



PPGEDAM



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DO MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS E
DESENVOLVIMENTO LOCAL NA AMAZÔNIA (PPGEDAM)
MESTRADO EM GESTÃO DOS RECURSOS NATURAIS E
DESENVOLVIMENTO LOCAL**

INALDO DE SOUSA SAMPAIO FILHO

**TECNOLOGIA AMBIENTAL NA GESTÃO DE RECURSOS
NATURAIS: O “VOO” TECNOLÓGICO DA FISCALIZAÇÃO
MINERAL DO ESTADO DO PARÁ**

**BELÉM
2015**

INALDO DE SOUSA SAMPAIO FILHO

**TECNOLOGIA AMBIENTAL NA GESTÃO DE RECURSOS
NATURAIS: O “VOO” TECNOLÓGICO DA FISCALIZAÇÃO
MINERAL DO ESTADO DO PARÁ**

Dissertação apresentada para obtenção de título de Mestre em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local, Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia, Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará.

Orientador: Prof. Dr. André Luís Assunção de Farias

**BELÉM
2015**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) –

Sampaio Filho, Inaldo de Sousa.

Tecnologia ambiental na gestão de recursos naturais: o “voo”
tecnológico da fiscalização mineral do estado do Pará / Inaldo de
Sousa Sampaio Filho - 2015
120 f.; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. André Luís Assunção de Farias.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo
de Meio Ambiente, Programa de Pós-graduação em Gestão dos
Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia, Belém,
2015.

1. Tecnologia ambiental. 2. Recursos naturais - conservação.
3. Mineração e recursos minerais - Pará. 4. Legislação ambiental -
Pará. I. Farias, André Luís Assunção de, *orient.* II. Título.

CDD 22. ed. 363.7098115

INALDO DE SOUSA SAMPAIO FILHO

**TECNOLOGIA AMBIENTAL NA GESTÃO DE RECURSOS
NATURAIS: O “VOO” TECNOLÓGICO DA FISCALIZAÇÃO
MINERAL DO ESTADO DO PARÁ**

Dissertação apresentada para obtenção de título de Mestre em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local, Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia, Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará.

Data de aprovação: 18 /11/ 2015

Banca Examinadora:

Prof. Dr. André Luís Assunção de Farias
Orientador – Núcleo de Meio Ambiente/UFPA

Prof. Dr. Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes
Examinador Interno - Núcleo de Meio Ambiente/UFPA

Prof. Dr. Armin Mathis
Examinador Externo – NAEA/UFPA

Dedico este trabalho à Nilda Maria Monteiro Sampaio, minha mãe, que, por toda vida, preocupou-se com minha formação como ser humano.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por ter me concedido uma segunda chance para a realização dos meus sonhos. À minha mãe, Nilda Maria Sampaio, pela criação e educação dadas, que me fizeram ser a pessoa que hoje sou. À Amanda Santos de Nazaré, pelo amor, parceria, dedicação, paciência e incentivo nos momentos de dificuldade.

Agradeço a toda minha família pela força e por sempre estarem ao meu lado. Agradeço também aos meus amigos, em especial: Luís Oliveira, Selma Solange e Marlis Elena, que se dispuseram a me ajudar na construção deste trabalho.

Agradeço ao professor e orientador André Luís Assunção de Farias – o qual, como amigo, deu-me forças para superar as dificuldades de saúde; e, como profissional, dispôs-se a me ajudar no desenvolvimento dessa pesquisa, em meio a tantas dificuldades. Agradeço também pelas suas orientações, as quais me guiaram na execução de um bom trabalho e em minha formação como pesquisador.

À coordenação e a todos aqueles que compõem o Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia – PPGEDAM, por reconhecerem a situação pela qual passei como atípica, dando-me a possibilidade e condições para concluir a pesquisa.

Ao Instituto de Ciências e Tecnologia do Pará – IFPA, de cujo quadro docente sou membro integrante, por se preocuparem com a formação continuada de seus servidores, o que me possibilitou participar do Programa de Pós-Graduação. Ao coordenador do curso de mineração, João Luiz Gouvea, pelo apoio e compreensão.

À Superintendência DNPM-PA, pelo suporte e colaboração na disponibilidade dos dados.

E a todos que, de certa forma, contribuíram para a realização desse trabalho.

“Assim surgiu o homem. Somente através do emprego de sua capacidade intelectual primitiva é que foi capaz de estabelecer relações fundamentais que o auxiliaria a modificar o meio, empregando uma técnica até então inexistente.”

Estefano Veraszto.

“Basicamente, a Gestão significa influenciar a ação. Gestão é sobre ajudar as organizações e as unidades fazerem o que tem que ser feito, o que significa ação.”

Henry Mintzberg

RESUMO

As características da tecnologia dos veículos aéreos não tripulados (VANTs) potencializam sua utilização para usos civis nas mais diversas áreas. Vislumbrando a potencialidade do uso desta tecnologia na área de fiscalização mineral, esta foi adquirida por parte do órgão de competência federal na outorga e fiscalização mineral do estado do Pará. Entretanto, a disponibilidade e o fato de adquirir a referida tecnologia não são suficientes para o êxito na sua utilização. O sucesso ou fracasso está diretamente relacionado com a forma que essa tecnologia é gerida. A presente pesquisa objetivou a análise do processo de incorporação dessa tecnologia como ferramenta de fiscalização mineral pelo Departamento Nacional de Produção Mineral do Estado do Pará (DNPM-PA). Para tanto, utilizou abordagem metodológica baseada nos processos de gestão de inovação tecnológica de Nuchera, *Fundación* COTEC e Tidd e Bessant. Em relação aos procedimentos da pesquisa, foram realizados levantamentos bibliográfico e documental, entrevistas, bem como aplicação de questionários livres para estudo de caso. O desenvolvimento da pesquisa demonstrou que, apesar da potencialidade dos VANTs como ferramenta de fiscalização mineral, a tecnologia não está sendo incorporada de forma estratégica no estado do Pará. Destaca-se que a fiscalização é parte fundamental na gestão de recursos naturais, atuando no controle e monitoramento de impactos ambientais oriundos da atividade de mineração, e que a difusão desta tecnologia contribuirá no fortalecimento das ações de fiscalização no estado, desde que a inserção dos VANTs seja realizada dentro dos conceitos de gestão de inovação tecnológica.

Palavras-chave: Incorporação dos VANTs. Gestão de inovação tecnológica. Fiscalização mineral.

ABSTRACT

The technology features of unmanned aerial vehicles (UAVs) potentiate its civil use in several areas. Glimpsing the potential use in mineral inspection area of this technology, it was acquired by the federal competence agency in the granting and mineral inspection of Pará State. However, the availability and the fact to acquire such technology are not sufficient for success in their use. The success or failure is directly related to the way that this technology is managed. This research aimed to analyze the process of incorporating this technology as mineral inspection tool by the National Mineral Production Department of Pará State (DNPM-PA). For this purpose, used methodological approach based on technological innovation management processes of Nuchera, COTEC Foundation and Tidd and Bessant. About the research procedures, bibliographical and documentary surveys were conducted, interviews and application of free questionnaires for case study. The research development showed that, despite the potential of UAVs as mineral inspection tool, the technology is not getting incorporated strategically of Pará State. Stands out that the inspection is a fundamental part in the natural resources management, acting on the control and monitoring of environmental impacts from the mining activity, and that the spread of this technology will contribute to the strengthening of inspection activities in the state, since the insertion of UAVs is performed within the technological innovation management concepts.

Key-words: Incorporation of UAVs. Technological innovation management. Mineral inspection.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Funções ativas e passivas -Modelo Nuchera 1999.....	35
Quadro 1 - Correlação funções/ferramentas - Modelo Nuchera 1999.....	39
Figura 2 - Elementos - Modelo COTEC 1999.....	40
Figura 3 - Modelo Tidd e Bessant 2015.	43
Figura 4 - Questões fundamentais na fase de seleção.	44
Figura 5 - Elementos fundamentais na fase de implementação.....	45
Quadro 2- Classificação VANTs usos civis.	56
Figura 6 - Características modelo VANT	56
Quadro 3 - Documentos utilizados na pesquisa documental.....	58
Quadro 4 - Modelos de VANTs utilizados na atividade de mineração.....	67
Quadro 5 - Entraves processo de fiscalização e potencialidade do uso de VANTs. .	68

LISTA DE SIGLAS

VANT	Veículos Aéreos Não Tripulados
PIB	Produto Interno Bruto
DNPM	Departamento de Produção Mineral
SEDEME	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Mineração e Energia
PA	Pará
PMOK	Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Project Management Body of Knowledge)
PMI	<i>Project Management Institute</i>
DDT	Dicloro Difenil Tricloroetano
OECD	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i>
CEIM	<i>Confederación Empresarial de Madrid</i>
GdTi	<i>Gestión de Tecnología e Innovación</i>
DAFO	<i>Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades.</i>
ANAIN	<i>Agencia Navarra De Innovación</i>
MME	Ministério de Minas e Energias
DF	Distrito Federal
UNB	Universidade Nacional de Brasília
UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
AIC	Circular de Informações Aéreas
RPA	<i>Remotely Piloted Aircraft,</i>
ARP	Aeronave Remotamente Pilotada
ERP	Estação Remota de Pilotagem
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
RPAS	<i>Remotely Piloted Aircraft Systems</i>
Km	Quilômetros
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
CSMA	Conselho Superior do Meio Ambiente

