

PROPOSTA DE INDICADORES DE GESTÃO DE RISCOS EM PROJETOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM UM CENTRO DE NANOTECNOLOGIA

CAMPELO, L. O. N.^{1 2}; PEGADO, H. A.²

¹ Centro de Tecnologia em Nanomateriais e Grafeno - CTNANO UFMG

² Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

E-mail: luis.campelo@ctnano.org; helio@demec.ufmg.br

RESUMO

Este artigo propõe uma metodologia para a análise, mensuração e gestão de riscos inerentes a execução de projetos de inovação tecnológica no âmbito da nanotecnologia, apresentando uma proposta de metrificação por meio de três indicadores. A metodologia foi implementada ao longo do acompanhamento do ciclo de vida de dois projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) realizados no Centro de Tecnologia em Nanomateriais e Grafeno da Universidade Federal de Minas Gerais (CTNano - UFMG) e o resultado dos seus indicadores (efetividade no tratamento de riscos em projetos - 50%; risco de execução do projeto 46%; e prevenção de riscos - 30%), foi analisado e interpretado. Esta pesquisa serve como base para o aprofundamento das discussões e percepções acerca da mitigação de riscos em projetos de inovação tecnológica de forma a potencializar os resultados e impactos positivos gerados pela crescente demanda de desenvolvimento de produtos com nanomateriais incorporados.

Palavras-chave: projetos de inovação tecnológica; gerenciamento de riscos; indicadores de riscos; construção de indicadores; mensuração de riscos.

ABSTRACT

This article proposes a methodology for the analysis, measurement and management of risks inherent to the execution of technological innovation projects within the scope of nanotechnology, presenting a proposal for metrification through three indicators. The methodology was implemented throughout the life cycle monitoring of two Research and Development (R&D) projects carried out at the Technology Center for Nanomaterials and Graphene at the Federal University of Minas Gerais (CTNano - UFMG) and the result of its indicators (effectiveness in the treatment of risks in projects - 50%; risk of project execution 46%; and risk prevention - 30%), was analyzed and interpreted. This research serves as a basis for deepening the discussions and perceptions about risk mitigation in technological innovation projects in order to enhance the results and positive impacts generated by the growing demand for the development of products with incorporated nanomaterials.

Keywords: technological innovation projects; risk management; risk indicators; construction of indicators, measurement of risks.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo propõe uma metodologia para análise, mensuração e gestão de riscos inerentes a execução de projetos de inovação tecnológica no âmbito da nanotecnologia, apresentando uma proposição de metrificação inicial e resultados de três indicadores implementados ao longo do acompanhamento do ciclo de vida de dois projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) realizados no Centro de Tecnologia em Nanomateriais e Grafeno da Universidade Federal de Minas Gerais (CTNano - UFMG).

De acordo com Sternberg (2016) e seus estudos no campo da psicologia cognitiva, a cada milésimo de segundo, o córtex pré-frontal do ser humano é responsável pela tomada de decisões entre diversas opções. Segundo Vas (1999), um algoritmo de inteligência artificial trabalha de forma parecida, analisando cenários e probabilidades para tomar cada decisão. A grande dificuldade, tratando-se de gestão de riscos está, portanto, em compreender os riscos que jamais devem ser corridos e os riscos que não podem deixar de ser corridos (DRUCKER, 1999).

Segundo Pinheiro (2006) projetos de P&D, dado o seu caráter inovador, possuem componentes de incerteza altos quanto aos seus resultados esperados e, à medida que os objetivos e metas não são claramente definidos, maior o risco do projeto como um todo.

Por sua vez, Projetos de Inovação Tecnológica apresentam algumas características próprias, fortemente vinculadas ao caráter dinâmico e inovador da natureza de sua execução. A não linearidade entre o que foi planejado e o decorrer das etapas, associado ao paradigma existente entre facilitar os processos de inovação versus manter a estrutura organizacional das instituições, prejudica o estabelecimento de parâmetros concretos para a previsão de incertezas.

Nesse sentido, o desenvolvimento de indicadores mensuráveis para a gestão de riscos se torna uma ferramenta crucial para reduzir e mitigar eventos negativos no projeto e potencializar os resultados positivos gerados.

Assim, este artigo é um convite para um olhar técnico-gerencial acerca da gestão de riscos e suas formas de mitigação em projetos de inovação tecnológica, voltados a um centro de nanotecnologia, por meio de uma proposta de implementação de indicadores de acompanhamento de riscos.

2. METODOLOGIA

Foi adotado um tipo de pesquisa social que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação da realidade a ser investigada estão envolvidos de modo cooperativo e participativo (THIOLLENT, 2009).

