 2008.

- CHIN, K. S.; TANG, D.; YANG, J. B.; WONG, S. Y.; WANG, H. Assessing new product development project risk by Bayesian network with a systematic probability generation methodology. **Expert Systems with Applications**. v. 36, p. 9879-9890, 2009.
- CHIN, K. S.; XU, D. L.; YANG, J. B., LAM, J. P. K. Group-based ER-AHP system for product project screening. **Expert Systems with Applications**. v. 35, n. 4, p. 1909-1929, 2008.
- CHORDÀ, I. M.; GUNASEKARAN, A.; ARAMBURO, B. L. Product development process in Spanish SMEs: an empirical research. **Pergamon**, v. 22, n. 5, p. 301-312, 2001.
- DASILVA, E. J.; BAYDOUN, E.; BADRAN, A. Biotechnology and the developing world. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 5, n. 1, p. 65-92, 2002.
- DESZCA, G., MUNRO H.; NOORI, H. Developing breakthrough products: challenges and options for market assessment. **Journal of Operations Management**, v. 17, p. 613-630, 1999.
- ECHEVEST, M. E. ; RIBEIRO, J. L. D. Diagnóstico e intervenção em empresas médias: uma proposta de (re) organização das atividades do Processo de Desenvolvimento de Produtos. **Produção**. v. 20, n. 3, p. 378-391, 2010.
- ENGWALL, M.; KLING, R.; WERR, A. Models in action: how management models are interpreted in new product development. **R&D Management**. v. 35, n. 4, p. 427-439, 2005.
- ENKEL, E.; FREIJE, J. P.; GASSMANN, O. Minimizing Market Risks Through Customer Integration in New Product Development: Learning from Bad Practice. **Journal compilation**. v. 14, n. 4, 2005.
- ERBAS, B. C. MEMIS, S. A. An economic valuation of a biotechnology R&D project in a developing economy. **Electronic Journal of Biotechnology**. v. 15, n. 3, p. 1-19, 2012.
- FAJNZYLBER, P. Fatores de competitividade e barreiras ao crescimento no polo de biotecnologia de Belo Horizonte. **Red de reestructuración y competitividade**. Santiago. Chile. 2002.
- FORMOSO, C.T.; TZORTZOPOULOS, P.; LIEDTKE, R. A model for managing the product development process in house building. **Engineering, Construction and Architectural Management**. v. 9, p. 419-432, 2002.
- FUNDAÇÃO BIOMINAS. **Estudo das empresas de Biociências**. Belo Horizonte: Fundação Biominas, 2009.
- FUNDAÇÃO BIOMINAS. **Estudo das empresas de Biotecnologia do Brasil**. Belo Horizonte: Fundação Biominas. 2007.
- GOMES, L. F.; GOMES, C. F.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**, Atlas, S. Paulo, 2009.

- GUERTIN, P. A. The biotechnology industry: What's next? **Biotechnology Journal**, 4, p. 1124-1131, 2009.
- GURUMURTHY, A.; KODALI, R. An application of analytic hierarchy process for the selection of a methodology to improve the product development process. **Journal of Modelling in Management**. v. 7, n. 1, p. 97-121, 2012.
- HAREL, G. H.; TZAFRIR, S. S. The effect of human resource management practices on the perceptions of organizational and market performance of the firm. **Human Resource Management**. v. 38, n. 3, p. 185-200, 1999.
- HALLIKAS, J.; VIROLAINEN, V-M.; TUOMINEN, M. Risk analysis and assessment in network environments: A dyadic case study. **International Journal Production Economics**, v. 78, p. 45-55, 2002.
- HARLAND, C.; BRENCHLEYB, R.; WALKER, H. Risk in supply networks. **Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 9, p. 51-62, 2003.
- IM, S.; MONTOYA, M. M.; WORKMAN JR., J. P. Antecedents and Consequences of Creativity in Product Innovation Teams, **Journal Production Innovation Management**, v. 30, n. 1, p. 170-185, 2013.
- KAHN, K. B.; BARCZAK, G.; MOSS, R. Perspective: establishing an NPD best practices framework. **Journal of Product Innovation Management**, v. 23, n. 2, p. 106-116, 2006.
- KANG, K. N.; PARK, H. Influence of government R&D support and inter-firm collaborations on innovation in Korean biotechnology SMEs. **Technovation**, v. 32, p. 68-78, 2012.
- KEENEY, R. L.. **Value-Focused Thinking: a path to creative decisionmaking**, Harvard University Press, Cambridge, USA, 1996.
- KEIZER, J. A.; VOS, J. P.; HALMAN, J. I. M. Risks in new product development: devising a reference tool. **R&D Management**. v. 35, n. 3, 2005.
- KERZNER, H. **Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2009.
- KHILJI, S. E.; MROCZKOWSKI, T.; B. BERNSTEIN. From Invention to Innovation: Toward Developing an Integrated Innovation Model for Biotech Firms. **Journal of Product Innovation Management**, 23, p. 528-540, 2006.
- KOLYMPIRIS; KALAITZANDONAKESA; MILLERB. Spatial collocation and venture capital in the US biotechnology industry. **Research Policy**, v. 40, p. 1188-1199, 2011.

LANGERAK, F.; ERIK JAN HULTINK, E. J.; ROBBEN, H. S. J. The Impact of Market Orientation, Product Advantage, and Launch Proficiency on New Product Performance and Organizational Performance. **Journal Production Innovation Management**, v. 21, n. 2, p. 79-94, p. 79-94, 2004.

LEWIS, A.; MILLWARD, H. Barriers to successful new product development within small manufacturing companies. **Journal of Small Business and Enterprise Development**. v. 12, n. 3, p. 379-394, 2005.