CONAMA.	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CF	Constituição Federal
NRM	Normas Reguladoras de Mineração
CGU	Controladoria Geral da União
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
PRAD	Planos de Recuperação de Áreas Degradadas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 TECNOLOGIA: CONSTRUINDO UM CONCEITO DE TECNOLOGIA AMBIENTAL E SEU GERENCIAMENTO	17
2.1 TECNOLOGIA E SUAS CONCEPÇÕES.....	18
2.2 TECNOLOGIA, DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE	22
2.3 TECNOLOGIAS AMBIENTAIS	26
2.4 GESTÃO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA	28
2.4.1 Aspectos gerais da gestão de inovação tecnológica	31
2.4.2 Funções e processos gestão de inovação	34
2.4.2.1 Processo de gestão de inovação – Modelo de Nuchera 1999.....	35
2.4.2.2 Processo de gestão de inovação – Modelo <i>Fundación</i> COTEC	39
2.4.2.3 Processo de gestão de inovação – Modelo Tidd e Bessant 2015	42
2.4.3 Projeto de gestão.....	47
2.4.3.1 Ciclo de vida do projeto	48
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	52
3.1 TIPO DA PESQUISA	52
3.2 MÉTODO APLICADO	53
3.3 ÁREA DE ESTUDO	53
3.4 OBJETO DA PESQUISA	54
3.5 DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE COLETAS DE DADOS	57
3.6 ANÁLISE DOS DADOS	59
4 FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL E MINERAL	60
4.1 FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL ASPECTOS LEGAIS	60
4.2 FISCALIZAÇÃO MINERAL NO CONTEXTO AMBIENTAL.....	63
4.2.1 VANTs na fiscalização mineral	66
5 PROJETO VANT DNPM-PA	72
5.1 PROJETO VANT SUPERINTENDÊNCIA DNPM-PARÁ	74
5.1.1 Início do projeto	75
5.1.2 Organização e preparação	76
5.1.3 Execução do projeto.....	78
5.1.4 Encerramento.....	81
5.2 GUIA INCORPORAÇÃO VANT	83
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
REFERÊNCIAS	89
APÊNDICES.....	95
APÊNDICE A - GUIA VANT.....	96

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico pode ser visto como um dos maiores desafios na potencialização de mudanças significativas para a humanidade. O homem, modificando a natureza em busca de melhores condições de vida para seu grupo, apresenta-se diretamente ligado às tecnologias, tanto do ponto de vista do desenvolvimento de conhecimento teórico, quanto no processo de desenvolvimento prático (técnicas) (ANDRADE, 2004).

A evolução das técnicas desenvolvidas pelo homem – primordialmente para fins de consumo, buscando sanar as necessidades sociais de bem-estar e, posteriormente, alcançar melhores resultados dentro da competição econômica no mercado capitalista – culminou no uso desenfreado de recursos naturais e na necessidade de uma nova forma de administração desses recursos, em resposta à crise socioambiental gerada por esta super exploração.

O impacto da tecnologia em relação ao meio ambiente é, de certa forma, conflituoso e motivo de profundas discussões, pois gera posições contrárias sobre o papel desempenhado pela tecnologia no meio socioambiental.

Ao longo da história, a conservação ambiental surge como indutor na busca de tecnologias que possibilitem a manutenção dos recursos naturais. No que concerne à tecnologia dos veículos aéreos não tripulados (VANT), esta não foi concebida para tal finalidade. Entretanto, avanços no seu desenvolvimento demonstraram seu potencial no atendimento de atividades de monitoramento e controle ambiental. Atualmente, essa ferramenta se faz presente nos mais diversos segmentos e com variadas funcionalidades e aplicabilidades industriais.

Nessa perspectiva, pode-se citar a utilização dos VANT na fiscalização e monitoramento das atividades da indústria de mineração, tradicionalmente conhecida como geradora de desenvolvimento econômico, além de ser uma atividade responsável por inúmeros impactos negativos ao meio ambiente. Os referidos impactos são acentuados quando deparados com processos de fiscalização e de controle ambiental incipientes.

Tomando como base o estado do Pará, que detém em seu território, como uma de suas principais riquezas a diversidade mineral, fornecendo recursos para os mais diversos segmentos da indústria, e apresentando-se como o detentor

do segundo maior PIB mineral do país, ficando atrás apenas do estado de Minas Gerais (SUMARIO MINERAL, 2013), torna-se pertinente o aperfeiçoamento ou a criação de técnicas que possam atender às necessidades econômicas e socioambientais em potencial para a administração deste recurso do Estado.

Assim, a fiscalização como ferramenta de gestão dos recursos naturais das áreas mineradas é parte fundamental na conservação e manutenção do ambiente. No que se refere à praticidade e realização do processo de fiscalização minerária no Estado do Pará, esta se depara com dificuldades, como a vasta extensão territorial, quadro pessoal técnico reduzido, além da dificuldade de acesso em determinadas regiões do estado.

Cientes de tais dificuldades, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Mineração e Energia (SEDEME) buscam intensificar e tornar mais eficaz a fiscalização mineral no estado mediante à inserção tecnológica, fazendo o uso de veículos aéreos não tripulados (VANT). Por se tratar de um equipamento operado a distância, capaz de capturar imagens georreferenciadas por meio de câmeras de alta precisão, tal veículo permite, ao processá-las através de softwares, fornecer informações mais rápidas e, com custos menos elevados, em relação a outras plataformas de aquisição de imagens comumente empregadas.

Apesar de a incorporação do VANT ser realizada pelos dois órgãos acima citados, o objeto desta pesquisa será a incorporação, por parte, apenas, do DNPM-PA. A não inclusão da SEDEME se justifica pela reforma administrativa que o Governo do Pará implementou no início do ano de 2015, o que implicou em mudança na secretaria competente à mineração do estado. Fica-se, assim, para um outro momento, a abordagem sobre o estudo de caso da SEDEME.

Destaca-se que a Constituição Federal estabelece como sendo uma das competências do Departamento Nacional de Produção Mineral o controle e fiscalização da exploração mineral em seus territórios. Diante dessa determinação e tomando como base um Estado de intensa atividade mineral com características peculiares como o Pará, surge a necessidade de ações mais efetivas de caráter fiscalizatório, a fim de minimizar e controlar os impactos ambientais negativos provenientes da atividade mineral, bem como coibir e punir exploração ilegal dentro de seu território.

Neste contexto o uso da tecnologia VANT, inicialmente desenvolvida para fins militares, ganha destaque também no ramo mineral, surgindo como ferramenta com potencialidade de fortalecer as atividades de fiscalização mineral. Contudo, por se tratar de uma inovação tecnológica, sua aquisição perpassa por um processo incorporador, pautado dentro de diretrizes de gerenciamento tecnológico, visto os riscos de fracasso inerentes a esse investimento tecnológico.

Desta forma, a presente dissertação teve como problema de pesquisa o seguinte questionamento: Como os veículos aéreos não tripulados (VANTs) estão sendo incorporados na fiscalização mineral do Pará?

Para responder ao referido questionamento, a pesquisa apresentou como hipótese a seguinte afirmativa: o processo de incorporação da tecnologia do VANT por parte do DNPM-PA foi realizado de forma parcial e fragmentado, à medida que esse processo não teve um gerenciamento sistemático e estratégico dentro da superintendência do estado.

A *Fundación COTEC* destaca que a existência e a disponibilidade em si de uma tecnologia, além da possibilidade de adquiri-la, não é garantia e nem se faz suficiente para o êxito da mesma. O sucesso ou fracasso está diretamente relacionado com a forma que esta tecnologia é gerida, a empresa deve ser capaz de reconhecer sinais importantes sobre a gestão tecnológica, criar uma estratégia viável para aquisição, implantação, além de aliar uma capacidade de aprendizado com a experiência.

Portanto, justificou-se a realização de um estudo que possibilitou demonstrar como essa tecnologia pode ser utilizada em prol do controle e fiscalização mineral e se fez necessário, haja vista que se trata de uma aplicação pioneira dentro do Estado.

Ressalta-se ainda que a fiscalização é parte fundamental no controle e monitoramento de impactos ambientais, e a difusão dessa ferramenta poderá trazer inúmeras contribuições, tanto na fiscalização mineral quanto na pesquisa e controle ambiental.

Todavia, uma pesquisa deste cunho promoverá abertura para futuros trabalhos relacionados à gestão tecnológica, incentivando o processo de inovação, por parte de órgãos competentes, ao controle e fiscalização mineral/ambiental.