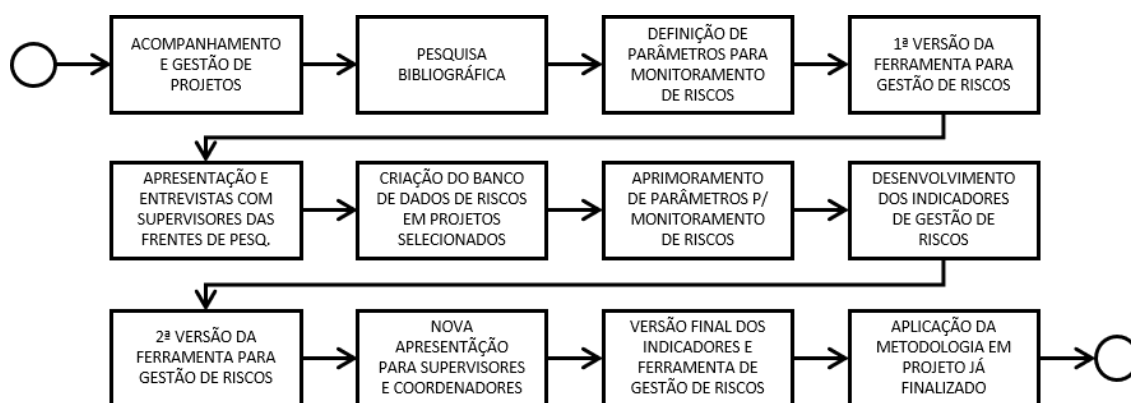
A utilização dessa abordagem aplicada a em um centro de nanotecnologia consistiu no acompanhamento contínuo da execução de projetos de P&D de forma a possibilitar a identificação dos riscos, o seu mapeamento, o estabelecimento de ações mitigadoras e o acompanhamento da implementação dos planos de ação.

As atividades relatadas neste artigo foram realizadas em conjunto por equipes de execução de projetos do centro de nanotecnologia. Elas são compostas por um coordenador, responsável pela coordenação técnica do projeto, um supervisor, responsável pela supervisão de atividades e gestão da equipe, um membro da equipe de gestão de projetos, responsável pelo acompanhamento das diretrizes definidas no escopo e análise de parâmetros de nível técnico e

de execução, de bolsistas (graduação, mestrado, doutorado e pós-doutorado) e estagiários, que atuam no desenvolvimento das atividades técnico-laboratoriais inerentes às pesquisas propostas. Válido destacar que participaram das atividades pesquisadores provenientes de diferentes áreas (química, engenharias diversas, biologia e outros), o que evidencia o caráter de multidisciplinaridade das pesquisas e do acompanhamento desenvolvido.

A Figura 1 apresenta o fluxograma resumido das atividades realizadas que culminaram no desenvolvimento deste artigo.

Figura 1 - Fluxograma do trabalho realizado



Fonte: o autor (2020)

Diversas bibliografias contribuíram de forma direta e indireta para o desenvolvimento deste artigo. Entre elas destacam-se o PMI (2017), NASA (2020), Hoyle (2017), Mikulak (2008), Seleme (2008), Scandizzo (2005) entre outros. Entre estas, algumas abordagens foram cruciais, uma vez que o desenvolvimento deste trabalho empregou adaptações dessas metodologias para uma customização para o modelo do desenvolvimento de projetos com nanotecnologia.

Baseando-se na metodologia de gestão de não conformidades da norma ISO9001 (ABNT, 2015), este trabalho tem uma proposta de trazer uma abordagem matemática para metrificar os riscos. Foi proposto o sistema de análise de riscos por meio de uma classificação da sua probabilidade de acontecer e impacto caso venha a de fato ocorrer. As diversas metodologias estudadas traziam uma visão dessa classificação de uma forma tácita, ou mesmo subliminar, de acordo com o *feeling* do gestor responsável pelo gerenciamento dos riscos. Esta abordagem tem o propósito de tornar a resposta menos subjetiva, uma vez que a determinação do grau de impacto e probabilidade é feito por meio de respostas objetivas (sim, não ou um pouco) à perguntas categoricamente escolhidas que representam de forma macro as categorias de riscos, em termos tecnológicos, econômicos, relacionais e de execução.

As Figura 2 e 3 apresentam o detalhamento da metrificação aplicada a cada uma das perguntas desenvolvidas para classificar os riscos de acordo com a sua probabilidade e impacto.