LÝTHJE, C. Characteristics of innovating users in a consumer goods field An empirical study of sport-related product consumers. **Technovation**, 24, p. 683-695, 2004.

MCNALLY, R. C.; DURMUŞOĞLU, S. S.; CALANTONE, R. J. New Product Portfolio Management Decisions: Antecedents and Consequences. **Journal Production Innovation Management**, v. 30, n. 2, p. 245-261, 2013.

MARQUES, R; NETO, C. G. The brazilian system of innovation in biotechnology: a preliminary study. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 2, p. 63-71, 2007.

MIGUEL, P. A. C. QFD no desenvolvimento de novos produtos: um estudo sobre a sua introdução em uma empresa adotando a pesquisa-ação como abordagem metodológica. **Produção**, v. 19, n. 1, p. 105-128, 2009.

MOUSAVI, S. M.; TORABI, S. A.; MOGHADDAM, R. T. A Hierarchical Group Decision-Making Approach for New Product Selection in a Fuzzy Environment. **Arab Journal Science Engineering**, 2012.

NG, A. W. Reporting intellectual capital flow in technology-based companies: Case studies of Canadian wireless technology companies. **Journal of Intellectual Capital**, v. 7, n. 4, p. 492-510, 2006.

PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. **Projeto na engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos: métodos e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

PETERSEN, K. J.; HANDFIELD, R. B.; RAGATZ, G. L. Supplier integration into new product development: coordinating product, process and supply chain design. **Journal of Operations Management**, v. 23, p. 371-388, 2005.

RAGATZ, G. L.; HANDFIELD, R. B.; PETERSEN, K. J. Benefits associated with supplier integration into new product development under conditions of technology uncertainty. **Journal of Business Research**, v. 55, p. 389- 400, 2002.

- RAGATZ, G. L.; HANDFIELD, R. B.; SCANNEL, T. V. Success Factors for Integrating Suppliers into New Product Development. **Journal of Product Innovation Management**, v. 14, p. 190-202, 1997.
- ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.
- SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**, New York (USA): McGraw- Hill, 1980.
- SAATY, T. L. **Decision making with dependence and feedback: the analytic network process**. Pittsburgh (USA): RWS, 2001.
- SAATY, T.L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal Services Sciences**, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.
- SALGADO, E. G. SALOMON, V. A. P.; MELLO, C. H. P.; FASS, F. D. M.; XAVIER, A. F. Modelos de referência para desenvolvimento de produtos: classificação, análise e sugestões para pesquisas futuras. **Revista Produção Online**, v. 10, n. 4, 2010.
- SALGADO, E.; SALOMON, V. A. P.; MELLO, C. H. P. Analytic hierarchy prioritization of new product development activities for electronics manufacturing. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 17, p. 4860-4866, 2012.
- SALOMON, V. A. P. **Desempenho da modelagem do auxílio à decisão por múltiplos critérios na análise do planejamento e controle da produção**. 2004, 122 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2004.
- SAMAAN, M.; SALGADO, E. G.; SILVA, C. E. S.; MELLO, C. H. P. Identificação dos fatores críticos de sucesso no desenvolvimento de produtos de empresas de biotecnologia do estado de Minas Gerais. **Produção**. v. 22, n. 3, p. 436-447, 2012.
- SANTOS, M. J. N. Gestão de recursos humanos: teorias e práticas. **Sociologias**. v. 6, n. 12, p. 142-158, 2004.
- SHIMIZU, T. **Decisão nas organizações**. São Paulo: Atlas, 2006.
- SILVA, C. E. S. et al. Aplicação do gerenciamento de riscos no processo de desenvolvimento de produtos nas empresas de autopeças. **Produção**, v. 20, n. 2, p. 200-213, 2010.
- SIU, W. An institutional analysis of the new product development process of small and medium enterprises (SMEs) in China, Hong Kong and Taiwan. **Industrial Marketing Management**. v. 35, p. 323-335, 2006.

SMITH, R. P.; MORROW, J. A. Product development process modeling. **Design Studies**, v. 20, n. 3, p. 237-261, 1999.

SWINK, M. Threats to new product manufacturability and the effects of development team integration processes. **Journal of Operations Management**. v. 17, p. 691-709, 1999.

SWINK, M; SONG, M. Effects of marketing-manufacturing integration on new product development time and competitive advantage. **Journal of Operations Management**. v. 25, p. 203-217, 2007.

TAN, B. Managing manufacturing risks by using capacity options. **The Journal of the Operational Research Society**. v. 53, n. 2, p. 232-242, 2002.

TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; MENDES, G. H. S.; JUGEND, D. Critical success factor in the management of product development process in medium and small technology-based companies within the process control automation sector. **Product: Management & Development**. v. 4, n. 2, p. 115-126, 2006.

TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; MENDES, G. H. S.; JUGEND, D. Fatores críticos de sucesso no gerenciamento de projetos de desenvolvimento de produto em empresa de base tecnológica de pequeno e médio porte. **Gestão e Produção**. v. 15, n. 1, p. 117-34, 2008.

WALLENIOUS, J.; DYER, J. S.; FISHBURN, P. C.; STEUER, R. E.; ZIONTS, S.; DÉB, K. Multiple criteria decision making, multiattribute utility theory: recente accomplishments and what lies ahead. **Management Science**, v. 54, n. 7, p. 1336-1349, 2008.

WANG, L.; CHU, J.; WU, J. Selection of optimum maintenance strategies based on a fuzzy analytic hierarchy process. **International Journal of Production Economics**. v. 107, n. 1, p. 151-163, 2007.