Nesse contexto, a presente pesquisa apresentou como objetivo principal a análise do processo de incorporação dos veículos aéreos não tripulados no

procedimento de fiscalização mineral pelo DNPM-PA, envolvendo diversas fases, como análise, planejamento, execução e conclusão do projeto; além da elaboração de um guia para a inserção desta tecnologia nos órgãos competentes à fiscalização mineral/ambiental.

O sucesso desta tecnologia, no âmbito da fiscalização mineral, dependerá do arranjo entre os atores envolvidos. De acordo com Bin e Paulino (2004), a capacidade de gerar, introduzir e difundir inovações, depende de elementos das organizações os quais devem ser considerados seus mecanismos de gestão da inovação, nível de qualificação de recursos humanos, leis e normas que estimulem a inovação.

A abordagem metodológica da pesquisa, de cunho exploratório, objetivou proporcionar uma visão geral acerca do processo de incorporação da tecnologia ambiental. Para tal, foi tomado como referência o autor Kuehr (2007), de modo a categorizar a tecnologia ambiental e a ela atribuir a tipologia de tecnologia de mensuração, na qual enquadrou-se o VANT dessa pesquisa.

Ademais, a pesquisa discorreu com enfoque em um levantamento bibliográfico e documental, bem como aplicação de questionários livres para estudo de caso e a posterior análise do projeto de incorporação do VANT pelo DNPM-PA, pautado em um guia de conhecimento em gerenciamento de projetos (PMBOK) do *Project Management Institute (PMI)*.

A presente dissertação está estruturada neste momento introdutório, onde se apresenta o tema, problema e hipótese da pesquisa, assim como objetivos, justificativa e a relevância da mesma. Em sequência, é dividida em capítulos e uma parte relativa à sua conclusão.

No primeiro capítulo, apresentam-se as concepções do termo tecnologia, definindo qual conceito será adotado. Em seguida, destaca-se a relação entre tecnologia, desenvolvimento econômico e meio ambiente, além da ênfase para a terminologia das tecnologias ambientais; e, por fim, uma abordagem de definições, características e modelos de gestão da inovação tecnológica.

O segundo capítulo detalha os caminhos metodológicos da pesquisa, focando no método monográfico, que tem por característica principal um estudo de caso, que possibilite o alcance de um resultado representativo e aplicável a processos de mesma natureza ou similares, executado por meio de uma pesquisa

documental e análises de questionários. Traz também a descrição dos procedimentos de coleta de dados desde a primeira à última etapa.

No terceiro capítulo, abordam-se os aspectos da fiscalização como ferramenta de gestão de recursos naturais, destacando os possíveis cenários de atuação dos veículos aéreos não tripulados na atividade de fiscalização mineral.

O quarto e último capítulo apresenta a análise e discussões dos resultados da presente pesquisa, culminando na elaboração de um Guia com diretrizes para a inserção desta tecnologia como ferramenta de fiscalização mineral/ambiental.

Por fim, a última parte da dissertação se refere às considerações finais, ressaltando a importância de uma gestão de inovação adequada para fins de eficiência e sucesso da tecnologia dos veículos aéreos não tripulados como ferramenta dentro do processo de fiscalização mineral.

2 TECNOLOGIA: CONSTRUINDO UM CONCEITO DE TECNOLOGIA AMBIENTAL E SEU GERENCIAMENTO

Para Veraszto et al. (2009), a história da tecnologia é complexa e faz parte, de forma intrínseca, da evolução histórica do homem, contribuindo no desenvolvimento e progresso da sociedade. A tecnologia possui ramificações diversas e diferentes concepções.

Quando relacionada à conservação dos recursos naturais, a tecnologia possui, na sua essência, uma forte tendência a desencadear impactos negativos ao meio ambiente; haja vista a quantidade de problemas ambientais gerados a partir da inserção de novas tecnologias em prol da satisfação das aspirações de uma sociedade, em sua maioria consumista e aparentemente despreocupada com os danos causados ao meio ambiente.

Esse caráter desmedido da tecnologia, e estreitamente ligado ao desenvolvimento econômico, passa a ser confrontado à medida que surge um posicionamento mais racional, ao que se refere a utilização dos recursos naturais por parte da sociedade.

Dessa forma, a qualidade e a manutenção ambiental se inserem no processo de produção e passam a ser vistas, pelas empresas, como um diferencial de seus produtos; visto que produtos desenvolvidos e fabricados a partir de tecnologias limpas se tornariam mais competitivos no mercado, dentro dessa nova visão ambiental da sociedade.

As empresas passaram, assim, a buscar dentro de seu processo produtivo tecnologias com padrões ambientalmente aceitáveis pela sociedade, diante do uso racional dos recursos naturais e com a minimização de impactos prejudiciais ao meio ambiente.

A utilização das tecnologias, independente da sua natureza, requer um gerenciamento adequado, com a utilização de funções e processos que norteiem o seu uso e as tornem tecnologias mais eficazes, alcançando os objetivos pré-estabelecidos.

Perante o exposto, o referencial teórico da presente dissertação foi realizado partindo das concepções do termo tecnologia, com posterior contextualização da relação histórica da tecnologia diante o crescimento econômico

e os preceitos socioambientais. Adiante foi pautada em um estudo, que possibilitou o enquadramento dos VANTs como uma tecnologia ambiental e, por fim, balizou-se na abordagem da gestão da inovação tecnológica.

2.1 TECNOLOGIA E SUAS CONCEPÇÕES

Primeiramente, é preciso que se saiba o significado da palavra *tecnologia*, oriundo da junção do termo *tecno* (do grego *techné*): saber *fazer*, e *logia* (do grego *Logus*): *razão*; sendo, portanto, “a razão do saber fazer”. Fez-se necessário para o melhor embasamento deste trabalho, uma conceituação inerente a esse termo. Para isto, fundamentou-se nos estudos de Estéfano Vizconde Veraszto, que propõe uma definição para *tecnologia* com bases nas distintas concepções permeadas ao termo, ao longo da história humana.

Para Veraszto (2009a), os primeiros sinais de técnicas utilizadas pelo homem evidenciaram-se na utilização de objetos encontrados na natureza por nossos antepassados primitivos. Tais objetos funcionavam como extensões inéditas dos membros dos referidos primitivos. Entretanto, como não havia a intenção de modificar ou melhorar esses instrumentos, o homem ainda carecia um lampejo do intelecto para que mudanças significativas fossem empreendidas.

A partir do momento que o homem demonstra sua capacidade intelectual primitiva, foi capaz de modificar o meio, empregando uma técnica ainda não existente. Aliou-se, assim, o pensamento com capacidade de transformação, este processo de mudança norteou o progresso, dando início ao desenvolvimento científico e tecnológico (VERASTO, 2009a).

Desta forma, é com o homem que as técnicas iniciam seu desenvolvimento, a manifestação do intelecto humano, na forma de sabedoria; propicia a invenção de novos mecanismos, muito diferente daquilo que era originalmente concebido pela natureza (VERASTO, 2009a).

Segundo Verasto (2009a), os primeiros artefatos concebidos e produzidos pelo homem já correspondiam a um saber-fazer: uma tecnologia, visto que esses *instrumentos tecnológicos*, podendo assim serem *denominados estes artefatos*, representavam estratégias e a organização de um grupo para cumprir um propósito particular.

Assim, a tecnologia se inicia no momento em que o homem descobre que era possível modificar a natureza para melhorar as condições de seu grupo, o que subsidia a proposição de Veraszto (2009a, p.25), onde, para este, a referida palavra existia muito antes dos conhecimentos científicos, muito antes que homens, embasados em teorias pudessem começar o processo de transformação e controle da natureza.

O termo analisado é inerente ao homem e está presente dentro do processo criador da humanidade e que, ao longo dos anos, agrega uma fonte de conhecimentos próprios, passando por um processo de continua transmutação, sendo motivo de profundas discussões sobre a diversidade de interpretações das suas concepções (VERASZTO, 2009a).

E, nessa perspectiva, considerando a existência de inúmeras concepções e ramificações intrínsecas ao termo *tecnologia* e seu desenvolvimento, é que apresentamos uma síntese realizada por Estéfano Veraszto, com as principais classificações atribuídas à tecnologia. Ressaltamos que essa se fez pertinente à presente pesquisa porque, a partir do conhecimento dessas concepções, é que se tornou possível a discussão sobre a conceituação do termo pelo autor, a qual foi adotada para nortear a presente dissertação.

A primeira concepção abordada por Veraszto refere-se à tecnologia *intelectualista*: a qual é compreendida como um conhecimento prático, derivado exclusivamente do conhecimento teórico científico por meio de processos progressivos e acumulativos, em que teorias cada vez mais amplas substituem as anteriores. Muitas vezes essa tecnologia é vista como uma simples aplicação do conhecimento científico através da atividade prática, com particular referência aos diversos procedimentos para a transformação das matérias-primas em produtos de uso ou de consumo. (VERASZTO,2009a).