Figura 2 - Metrificação inicial da análise de probabilidade da ferramenta de gestão de riscos

Análise de Probabilidade:	
Perguntas	Peso
a) Foram implementadas estratégias de mitigação?	5
b) Existem recursos disponíveis para mitigar?	20
c) Tem tendência de se agravar?	15
d) Irá se agravar a curto prazo?	10

Fonte: o autor (2020)

Figura 3 - Metrificação inicial da análise de impacto da ferramenta de gestão de riscos

Análise de Impacto:	
Perguntas	Peso
e) Número de frentes abrangidas:	2
f) Compromete a execução do projeto?	7
g) Pode gerar prejuízo financeiro para o CTNano?	10
h) Inviabiliza a tecnologia?	12
i) Prejudica a relação com o parceiro?	15

Fonte: o autor (2020)

Em relação à análise de probabilidade, duas análises iniciais podem ser feitas: se é possível mitigar o risco e se ele tem tendência a se agravar. Dentro desse contexto, para mitigar um risco é necessário ter recursos para a implementação de uma boa estratégia, sejam eles humanos, financeiros, estruturais ou de outra forma. Uma estratégia má implementada ou incapaz de ser colocada em prática não irá funcionar. Da mesma forma, um risco se torna maior se ele tem uma maior probabilidade de se agravar em um curto período de tempo. Dessa forma, pensando em um cenário onde há um fator multiplicador de 0, 1 ou 2, os pesos foram distribuídos de uma forma a ser coerente com essa análise apresentada.

De forma análoga, do ponto de vista do impacto, a métrica em termos de impacto interno foi elaborada para levar em conta: as diversas frentes de trabalho do centro de nanotecnologia, se é ou não fortemente atrelado a execução do projeto, ao viés econômico, se haverá prejuízo financeiro, e se inviabiliza/compromete o desenvolvimento de uma tecnologia ou se prejudica uma relação com um parceiro. Entende-se, por meio de uma visão de consultoria de gestão estratégica (MARKEY, 2011 e PRAHALAD, 2010), que prejudicar a relação com um parceiro tem um maior peso, pois além de comprometer novos projetos, geralmente impede que empresas que possam ter relação com essa empresa, vejam credibilidade no serviço que pode ser ofertado, perdendo assim futuros clientes/novos parceiros.

A tecnologia tem um peso em segundo lugar porque é o objeto final da pesquisa e desenvolvimento, e comprometê-la é inviabilizar o atingimento fim do projeto. Em terceiro as questões financeiras, nesse primeiro momento relacionadas a impactos internos e não externos, a execução das atividades com um peso menor, pois analisa mais a questão interna e permite rearranjos, desde que a tecnologia possa continuar a ser desenvolvida, e a análise de setores é uma abordagem interna para investigação de causas e facilitadora para a tomada de ações, por isso seu peso é menor quando se analisa o impacto como um todo.

Cada uma das perguntas possui respostas que podem variar entre 0, 1 ou 2. Para as perguntas “c”, “d”, “e”, “f”, “g”, “h” e “i” é adota-se a seguinte métrica para resposta: 0 = Não; 1 = Um Pouco; e 2 = Sim. De forma semelhante, porém com escala inversa, para as perguntas “a” e “b” é adota a seguinte métrica para esses valores: 0 = Sim; 1 = Um Pouco; e 2 = Não.

O resultado da análise de probabilidade é, portanto, calculado pela multiplicação da resposta à cada uma das perguntas pelo peso estipulado para cada pergunta, conforme métrica acima, em uma escala de 1 a 10, pela seguinte fórmula:

$$\frac{[(a.5)+(b.20)+(c.15)+(d.10)]}{10} \quad (1)$$

Para o cálculo do impacto, a seguinte formula é utilizada:

$$\frac{[(e.2)+(f.7)+(g.10)+(h.12)+(i.15)]}{10} \quad (2)$$

Após a definição de parâmetros para monitoramento de riscos e construção da primeira versão da ferramenta para gestão de riscos, foram feitas entrevistas com os supervisores do centro de nanotecnologia para a coleta de dados referentes a riscos em projetos selecionados. Para isso, foram escolhidos dois projetos, de curta duração, para avaliação dos riscos previamente identificados, para propor as ações para mitigá-los e, se a execução dessas ações se mostrou eficaz em reduzir as probabilidades e os impactos dos riscos.

Os dados coletados foram utilizados para a construção do banco de dados geral de riscos, parâmetro para validar a utilização da ferramenta e dos pesos e dos critérios previamente estabelecidos. Para isso, cada risco identificado, em conjunto com os supervisores responsáveis por cada um dos projetos, foi avaliado segundo os critérios de probabilidade e impacto estipulados, e foi possível ter uma visão sistêmica dos riscos envolvidos na execução de cada um dos projetos estudados.