A *tecnologia como sinônimo de ciência*: que é comumente definida como uma Ciência Natural e Matemática, com suas lógicas e formas de produção e concepção (VERASZTO, 2009a). Em um modelo hierárquico, muitos costumam colocá-la como uma mera subordinada das ciências. Por diversas vezes, é concebida como uma simples aplicação do conhecimento científico através da atividade prática, com particular referência aos diversos procedimentos para a transformação das matérias-primas em produtos de uso ou de consumo, chegando

até mesmo a defini-la como a ciência da aplicação do conhecimento para fins práticos, da ciência aplicada (ACEVEDO, 1998).

Tecnologia e a concepção de neutralidade: afirma que esta não é boa nem má. Seu uso é que pode ser inadequado. Seria o mesmo que dizer que a tecnologia está isenta de qualquer tipo de interesse particular, tanto em sua concepção e desenvolvimento como nos resultados finais (CARRERA, 2001; GÓMEZ, 2001; OSORIO, 2002 apud VERASZTO, 2009a).

Concepção do determinismo tecnológico: é a imagem da tecnologia autônoma e fora do controle humano e que se desenvolve, segundo lógica própria, aparecendo associada a uma concepção determinista das relações entre tecnologia e sociedade, onde a primeira segue um caminho fixo, não podendo ser alterado o domínio que impõe à segunda. (CARRERA, 2001; GÓMEZ, 2001; OSORIO, 2002 apud VERASZTO, 2009a).

Tecnologia e a concepção de universalidade: entende-se como sendo algo universal; um mesmo produto, serviço ou artefato poderia surgir em qualquer local e, conseqüentemente, ser útil em qualquer contexto, não requerendo uma contextualização social (GORDILLO e GALBARTE apud VERASZTO, 2009a).

Tecnologia utilitarista: é considerada um sinônimo de *técnica*. Ou seja, o processo envolvido em sua elaboração em nada se relaciona com a tecnologia, apenas a sua finalidade e utilização são pontos levados em consideração. (ACEVEDO DÍAZ apud VERASZTO, 2009).

Tecnologia instrumentalista: é aquela vista, por vezes utilizada em nosso cotidiano, e a que se encontrasse mais presente no senso comum da sociedade. É entendida como simples ferramentas ou artefatos construídos para uma diversidade de tarefas (VERASZTO, 2009a). Para Veraszto (2009), este caráter instrumental da tecnologia, por vezes, foi relacionado como elemento básico de uma concepção tradicional do termo.

Por fim, Veraszto aborda uma nova concepção da tecnologia, a *sociosistema*: que a compreende de uma forma alternativa, sendo um novo conceito que subsidia a relação entre a demanda social, a sua produção, com a política e economia. Essa nova concepção e as novas perspectivas que se inserem nos estudos de caráter social da tecnologia refletem mudanças no próprio conceito desse termo (Veraszto, 2009a). Desta forma, há ênfase na priorização do processo interativo social que conduz a tecnologia à geração de resultados e desenvolvimento

tecnológico. Para Pacey (apud VERASZTO, 2009a), a concepção sociosistema envolveria aspectos organizacionais e culturais, a exemplo de: atividade econômica e industrial, atividade profissional, usuários, consumidores, objetivos, valores, códigos éticos e códigos de comportamento.

A partir dessas concepções Veraszto (2009a, p.35), ponderou que a tecnologia deve ser considerada como um corpo sólido de conhecimentos que vai muito além de servir como uma simples aplicação de conceitos e teorias científicas ou do manejo e reconhecimentos de modernos artefatos.

Igualmente, qualificou-a como uma forma de conhecimento, que adquire aspectos e elementos específicos da atividade humana. Onde seu caráter pode ser definido pelo seu uso (Veraszto, 2009a). Ademais, o autor a distingue de ciência devido a seu modo de avaliação, já que acredita que a tecnologia vá além da ciência, combinando teoria com produção e eficácia. Este também não a considera como uma simples invenção, visto que o valor da pesquisa e da atividade tecnológica é o da utilidade e eficácia dos inventos e da eficiência no processo de produção (RODRIGUES apud VERASZTO, 2009, p.36).

Do mesmo modo, Veraszto (2009a, p.37), considera que a tecnologia é concebida em função de novas demandas e exigências sociais e acaba modificando todo um conjunto de costumes e valores e, por fim, agrega-se à cultura. O autor acrescenta que, ao constituir um elemento dentro de uma cultura, essa ciência aplicada torna-se produto da sociedade que a cria e ao ser importada pode levar uma dominação cultural.

Assim, com base nesse contexto acima disposto, Estéfano Vizconde Veraszto, assumi que tecnologia é:

um conjunto de saberes inerentes ao desenvolvimento e concepção dos instrumentos (artefatos, sistemas, processos e ambientes) criados pelo homem através da história para satisfazer suas necessidades e requerimentos pessoais e coletivos(VERASTO, 2009a, p.38).

Posto em destaque a definição de Veraszto e as concepções abordadas pelo autor, permite-nos considerar que a tecnologia, suas concepções e tipologias estão intrinsecamente relacionadas ao homem, à sua forma de pensar, fazer conhecimento e o pôr em prática. Isto, por sua vez, pode ser visto como intermédio de relações sociais, interferindo diretamente no meio, com propósito de uma necessidade social.

Haja vista que a especificidade dessa dissertação foi a tecnologia de cunho ambiental, entendeu-se a necessidade de abranger o contexto que permeia essa ciência aplicada, baseado na relação dos pilares através dos quais ela se desenvolveu.

2.2 TECNOLOGIA, DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE

Ao longo da história, o impacto da tecnologia em relação ao meio ambiente é, de certa forma conflituoso, provocando posições contrárias sobre o papel desempenhado pela tecnologia no meio socioambiental e motivo de profundas discussões. O primeiro, e por vezes, o principal elo dessa discussão é o desenvolvimento econômico.

Este, por sua vez, está intrinsecamente ligado à capacidade do homem gerar novas tecnologias e inseri-las no mercado, tornando os produtos mais competitivos constituindo um fator primordial nas transformações econômicas e desempenho financeiro. Um dos percussores deste pensamento, o economista Joseph Alois Schumpeter teve destaque considerável no que tange à relação entre tecnologia e desenvolvimento econômico.

Para Schumpeter, a inovação tecnológica propulsiona o desenvolvimento econômico. A premissa defendida pelo economista passa a ser amplamente debatida a partir do início do século XX, sendo amadurecida, com passar dos anos, por meio de novas teorias de crescimento econômico ligadas ao tema *tecnologia* (VARELLA et al., 2002).

Este pressuposto de que a tecnologia era a mola propulsora do desenvolvimento fez com que ela se desenvolvesse de forma rápida; o que acarretou um papel de destaque dentro da nova dinâmica do processo de industrialização.

O desenvolvimento econômico sob a visão de Schumpeter marcou um otimismo entre a relação das possibilidades técnicas a serem implementadas através de novas tecnologias e o progresso oriundo de tal inserção ao meio socioeconômico. A incorporação tecnológica tornava-se ferramenta crucial em ganhos de competitividade e sobrevivência para as empresas (ENGEL, 2011).

Como consequência dessa elaboração, há sobreposição da produção em grande escala perante a de pequena escala no processo industrial. Adotam-se

maiores números de maquinários no processo produtivo, além do adjunto de melhores condições técnicas, por conseguinte uma maior variedade de produtos disponíveis para sociedade e satisfação do bem-estar (DE PAULA et al., 2002).

A aceleração no surgimento de novos produtos e serviços disponíveis, a partir do avanço tecnológico aderente, superava a capacidade de absorção dessas novidades por parte da sociedade. Produtos eram rapidamente substituídos por outros, por causa das promessas de novos recursos (VERASZTO et al., 2001).

Schumpeter descreveu que esse processo da substituição de antigos produtos e hábitos de consumir por novos, como “destruição criadora” e que, via de regra, cabia ao produtor “ensinar” aos consumidores para que desejem novas coisas, ou produtos diferentes dos habitualmente consumidos (DA COSTA, 1982, p. 8).

Para Ely (1990), a evolução tecnológica, como foco na expansão de variedades dos produtos e de serviços disponíveis para o consumo, elevava a taxa de obsolescência, pressionando o descarte de resíduos. Produtos duráveis acabaram se tornando descartáveis, o que aumentou muito a necessidade de utilização de recursos naturais (ZANATTA, 2013, p. 2).

Lustosa (2011, p.112), aborda que o desenvolvimento tecnológico baseado no uso intenso de matérias-primas e energia intensificou a velocidade da utilização de recursos naturais. Entretanto, a princípio, este fato não era motivo de preocupação dada à abundância desses recursos.

Todavia, a tecnologia, como ferramenta para facilitar ao homem a exploração e dominação da natureza, em virtude do seu bem-estar, era vista como sinônimo de progresso pela sociedade e um bem inegável a todos (ANGOTTI e AUTH, 2001). Deste modo, era implementado o discurso que a tecnologia estava a serviço do bem-estar social, engrandecendo as vantagens e benefícios.