Ao todo cinco riscos potenciais, tratados como Não-Conformidades Potenciais (NCP's) foram identificados antes da execução dos dois projetos analisados. A identificação destes riscos trouxe a necessidade de uma nova avaliação e otimização dos parâmetros (pesos) estabelecidos para o critério de impacto. A Figura 4 apresenta os novos pesos atribuídos para o critério de impacto do risco.

Figura 4 - Nova metrificação da análise de impacto da ferramenta de gestão de riscos

Análise de Impacto:	
Perguntas	Peso
e) Número de frentes abrangidas pelo risco:	1
f) Compromete a execução da atividade/ projeto?	12
g) Pode gerar prejuízo financeiro para o CTNano?	8
h) Inviabiliza/prejudica a tecnologia?	12
i) Prejudica a relação com o parceiro?	15

Fonte: o autor (2020)

Essa revisão teve por objetivo tornar mais real e reduzir a parcela do impacto financeiro, uma vez que várias ações dependem de parceiros que fazem a gestão financeira e processos que hoje independem da gestão do centro de nanotecnologia. Os impactos que podem ser

considerados como impactos financeiros, como atraso no recebimento de materiais e equipamentos, podem ser melhor acompanhados elaborando um melhor planejamento de atividades, dessa forma é mais significativo ter um peso maior relacionado à execução da atividade em si do que em relação ao prejuízo financeiro. E como a análise das frentes é mais uma questão interna, seu peso também foi reduzido para o mínimo.

Ainda durante as entrevistas, foi percebido, conforme esperado, que apesar de serem mapeados os riscos, mesmo que de forma subjetiva, as ações propostas nem sempre são eficazes na mitigação. Além disso, outros riscos acabaram surgindo ao longo da execução dos projetos estudados. Todos esses dados também foram coletados e utilizados como parâmetros para o desenvolvimento inicial de indicadores e suas respectivas fórmulas.

Inicialmente, foram propostos três indicadores distintos com o objetivo de se avaliar a identificação e tratamento de um risco e também o risco geral inerente a execução de um projeto. A seguir são apresentados cada um dos indicadores propostos, sua fórmula e comentários.

a) Indicador de efetividade no tratamento de riscos em projetos

Descrição: demonstra se as ações propostas para mitigar os riscos identificados foram efetivas no tratamento de potenciais problemas

Polaridade: quanto maior melhor (0 a 100%)

Fórmula: $\frac{\sum \text{NCPS's (que não se tornaram efetivas)}}{\sum \text{NCP's}} \times 100\%$

Periodicidade: acumulativo de 6 em 6 meses, considerando NC's fechadas no período

b) Indicador de risco de execução do projeto

Descrição: avalia o risco geral de um projeto pela análise dos seus riscos individuais previamente identificados

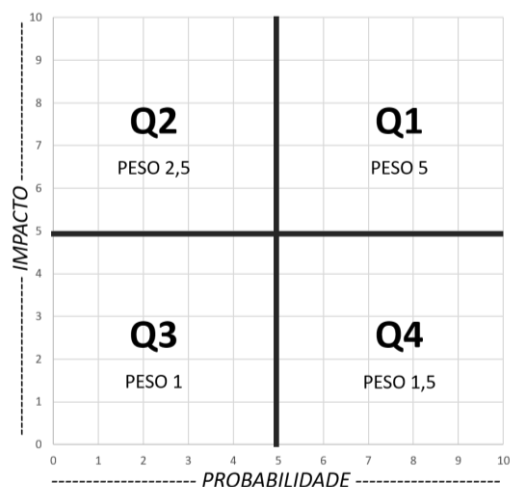
Polaridade: quanto menor melhor (0 a 100%)

Fórmula: $\frac{2 \times \{\sum [XQ1 \times YQ1 \times 5] + \sum [XQ2 \times YQ2 \times 2,5] + \sum [XQ3 \times YQ3 \times 1] + \sum [XQ4 \times YQ4 \times 1,5]\}}{10 \times (n^{\circ} Q1 + n^{\circ} Q2 + n^{\circ} Q3 + n^{\circ} Q4)} \%$

Periodicidade: durante a elaboração do plano de trabalho de cada projeto

Para o indicador descrito na letra “b”, cada um dos quadrantes do gráfico de “probabilidade x impacto” recebeu um fator multiplicador. Os fatores multiplicadores possuem valores que somados totalizam dez. O primeiro quadrante (Q1) é aquele com maior impacto e probabilidade do risco e seu fator multiplicador é o maior deles, 5. Seguindo o sentido anti-horário, o segundo quadrante (Q2) possui alto impacto e baixa probabilidade. Como o impacto do risco ainda é significativo, o seu fator multiplicador atribuído foi de 2,5. O terceiro quadrante (Q3) possui baixo impacto e baixa probabilidade, portanto o seu fator multiplicador é neutro, representado pelo número 1. O quarto quadrante (Q4), por sua vez, possui alta probabilidade e baixo impacto. Para esse quadrante foi considerado um fator multiplicador menor que o do Q2, uma vez apesar de o risco ter uma maior probabilidade de vir a acontecer, será mais fácil implementar ações para a sua mitigação, uma vez que se o risco acontecer ele não será tão impactante. Para o Q4 foi atribuído um fator multiplicador de 1,5. A Figura 5 ilustra cada um dos quadrantes e os respectivos fatores multiplicativos atribuídos.

Figura 5 - Quadrantes de riscos e fatores multiplicativos



Fonte: adaptado pelo autor a partir de SCANDIZZO (2005)

c) Indicador de prevenção de riscos

Descrição: avalia se a gestão e/ou metodologia estão sendo eficientes na identificação correta dos riscos e atuação para prevenir os riscos identificados

Polaridade: quanto maior melhor (0 a 100%)

Fórmula: $1 - \frac{[\sum NCE's + \sum NCP's \text{ (que se tornaram efetivas)}]}{\sum NC's} \times 100\%$

Periodicidade: acumulativo de 6 em 6 meses, considerando NC's fechadas no período

Após o estabelecimento dos indicadores e revisão dos pesos atribuídos para as perguntas da ferramenta de gestão de riscos, chegou-se, portanto, a segunda versão dessa ferramenta. A Figura 6, evidencia a ferramenta como complemento da metodologia proposta.

Figura 6 - Versão final da ferramenta para gestão de riscos em projetos

Data: (dd/mm/aaaa)		Identificada por: (Nome)		Projeto: (Nome do Projeto)				Fechada?	
N C P O O	Descrição da NC: (Descrever com detalhes a Não-Conformidade identificada)	Análise de Probabilidade:		Ação Preventiva / Ação de Correção		Avaliação de Eficácia		-	
		Foram implementadas estratégias de mitigação?		Prazo	Responsável	Feita no Prazo?	Prazo p/ avaliar:	(dd/mm/aaaa)	Data
		Existem recursos disponíveis para mitigar?		(dd/mm/aaaa)	(Nome)	(selecione)	Responsável:	(Nome)	(dd/mm/aaaa)
		Tem tendência de se agravar?		Ação	Evidências	Novo Prazo	Resultado:	(selecione)	Responsável
		Irá se agravar a curto prazo?		(especifique)	(especifique)	(dd/mm/aaaa)	Justificativa	Evidências	(Nome)
		Resultado:		(especifique)	(especifique)	(especifique)	(especifique)	(especifique)	Necessita de nova NC?
		Análise de Impacto:		Ação Corretiva		Avaliação de Eficácia		(selecione)	
		Número de frentes abrangidas:		Prazo	Responsável	Feita no Prazo?	Prazo p/ avaliar:	(dd/mm/aaaa)	Observações
		Pode comprometer a execução das atividades?		(dd/mm/aaaa)	(Nome)	(selecione)	Responsável:	(Nome)	(especifique)
		Pode gerar prejuízo financeiro para o CTNano?		Ação	Evidências	Novo Prazo	Resultado:	(selecione)	
Prejudica a relação com o parceiro?		(especifique)	(especifique)	(dd/mm/aaaa)	Justificativa	Evidências			
Resultado:		Análise de Causas/Observações:							
Análise de Abrangência: ☐ Caracterização ☐ Polímeros ☐ Condições ☐ Sinterse ☐ Operações ☐ SMS		(sugestão: utilizar "5 PORQUÊS")							

Fonte: o autor (2020)

A última etapa, conforme plano de trabalho apresentado na Figura 1, consistiu em se aplicar a metodologia desenvolvida à dois projetos selecionados, projetos estes que serviram inclusive de parâmetro para dimensionamento das formulações dos indicadores e análises qualitativas das suas métricas e formas. O item “resultados e discussões” apresentam um overview dos projetos estudados e os resultados obtidos conforme a metodologia desenvolvida neste trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme citando anteriormente, durante as entrevistas e etapas de validação da metodologia proposta com os supervisores envolvidos na gestão dos projetos do centro de nanotecnologia, foram identificados e analisados os riscos potenciais (NCP's) e os efetivos, tratados aqui por Não-Conformidades Efetivas (NCE's). A Tabela 1 apresenta uma relação entre o tipo de risco identificado, a eficácia das ações propostas para mitigar cada um dos Relatórios de Não Conformidades (RNC's) baseando-se em evidências como, prazo, recursos, resultados e entregas finais do projeto se comparado aos idealizados no plano de trabalho e se houve necessidade de abertura de uma outra NCP ou NCE mediante a eficácia ou não das ações realizadas.