Para Furtado (1974), a tecnologia incorporada nos bens de capitais nos primórdios da industrialização atendia uma classe restrita modernizada e era excludente com as demais classes. Na prática, a exploração desenfreada dos recursos naturais com base nessa ciência aplicada não beneficiava a todos. O que se identificava era o agravamento das condições das classes populares mais desfavorecidas e problemas ambientais cada vez mais visíveis.

Assim, visto que os fatores de acúmulo de poluentes, degradação de corpos hídricos, alteração da qualidade do ar e solo, quantidades de rejeitos gerados

pelos processos produtivos indicavam que o meio ambiente não possuía a capacidade de suporte antes vislumbrada. O consenso, anteriormente existido, da ideia proeminente da inserção tecnológica e seus benefícios começara a ser posto em dúvida no âmbito acadêmico científico (LUSTOSA, 2011).

No período Pós-Segunda Guerra Mundial, uma visão pessimista começara a ser adotada. A quantidade de mortos, devido ao domínio da energia nuclear por parte do ser humano, fez com que surgissem atitudes mais críticas e cautelosas a respeito do uso da tecnologia (VERASZTO et al., 2009).

A partir do final dos anos 60 e início dos anos 70, difunde-se, de forma mais ampla, as posturas contra os efeitos colaterais da tecnologia. A partir do Clube de Roma, um discurso ambientalista é implantado, acarretando em questionamento sobre os rumos tecnológicos (REES apud CORAZZA, 2005).

Carson (apud REIS, 2012, p. 24), através de seu livro Primavera Silenciosa de 1962, denunciou o impacto negativo ambiental e para a saúde humana na utilização do inseticida agroquímico Dicloro Difenil Tricloroetano – DDT. Isso problematizou, junto ao público, o padrão tecnológico da agricultura industrial desenvolvido e disseminado até então para o mundo.

Diante desta exposição feita por Carson, adquire-se proeminência, por parte da sociedade, que o desenvolvimento tecnológico não produz reflexos tão positivos na manutenção dos recursos naturais, causando uma ampla desconfiança nas premissas da inovação tecnológica em relação à questão ambiental. A concepção exultante da função da tecnologia passava, então, a ser questionada pela sociedade e não mais apenas pela comunidade científica.

Em 1972, outra obra importante foi publicada. Trata-se do relatório “Limite do Crescimento”, que tinha como executor principal Dennis Meadows. Nessa obra, o autor alertava a respeito das consequências que o meio ambiente estava submetido proveniente de tecnologias desenvolvidas a fim de aumentar o bem-estar social (MEADOWS et al., 1972).

O relatório teve destaque global, instigando debates sobre os limites do crescimento, e gerou posições contrárias sobre o papel da tecnologia. Uma corrente mais pessimista defendia que o desenvolvimento tecnológico era o problema; enquanto que os otimistas acreditavam que, por meio do progresso técnico, a crise ambiental poderia ser amenizada (REIS, 2012).

Com base nessa corrente mais otimista, ao longo dos anos 70 e em resposta às demandas do movimento ambientalista, diversos países iniciaram vários investimentos em tecnologias e alternativas, as quais não prejudicassem, de forma tão intensa, o meio ambiente (FORAY e GRÜBLER, 1996).

Era reconhecido que a tecnologia gerou impactos sem precedentes sobre o meio ambiente. Mas, a partir dos anos 80, percebe-se que esta poderia ser a solução para problemas ambientais, desde que houvesse uma mudança ética e moral na sua concepção (LUSTOSA, 1999). Emerge desta forma uma visão mais diferenciada dessa ciência aplicada. O "paradoxo do desenvolvimento tecnológico" descreve a tecnologia como de uma natureza dupla com respeito ao meio ambiente (GRAY apud FORAY e GRÜBLER, 1996).

Reflexo desse pensamento, debates de cunhos ambientais foram permeados na dicotomia do papel desenvolvido pela tecnologia. Afinal, essa é prejudicial ou benéfica a condição sócio ambiental? Ely (1990), destaca que a mudança tecnológica, tal como o crescimento da riqueza, é uma espada de dois gumes: ela pode servir tanto para melhorar como para prejudicar a qualidade ambiental.

Da mesma forma, Dos Santos e Romeiro (2008, p.7), defendem que o desenvolvimento técnico, por um lado, causa inúmeros danos ambientais, por outro, a proteção ambiental pode ser, em grande parte, obtida através do desenvolvimento de técnicas adequadas.

A tecnologia, até então, vista como vilã ambiental, passou a ser enxergada também como solução para a melhoria da qualidade ambiental. A conservação ambiental passa a depender do avanço e do progresso tecnológico, pois, conforme Ely (1990), a tecnologia está fortemente associada aos padrões de produção e consumo numa sociedade, o que a torna imprescindível na sociedade moderna.

Entretanto, a premissa de melhoria da qualidade do meio ambiente com base no avanço tecnológico exige uma adequação da tecnologia perante uma realidade sócio ambiental imposta. Uma tecnologia avançada, que tenha pressuposto apenas o aumento de produtividade, sem considerar a questão dos impactos ambientais, não deve ser bem quista, não tendo razão, assim, para ser utilizada (ELY, 1990).

A tecnologia preconizada em processos mais eficientes, menos impactante de forma negativa ao meio ambiente e tendo como base a racionalidade na utilização de recursos naturais, passa a ser desejável do ponto de vista social. Lustosa (2011, p.111). Ela corrobora com tal pensamento e acrescenta que a mudança tecnológica em prol da sustentabilidade ambiental depende também de fatores como: desenvolvimento de capacidades específicas das empresas, infraestrutura e mudanças institucionais.

Foray e Grübler (1996), acrescentam que a problemática da mudança tecnológica e a transição para tecnologias menos agressivas ao meio ambiente perpassavam também pela alteração dos padrões de consumo, estilo de vida e comportamentos sociais.

Estes preceitos de um novo padrão tecnológico começavam a ser implementados a partir dos anos 90. A tecnologia passou, assim, a ser vista como um elemento capaz de viabilizar melhorias no cenário ambiental, contribuindo para a conservação, controle e recuperação ambiental e no uso mais racional e eficiente dos recursos naturais (VERASZTO et al., 2009).

2.3 TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

Hoje, em resposta às alterações ambientais, por meio de seus processos de inovação, vemos que algumas organizações estão contribuindo na formação de novas bases científicas e tecnológicas, as quais se fundamentam em preceitos de gestão ambiental, buscando contribuir para a mudança do cenário pessimista, associado ao desenvolvimento tecnológico. (BIN; PAULINO, 2004)

Em relação à fomentação dessas novas bases, que buscam trabalhar a variável ambiental sobre uma nova perspectiva e têm como princípio a conservação e recuperação ambiental, é que tomamos como fundamentação teórica os estudos feitos por Bin e Paulino (2004), e Kuehr (2007), referentes ao tema tecnologia ambiental.

O termo *tecnologia ambiental*, ou o “título de tecnologia ambiental”, assim chamado por KUEHR (2007), é explicado pelo próprio autor, como uma tecnologia que surgiu para satisfazer as exigências por tecnologias que combinassem o meio ambiente com os processos tecnológicos, em termos de conservação dos recursos

naturais. Podem apresentar-se em subclassificações que, em parte, também foram descritas por Bin e Paulino (2004), cada uma com sua própria concepção e objetivo pretendido de intervenção.

Bin e Paulino (2004), inicia a classificação com as chamadas tecnologias limpas, que são as que resultam em novos produtos ou processos que previnem impactos ambientais. Nessa mesma perspectiva KUEHR (2007), apresenta, assim por ele chamado, as tecnologias mais limpas ou de prevenção da poluição, que diz respeito às modificações empreendidas para minimizar ou, até mesmo, eliminar qualquer efeito prejudicial que um processo possa gerar no meio ambiente.

Nesse contexto, este grupo de tecnologia ambiental não nos remete ao objeto de estudo do presente trabalho. Porém, ainda sim, é representativo em meio aos desafios de internalização da variável ambiental no processo de gestão.

Desse modo, Bin e Paulino (2004), apresenta as tecnologias de final de circuito, que são aquelas que servem para remediar os impactos ambientais já existentes. Enquanto Kuehr (2007), em contexto similar, apresenta a definição de tecnologia de controle da poluição, a qual engloba o conjunto de processos e materiais os quais foram desenvolvidos para neutralizar os impactos gerados durante o ciclo produtivo, não implicando, necessariamente, modificações nos processos originais. Em outras palavras, tais tecnologias atuam no controle da poluição gerada em um determinado processo, sem alterá-lo completamente. Porém, ainda podem ocasionar impactos ambientais pela própria utilização da tecnologia, como exemplo, elevado consumo de energia.

Em função disso, Kuehr (2007), complementa a classificação, apresentando as *tecnologias ambientais de impacto nulo*, sendo aquelas que, de fato, não geram impacto algum ao meio ambiente durante seu processo de desenvolvimento e utilização. Dentro de universo mais específico, essas tecnologias podem ser observadas no campo da biotecnologia. Porém se levado em consideração um contexto de ciclo produtivo completo, sua existência é considerada utópica.

Da mesma forma, este grupo ainda não se faz representativo perante cenário ao qual se enquadra o objeto de pesquisa desta dissertação. No entanto, este segundo grupo já nos permite ter a visualização de um cenário no qual há o desenvolvimento de uma ação dentro de um processo já existente.

E é nesse sentido que se apresenta o grupo das *tecnologias instrumentais*, as quais servem para identificar, quantificar e qualificar as condições ambientais, assim como os riscos e impactos ambientais decorrentes de diferentes atividades (BIN; PAULINO, 2004, RODRIGUES, 1998, QUIRINO et al., 1999). Em cenário específico a essa tecnologia, Kuehr (2007), apresenta o conceito de *tecnologia de mensuração ambiental*, que envolve ferramentas, instrumentos, equipamentos e sistemas de gestão da informação para mensuração e controle ambiental. Portanto, fazer a análise deste grupo torna-se pertinente: basta visualizar que os veículos aéreos não tripulados, para fins de fiscalização mineral/ambiental, enquadram-se como uma tecnologia de mensuração ambiental.

Esta categoria possui como objetivo fornecer as informações necessárias sobre os desvios do equilíbrio natural, possibilitando a tomada de decisões sobre a qualidade do meio ambiente; objetiva também fornecer à humanidade informações úteis na busca por alternativas ambientais.

É importante frisar que Kuehr (2007), afirma que as tecnologias ambientais não são técnicas ou processos individualizados, mas sim sistemas completos, que incluem procedimentos, produtos, serviços e equipamentos, bem como os procedimentos organizacionais e gerenciais.

Assim, a tecnologia de mensuração ambiental contrasta com suas congêneres por não focar especificamente na remediação dos impactos produzidos sobre o ambiente natural; mas, sim, por subsidiar o desenvolvimento de processos que levam ao entendimento de como o meio ambiente se comporta e vem se alterando, e quais são as melhores alternativas para minimizar os impactos dessas alterações em vista da qualidade de vida da população.

2.4 GESTÃO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Nesta fase do trabalho, são abordados elementos da gestão de inovação tecnológica relevantes para a incorporação, de forma eficaz, de uma determinada tecnologia, sendo apresentados os momentos de um processo de inovação, assim como as técnicas-chaves para o sucesso da ciência aplicada em questão. Inicialmente, fez-se necessário a definição de conceitos de gestão, inovação e gestão tecnológica no contexto do trabalho desenvolvido.

O entendimento do termo *gestão*, de origem do latim *gestio*, conforme Dicionário de Língua Portuguesa Aurélio, decorre o ato “de gerir”, “de administrar”. Para Cantú e Zapata (2006), o ato de gestar é uma forma mais heterodoxa e audaciosa de administrar.

Gestão é tomar medidas que torna possível a realização de uma operação. No contexto de inovação, conforme observado por Ospina (apud CANTÚ E ZAPATA, 2006), esse termo possui uma conotação para uma orientação mais ativa na solução dos problemas deparados e um direcionamento de ações criativas, sendo capaz de conduzir os mais diversos sistemas e processos.

Para Tidd e Bessant (2015), *inovação* é o processo de transformar as oportunidades em novas ideias que tenham amplo uso prático.

O Manual de OSLO (2005), da *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD), define *inovação* como a introdução de um produto (bem ou serviço), novo ou significativamente melhorado, um processo, um novo método de marketing ou um novo método organizacional nas práticas internas da empresa, na organização do local de trabalho ou relações externas.

Conforme *Fundación COTEC* (1999), a inovação melhora eficiência, acarreta mudanças significativas nos produtos e processos das empresas, fazendo que estas galguem para um nível mais elevado de competitividade, possibilitando a entrada em novas áreas de negócio.

Diante das definições, é possível retratar uma relação entre a inovação e desenvolvimento econômico. Conforme já abordado em tópico anterior, Schumpeter foi um dos primeiros a destacar a importância do ato de inovar como força motriz para o desenvolvimento econômico.

O referido autor aborda a inovação como uma função da atividade empresarial, onde ocorrem “novas combinações” dos recursos existentes, dos fatores de produção, de novos produtos e serviços, introduzindo novos processos de produção, comercialização e organização empresarial (DIACONU, 2001).

As “novas combinações” abordadas por Schumpeter são vistas para Montejo (2006), como mudanças baseadas em conhecimento dentro de: processos, produtos ou serviços, que gerem valor aos diversos atores envolvidos nesse processo. Segundo o autor, *inovação* está relacionada à meta de geração de valor. Caso tal objetivo não seja alcançado, pode-se dizer que foi realizada *atividade inovadora*, mas nunca uma *inovação*.

Essas mudanças em que se baseiam a inovação são alicerçadas em formas de conhecimento de naturezas diferentes, compreendendo um amplo conjunto de possíveis inovações. No presente trabalho, a conceituação de inovação terá como foco a tecnologia. Conforme Montejo (2006), a absorção de uma nova tecnologia dentro de um processo – ou que a mesma seja o produto final, bem como, o emprego de uma tecnologia já utilizada em outra atividade, porém, com novo uso em outro campo de aplicação – é considerada como inovação. Assim, com base nesse viés da tecnologia, a inovação poder ser classificada como inovação tecnológica.

A *inovação tecnológica*, definida por Vacas et al. (2003), é a aplicação de conhecimentos técnicos e científicos na solução de problemas dos diversos setores produtivos, que acarretam em mudanças nos produtos, serviços da empresa, fazendo o uso de produtos os processos baseados em tecnologia.

De acordo com CEIM (2001), a inovação tecnológica pode ser decorrência de dois fatores: o primeiro é o efeito do aumento de conhecimento, que permite desenvolver novos produtos e melhorar de forma mais eficaz e barata os sistemas de produção. O segundo fator, para lograr a inovação tecnológica, é por meio da difusão tecnológica, que consiste na aplicação de novos conhecimentos ou novidades, descobertos ou desenvolvidos por outras pessoas, a fim de alcançar uma melhoria nos produtos ou processos das empresas.

Sabe-se que as invenções postas em práticas por meio de produtos, serviços novos ou significativamente melhorados, são denominadas de *inovação de produto*, e, quando estas inovações são introduzidas no processo de produção, há uma inovação de processo. (CEIM, 2001).

As inovações de produto podem utilizar novos conhecimentos ou tecnologias ou podem basear-se em novos usos ou combinações de conhecimentos ou tecnologias existentes (MANUAL OSLO, p.57, 2005). As inovações de processo incluem métodos novos ou significativamente melhorados para a criação e a provisão de produtos/serviços. Elas podem envolver mudanças substanciais nos equipamentos e nos softwares utilizados em empresas (MANUAL OSLO, p.59, 2005).

Para uma melhor diferenciação entre inovação de produto e de processo no que diz respeito ao serviço como finalidade da inovação, algumas diretrizes são abordadas no Manual OSLO (2013, p.64):

- Se a inovação envolve características novas ou substancialmente melhoradas do serviço oferecido aos consumidores, trate-se de uma *inovação de produto*;
- Se a inovação envolve métodos, equipamentos e/ou habilidades para o desempenho de serviços novos ou substancialmente melhorados, então é uma *inovação de processo*;
- Se a inovação envolve melhorias substanciais nas características do serviço oferecido e nos métodos, equipamentos e/ou habilidades usados para seu desempenho, ela é uma *inovação tanto de produto como de processo*.

Independente da caracterização de inovação de produto ou de processo, a inovação tecnológica deve ser pautada em atividades que incluem: pesquisa e desenvolvimento; aquisição e geração de novos conhecimentos para empresa que estejam relacionados com a implementação da inovação tecnológica (marcas, patentes, *know-how*, licenças, projetos, software, máquinas, equipamentos, ferramentas), treinamento pessoal (VACAS et al., 2003).

Uma inovação tecnológica bem-sucedida implicará em agregação de valor para produtos, processos para a empresa inovadora. Entretanto, o fato de incorporar ou adquirir uma determinada tecnologia não é suficiente para alcançar os objetivos pré-estabelecidos. Faz-se, assim, necessário o uso de elementos, modelos, ferramentas para gerir a tecnologia em questão.

O vínculo dos termos gestão tecnológica e da inovação se justifica ao fato da tecnologia e inovação estarem intimamente ligadas, o que acarreta no uso frequente do termo *gestão da inovação tecnológica*.

Para a *Fundación COTEC*, a gestão de inovação tecnológica, por vezes é qualificada como gestão de inovação baseada na tecnologia ou simplesmente de gestão de inovação. No presente estudo, adotou-se este pressuposto, o qual a tecnologia é associada diretamente com a inovação, tal linha de pensamento é visualizada durante à abordagem posterior.

2.4.1 Aspectos gerais da gestão de inovação tecnológica

Para Nuchera (1999), *gestão de inovação tecnológica* é o processo de gerenciar todas as atividades que capacitem a empresa para fazer o uso mais eficiente de tecnologias geradas, internamente ou adquiridas de terceiros.