Tabela 1 - Efetividade das ações propostas para os RNC's

RNC	Tipo	Ação Eficaz?	Requer novo RNC?
RNC001	NCP	Sim	Não
RNC002	NCP	Sim	Não
RNC003	NCP	Não	Sim
RNC004	NCP	Não	Sim
RNC005	NCP	Não	Sim
RNC006	NCE	Sim	Não
RNC007	NCE	Sim	Não
RNC008	NCP	Sim	Não
RNC009	NCE	Sim	Não
RNC010	NCE	Sim	Não

Fonte: o autor (2020)

Os dados da Tabela 1 foram insumos para cálculo dos indicadores propostos, aplicados à dinâmica de execução e resultado dos projetos selecionados. O resultado dos indicadores e o comentário sobre os insumos utilizados são apresentados a seguir:

a) Efetividade no tratamento de riscos no projeto:

$$\text{Resultado: } \frac{3}{6} \times 100\% = 50\%$$

Para o indicador de tratamento de riscos foram consideradas as cinco NCP's identificadas antes do início da execução do projeto e também a NCP identificada ao longo da execução das atividades. Destas, três tiveram suas ações eficazes, resultando em mitigação direta do risco sem a necessidade de ações extras. Outras três dessas NCP's não tiveram suas ações eficazes, o que resultou na necessidade de novas ações por meio da abertura de NCE's, vide apresentado na Tabela 1.

Em uma escala que varia de 0% a 100%, sendo que 0% representa um tratamento de riscos previstos ineficiente e onde 100% indica que todos os riscos previstos previamente foram tratados antes ou durante à execução do projeto, a interpretação do resultado deste indicador, 50%, implica que as ações propostas não foram suficientes na mitigação do potencial problema, sejam elas na sua abrangência de solução, ou mesmo na execução.

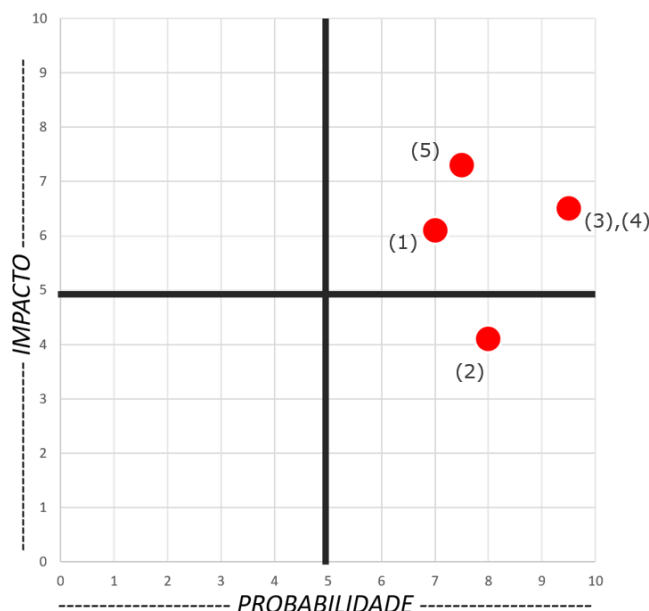
Outro fator que contribuiu para esse resultado foi a não formalização dos riscos identificados e consequentemente acompanhamento limitado dos riscos, fator ainda agravado pelo curto período de execução do projeto. Todavia, mesmo com o baixo acompanhamento e gestão dos riscos destes projetos, evidenciado pelo resultado mediano do indicador acima, a atual estrutura de gestão de riscos conseguiu suportar a gestão do projeto sem prejuízos ao desenvolvimento da tecnologia. A análise do sucesso da execução leva a crer que com a implementação deste método e deste indicador em específico durante a etapa de desenvolvimento do plano de trabalho, e o acompanhamento periódico das ações propostas ao longo das etapas de execução, trará ganhos importantes para o centro de tecnologia, que podem se refletir em redução de custos e melhor aproveitamento do tempo planejado para execução do projeto de P&D.

b) Risco de execução do projeto:

$$\text{Resultado: } \frac{2 \times \{5 \times [7 \times 6,1 + 9,5 \times 6,5 + 9,5 \times 6,5 + 7,5 \times 7,3] + 1,5 \times [8 \times 4,1]\}}{10 \times (4+1)} \% = 46\%$$

Para o indicador de risco de execução do projeto foram consideradas para análise as cinco NCP's identificadas antes do início da execução do projeto e suas respectivas métricas atribuídas para probabilidade e impacto, conforme resposta as perguntas e pesos estabelecidos para cada critério. Conforme metodologia proposta, das cinco NCP's, quatro enquadraram-se no primeiro quadrante (Q1) e uma no quarto quadrante (Q4). A distribuição das NCP's ao longo dos quadrantes pode ser observada na Figura 7.

Figura 7 - Gráfico de probabilidade x impacto para riscos mapeados em projetos estudados



Fonte: o autor (2020)

Nesse cenário de quatro NCP's no quadrante Q1 e uma no quadrante Q4, de acordo com a metodologia proposta, o risco máximo de execução é de 83%. Dessa forma, o resultado deste

indicador, 46% indica que o projeto tem um grau médio de risco de execução, mas o ainda assim, esse risco não impede ou inviabiliza o seu desenvolvimento.

c) Prevenção de riscos:

$$\text{Resultado: } 1 - \frac{(4+3)}{10} \times 100\% = 30\%$$

Para o indicador de prevenção de riscos, conforme apresentado na Tabela 1, foram consideradas a abertura de quatro NCE's ao longo da execução dos projetos selecionados, e que das cinco NCP's abertas antes da execução dos projetos, três tiveram suas ações ineficazes na mitigação dos riscos.

O baixo valor desse indicador é mais uma vez resultado de um acompanhamento e gestão de riscos limitados ao longo da preparação e execução dos projetos de P&D. Tendo como agravante o curto período para execução e recursos limitados para composição da equipe executora, o resultado de 30% para este indicador, em uma escala de 0% a 100%, onde 0% representa uma prevenção ineficaz e 100% uma prevenção eficaz de riscos, exemplifica um baixo desempenho, em um projeto que desde o seu planejamento, alertava para a necessidade de um acompanhamento mais próximo. Este resultado é mais uma evidência que a metodologia desenvolvida neste trabalho para a identificação, gestão e mitigação dos riscos terá uma boa aplicabilidade nos projetos de P&D do centro de tecnologia.

Como nos projetos selecionados não houve um acompanhamento contínuo dos riscos previamente mapeados e também não houve um esforço para mitigá-los ao longo da execução das etapas proposta no cronograma dos projetos, era de se esperar que as ações para o tratamento das 5 NCP's (RNC's 001 a 005) identificadas antes do início das atividades e também da identificada ao longo da execução (RNC008), fossem prejudicadas ou não efetivas no combate às incertezas. O resultado de 50%, referente ao indicador de efetividade no tratamento de riscos é, portanto, prova disso e o seu valor, apontando que metade dos possíveis problemas não foram solucionados, é condizente com esse esforço.

Consequência da não mitigação dos riscos identificados foi a ocorrência de novos problemas, apresentados neste trabalho pelas 4 NCE's (RNC's 006, 007, 009 e 010) e da necessidade de se propor ações de correção para os mitigar. Mais uma vez esses dados mostram que a ausência de um acompanhamento contínuo, causada por equipes e recursos limitados limitaram a gestão de riscos nesses dois projetos. Mesmo sem uma meta para comparação, o baixo valor do indicador de prevenção de riscos, 30%, possibilita essa mesma análise.

Sobre o indicador de risco de execução do projeto era esperado um valor intermediário, dada a incerteza relativa ao desenvolvimento de um projeto em uma nova temática envolvendo nanomateriais e matrizes metálicas e aos recursos financeiros e humanos limitados para a execução. Porém, intuitivamente, se esses riscos fossem muito altos, mesmo sem uma métrica para quantificar a analisar, o projeto provavelmente não seria possível de ser executado, ou mesmo de ser estabelecido em forma de etapas. Portanto, o fato de os dois projetos terem sido executados conforme o planejamento e além disso de conseguirem alcançar os objetivos estabelecidos em proposta, indica que o risco não era tão alto. Dessa forma, o resultado de risco de execução de 46% vai de acordo com a faixa com a qual os supervisores e coordenadores esperavam para o resultado desse indicador.

Por fim, é válido destacar que a obtenção de resultados numéricos evidencia que a metodologia desenvolvida neste trabalho se mostrou aplicável as etapas de planejamento e execução de um projeto de inovação tecnológica, em um centro de nanotecnologia, e que além

disso, três indicadores podem fornecer um panorama geral da gestão de riscos no que tange ao tratamento de riscos identificados, prevenção de riscos e mensuração do risco geral de execução de um projeto.