A *Fundación COTEC* (1999), discorre a respeito da gestão da tecnologia como uma prática essencial para qualquer empresa. Destaca que, através da gestão, as operações podem ser realizadas de modo mais eficaz e que a empresa pode se desenvolver estrategicamente, fortalecendo seus recursos, seu *know-how* e suas capacidades.

Ademais, possibilita uma gestão ambiental e uma gestão de boa qualidade. O que permite, de forma mais adequada, a introdução de produtos, novos serviços ou melhorados, nas mais diversas atividades, reduzindo os riscos, incertezas e aumentando a flexibilidade e a capacidade de resposta das empresas (*FUNDACIÓN COTEC*, 1999).

A gestão de inovação perpassa da ideia de estruturar, de forma estratégica e sistemática, os procedimentos e recursos disponíveis na empresa, para que o processo de inovação não seja algo impensado e desarticulado dentro da empresa (FUCK e VILHA, 2011). Assim, a gestão da inovação torna-se uma ferramenta de gestão de primeira grandeza, capaz de contribuir substancialmente para o sucesso e desenvolvimento da empresa e, em geral, para qualquer organização (AIN et al., 2008, p.7).

Para Deitos (2002), a gestão da tecnologia inclui todas as ferramentas, atividades necessárias na capacitação da empresa, que a possibilite gerir e otimizar a utilização dos recursos tecnológicos disponíveis, gerados tanto interna quanto externamente.

Do mesmo modo, Da Silva (2002), discorre que a gestão da tecnologia envolve um contexto multidisciplinar no gerenciamento e operacionalização dos aspectos tecnológicos dentro das organizações, e se faz importante, no sentido desta, abordar os fatores que podem conduzir ao êxito a incorporação tecnológica por parte das empresas.

Gerir corretamente uma tecnologia envolve: conhecer o mercado, as tendências tecnológicas; adquirir de forma mais vantajosa as tecnologias disponíveis; garantir recursos para seu desenvolvimento e utilização; reagir aos imprevistos e otimizar o rendimento dos processos (VACAS et al., 2003).

Conforme Deitos (2002), é necessário um ambiente com condições favoráveis, juntamente com a realização de procedimentos que venham a contribuir na operacionalização eficaz da tecnologia a ser utilizada. Segundo o autor, esta abordagem dificilmente é encontrada nas empresas; as questões de cunhos

culturais, financeiros e estruturais, são destacadas por este como dificuldades deparadas na incorporação tecnológica.

Desta forma, a atividade de gestão tecnológica perpassa na compatibilidade entre os recursos disponíveis, na estruturação de determinadas funções e na utilização de técnicas e ferramentas adequadas no processo de absorção de uma determinada tecnologia (DEITOS, 2002).

Para Souza (2003), a eficiência na coexistência da tecnologia e inovação está relacionada à capacidade inerente das pessoas, como a construção de ambientes criativos, trabalho em equipe, análise de situações, melhorias continuadas e solução de problemas. Desta forma, o autor destaca que os processos de inovação tecnológica estão intimamente relacionados com ambientes organizacionais e sistêmicos propício a sua ocorrência.

Lima e Mendes (2002) enfatizam que os recursos sociais são fundamentais para que uma inovação seja bem-sucedida. A falta de algum tipo de recurso social, seja ele de caráter econômico, matérias-primas e qualificação de mão de obra, implicará na maior possibilidade de fracasso.

Ain et al. (2008) aborda que a gestão de inovação não se resume ao fato da organização adquirir uma tecnologia. Envolve a definição de um conjunto de funções de gestão adaptadas à tecnologia em questão. Portanto, durante o processo de incorporação tecnológica, a empresa deve agir na sua própria organização, adaptando seus métodos de produção, gestão e distribuição (*LIBRO VERDE DE LA INNOVACIÓN DE LA COMISIÓN EUROPEA*, 1995).

Igualmente, a *Fundación COTEC* (1999), destaca que a existência e a disponibilidade em si de uma tecnologia, além da possibilidade de adquiri-la, não são garantia e nem se fazem suficientes para o êxito da mesma. O sucesso ou fracasso está diretamente relacionado com a forma que esta tecnologia é gerida. A empresa deve ser capaz de reconhecer sinais importantes sobre a gestão tecnológica, criar uma estratégia viável para aquisição, implantação e aliar uma capacidade de aprendizado com a experiência.

Os recursos humanos, financeiros e tecnológicos devem ser planejados de forma integrada e desenvolvidos por meio de processos, já que a gestão tecnológica não se restringe exclusivamente aos aspectos tecnológicos (*FUNDACIÓN COTEC*, 1999).

Desta forma, para almejar a potencialidade de uma inovação, faz necessário que funções e processos de inovações sejam desenvolvidos pela empresa. Para Tidd e Bessant (2015), não há uma receita para inovar, devido às incertezas existentes em cada projeto. Entretanto, os processos de inovação compreendem a capacidade de transformar as incertezas em sucesso.

2.4.2 Funções e processos gestão de inovação

Os processos de gestão de inovação são atividades que permitem otimizar os recursos disponíveis, aproveitando melhor os recursos humanos, financeiros e estruturais dentro do processo de inovação (CARVALHO et al., 2011).

Estes processos têm suma importância para localizar o esforço tecnológico da organização, destacando um fluxo de conhecimento necessário para executar uma atividade tecnológica (*MODELO NACIONAL* de GdTi 2015).

Conforme já abordado, para Tidd e Bessant (2015), não há uma forma de sucesso universal para gerenciar uma inovação. Para estes, qualquer generalização de processos de inovação deve ser ajustada, considerando fatores relacionados ao tipo de inovação e características da organização.

Estes fatores ajudam a definir etapas coerentes a serem seguidas dentro do contexto da organização. Um processo coerente considera a tecnologia em questão, as competências e as atividades críticas que envolvem a empresa (CARVALHO et al., 2011).

Para Tidd e Bessant (2015), a inovação é entendida como um processo, precisando de um entendimento claro e compartilhado do que está envolvido nesse processamento e de como ele pode ser gerenciado.

A seguir, serão abordados os processos com base nos modelos propostos por: NUCHERA, 1999, *Fundación* COTEC; TIDD e BESSANT, 2015. Estes processos nos ajudaram a formular o produto dessa dissertação, assim como na análise dos resultados.

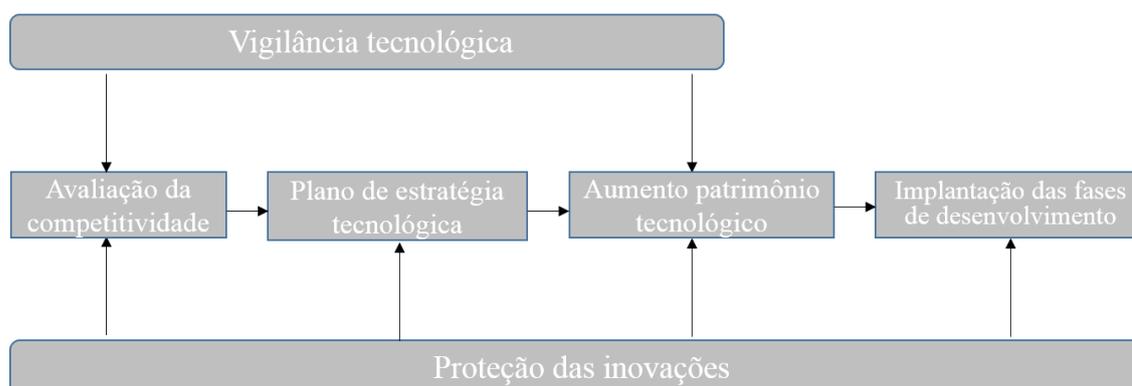
2.4.2.1 Processo de gestão de inovação – Modelo de Nuchera 1999

NUCHERA (1999), salienta que gerir de forma eficiente uma tecnologia, requer considerar todos os aspectos relacionados com a capacidade da empresa em:

- reconhecer oportunidades tecnológicas ao seu entorno;
- adquirir e desenvolver recursos tecnológicos necessários;
- assimilar as tecnologias incorporadas ao processo;
- aprender a partir da experiência adquirida.

Desta forma, alcançar o objetivo de gerir corretamente uma inovação, perpassa, conforme o autor, em um conjunto de funções ou etapas que explicitem os requisitos para este processo. No modelo de Nuchera, as funções a serem desenvolvidas para atingir uma gestão eficiente são classificadas em *funções ativas* e *funções de apoio*, ver figura 1.

Figura 1 - Funções ativas e passivas -Modelo Nuchera 1999.



Fonte: Nuchera 1999.

As funções ativas são:

i. Função de avaliação da competitividade e do potencial tecnológico próprio.

É a primeira etapa que a empresa desenvolve para poder defrontar novas estratégias de desenvolvimento. Esta se baseia em analisar suas capacidades, em mobilizar recursos tecnológicos. O plano de estratégia tecnológica a ser seguido pela empresa parte da identificação das tecnologias chaves que domina e na determinação de quão sólido é este domínio.

A identificação das tecnologias chaves pode ser realizada pelos funcionários da empresa ou por consultoria externa. Já a solidez do domínio, relaciona-se com a quantidades de funcionários especialistas na tecnologia em questão, além do nível de dependência externa.