4. CONCLUSÕES

O presente artigo teve o objetivo de contribuir com a gestão de riscos em projetos de inovação tecnológica, aplicados a realidade de pesquisa e desenvolvimento em centros de pesquisa vinculados a universidades federais brasileiras. Para tal, a compreensão dos desafios e expectativas de um centro de nanotecnologia, assim como o suporte de literaturas consolidadas de mensuração e mitigação de incertezas, foram fundamentais para o desenvolvimento de uma metodologia de análise e métricas de qualificação de riscos.

Dessa forma, ao longo do desenvolvimento, diversos aspectos técnicos, teóricos e até mesmo empíricos foram considerados e auxiliaram no processo de percepção da necessidade de um modelo específico para o centro de nanotecnologia, e que, portanto, divergia de indicadores comumente utilizados e/ou a simples aplicação de um método tradicional.

Com base nos estudos teóricos realizados, e na aplicação prática do modelo e métricas desenvolvidos em dois projetos de pesquisa e desenvolvimento, as evidências e resultados encontrados a partir do método desenvolvido e do resultado final compilado dos indicadores propostos, indicam que a implementação do modelo de gestão de riscos desenvolvido e apresentado neste trabalho, trará mais insumos para a identificação, análise e mitigação de riscos, contribuindo assim para a tomada de decisões mais assertivas em novas ações estratégicas e negócios.

Porém, por se tratar de uma primeira proposta, e dado o espaço amostral, ainda pequeno, se comparado a realidade de execução de projetos no centro de nanotecnologia, sabe-se de antemão que o modelo e métricas desenvolvidos necessitarão de aperfeiçoamento ao longo do tempo, permitindo cada vez mais uma personalização para o centro de pesquisa. Além disso, novas análises permitirão o desenvolvimento de cenários de riscos, importantes para a estipulação das metas para os indicadores e critérios de aceitação ou rejeição de novas propostas de projetos.

Por fim, espera-se que este artigo sirva de referência e contribua para novas iniciativas e aprimoramentos envolvendo a gestão de riscos em projetos de inovação tecnológica, contribuindo assim para um maior número de projetos de sucesso e consequentemente para a oferta de novas tecnologias e produtos ao mercado com nanomateriais.

REFERÊNCIAS

- ABNT, NBRISO. 9000 - Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, Setembro, 2015.
- ABNT, NBRISO. 9001: 2015. **Sistemas de Gestão da Qualidade - Requisitos**, 2015.
- CRUZ, Fábio. **Scrum e PMBOK unidos no Gerenciamento de Projetos**. Brasport, 2013.
- DRUCKER, Peter Ferdinand. **Managing for results: economic tasks and risk-taking decisions**. Routledge, 1999.
- HOYLE, David. **ISO 9000 Quality Systems Handbook-updated for the ISO 9001: 2015 standard: Increasing the Quality of an Organization's Outputs**. Routledge, 2017.

- MARKEY, Rob; REICHHELD, F. Introducing the net promoter system. **Retrieved November**, v. 27, p. 2017, 2011.
- MIKULAK, Raymond J.; MCDERMOTT, Robin; BEAUREGARD, Michael. **The basics of FMEA**. Productivity Press, 2008.
- NASA. **Technology Readiness Level Definitions**. Disponível em: <http://www.nasa.gov/pdf/458490main_TRL_Definitions.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2020.
- PINHEIRO, Andréia Azevedo et al. Metodologia para gerenciar projetos de pesquisa e desenvolvimento com foco em produtos: uma proposta. **Revista de Administração Pública**, v. 40, n. 3, p. 457-478, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S00346122006000300007&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 08 mar. 2020.
- PRAHALAD, Coimbatore Krishnarao; FRIEDMAN, Thomas L. Transformação contínua do negócio: até onde BPM pode contribuir?. **Rio de Janeiro: Elo Group**, 2010.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)**. Project Management Institute, Pennsylvania, 2017.
- SCANDIZZO, Sergio. Risk mapping and key risk indicators in operational risk management. **Economic Notes**, v. 34, n. 2, p. 231-256, 2005.
- SELEME, Robson; STADLER, Humberto. **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais**. Editora Ibpex, 2008.
- STERNBERG, Robert J.; STERNBERG, Karin. **Cognitive psychology**. Nelson Education, 2016.
- THIOLLENT, Michel. **Pesquisa-ação nas organizações**. Atlas, 2009.
- VAS, Peter. **Artificial-intelligence-based electrical machines and drives: application of fuzzy, neural, fuzzy-neural, and genetic-algorithm-based techniques**. Oxford university press, 1999.