Para que esta função seja realizada nas melhores condições, é necessário que a empresa desenvolva um inventário de seu patrimônio tecnológico e possua um sistema de monitoramento tecnológico.

ii. Função de especificação e realização de plano de estratégia tecnológica.

A estratégia de tecnologia deve expressar com clareza as opções tecnológicas da empresa. O sucesso ou fracasso da tecnologia será baseado na identificação de oportunidades e na concentração de recursos nas áreas em que a empresa possua melhores capacidades e que permitam atingir o objetivo final.

Desta forma, a estratégia de tecnologia deve definir claramente: o grau de risco envolvido na aquisição da tecnologia; o grau de intensidade do esforço tecnológico; a distribuição do orçamento a partir das opções de tecnologias disponíveis e a escolha de posição competitiva para cada tecnologia.

O plano de estratégia tecnológica deve basear-se em um período de reflexão, a partir das respostas das seguintes perguntas: em que estado estão as tecnologias que a empresa domina? Que alternativas tecnológicas são percebidas pela empresa? Quais tecnologias são desenvolvidas por concorrentes? Quais são os aspectos positivos e negativos da empresa?

Seja qual for a escolha do plano estratégico, esta deve conceber equilíbrio entre o que a empresa pretende desenvolver e os recursos disponíveis para tal.

iii. Função de aumento ou enriquecimento do patrimônio tecnológico

A primeira consideração a ser feita é que dificilmente uma empresa pode lidar sozinha com o rápido e incessante crescimento dos campos tecnológicos de seu interesse. Assim, ao mesmo tempo que se necessita de um desenvolvimento tecnológico interno, também é importante aproveitar da capacidade de centro tecnológicos externos (universidades, empresas, etc.), encontrando novas formas de conduzir e administrar tecnologia geradas por outros.

Durand (apud NUCHERA, 1999), defende que uma estratégia para valorizar o patrimônio tecnológico deve ser baseada na análise das possibilidades externas antes da decisão de realizar o desenvolvimento internamente. Dessa forma, poupa-se tempo e esforços. Admite-se que uma empresa possa sobreviver sem a capacidade de originar internamente a tecnologia, mas esta necessita dispor de contatos externos que possam lhe proporcionar as tecnologias. Ademais, ter a capacidade de usar efetivamente a tecnologia adquirida. Neste caso, exigem habilidades e competência por parte da empresa no momento da seleção e transferência da tecnologia, já que não se trata de uma mera transação de compra.

Assim, o enriquecimento do patrimônio tecnológico não consiste, na sua totalidade, em desenvolver os recursos apenas internamente. Este preza, também, que a empresa saiba como, onde e quando obter os recursos de forma externa, tendo a capacidade de saber quais elementos deverá terceirizar e quais reter internamente.

iv. Função de implantação das fases de desenvolvimento do novo produto

Dentro do processo de gestão de tecnologia, esta função desempenha um papel importante na implementação e desenvolvimento necessários para o novo produto atingir objetivo central.

Nesta etapa, deve ser dedicada atenção suficiente à infraestrutura tecnológica, à gestão da questão da mudança cultural e à resistência para com a inovação. Uma gestão eficaz dessa função exige uma estreita interação entre as diferentes atividades que constituem o desenvolvimento do produto.

Essa interação permite identificar e resolver conflitos rapidamente, possibilitando a redução de problemas, atingindo soluções e aprendizados, de forma mútua. Contudo a definição dos processos internos na empresa deve ser contínua e constante.

As funções de apoio são:

i. Vigilância tecnológica

Para Nuchera, a vigilância tecnológica constitui uma função de apoio no processo de gestão também tecnológica, sendo tão importante quanto as funções ativas desse processo. Para o autor, essa função possui dupla finalidade: a primeira

é permitir que sejam detectadas mudanças tecnológicas, comportamento dos competidores e outros sinais indicadores de oportunidades, possibilitando, deste modo a empresa evoluir; a segunda finalidade é identificar contatos externos que proporcionem à empresa tecnologias capazes de enriquecer seu patrimônio tecnológico.

Segundo Palop e Vicente (apud NUCHERA, 1999), a vigilância tecnológica deve possuir três características: ser focada, sistemática e estruturada. Focada, na seleção de fatores e indicadores passíveis de vigilância, o que resulta na economia de tempo e custos; sistemática, no sentido de ser metodologicamente organizada no objetivo de explorar, de forma regular, os indicadores selecionados; e estruturada, através de uma organização interna descentralizada, baseada na criação e operação de fluxo de redes, as quais assegurem um acompanhamento constante e a divulgação das informações.

Desta forma, o principal desafio da vigilância tecnológica reside na sua capacidade de obter, analisar, transformar e tomar decisões sobre informação tecnológica, oriunda de conhecimento externo da empresa, para contribuir dentro do processo de gestão tecnológica com maior eficiência.

ii. Proteção das inovações

O desenvolvimento de novos produtos envolve um custo elevado para as empresas. A atividade inovadora requer um elevado investimento de recursos. A perspectiva de explorar inovações e obter benefícios permite recompensar o risco assumido para iniciar o processo de gestão tecnológica.

A função proteção está presente e desempenha fator relevante em todas as funções definidas como ativas nesse processo de gestão tecnológica. Na função de avaliação de competitividade, está relacionada não só com o conhecimento do grau de proteção do seu patrimônio tecnológico, mas também com o dos seus aspectos favoráveis e desfavoráveis para realizar uma inovação. Na função de realização de plano estratégico, está relacionada com a definição interna da estratégia interna de proteção da tecnologia. Na função enriquecimento do patrimônio tecnológico, está relacionada com o conhecimento de níveis ou políticas de proteção as quais são aplicadas em organizações externas e que possam colaborar no desenvolvimento tecnológico da empresa. Por fim, na função de implantação das fases de desenvolvimentos de novos produtos, está relacionada no

sentido de evitar que a empresa infrinja uma patente ou faça uso de tecnologia pertencente a outra empresa.

Neste último caso, é válido destacar as opções, segundo Amador e Marquez (2008), que a empresa poderá utilizar uma determinada tecnologia:

- **apropriação de inovação:** patentes, direitos autorais e marca registrada;
- **marketing da tecnologia:** licenciamento de patentes e marcas;
- **desenvolvimento conjunto com um terceiro:** o acordo de consórcio a definir as regras para todos os parceiros.

O desenvolvimento das funções propostas nesse modelo de NUCHERA, 1999, necessita, conforme o autor, da aplicação de um conjunto de ferramentas que se correlacionam com as funções supracitadas. No quadro 1, a seguir, é representada a classificação destas ferramentas de acordo com a função correlata.

Quadro 1 - Correlação funções/ferramentas - Modelo Nuchera 1999

Funções	Ferramentas/Técnicas
Avaliação da competitividade	- Auditoria tecnológica
Plano de estratégia tecnológica	- Análise DAFO - Modelo das cinco forças - Matriz produto-processo - Matriz posição tecnológica
Aumento patrimônio tecnológico	- Alianças tecnológicas
Implantação das fases de desenvolvimento	- Gestão de projetos - Trabalho em equipe - Análise de valor
Vigilância tecnológica	- Benchmarking tecnológico
Proteção das inovações	- Propriedade industrial - Gestão de competências

Fonte: Nuchera 1999.

2.4.2.2 Processo de gestão de inovação – Modelo *Fundación* COTEC

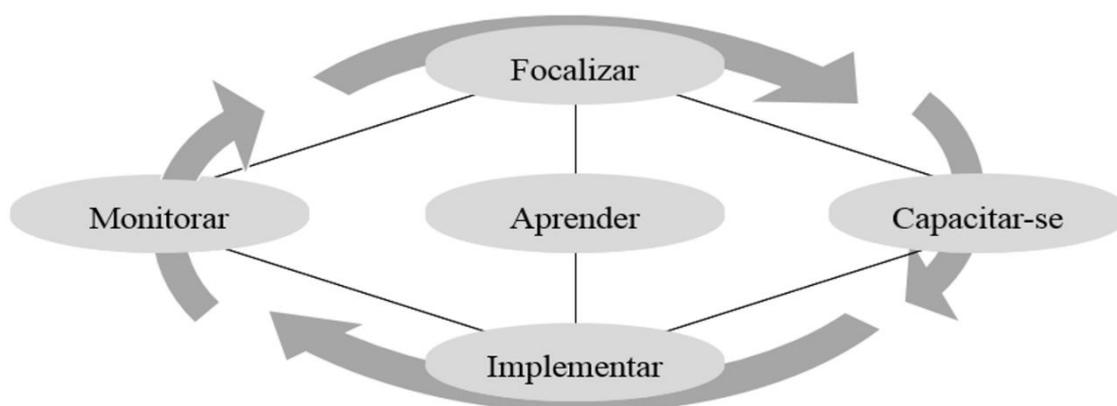
O modelo da *Fundación* COTEC (1999) é baseado em cinco elementos-

-chave a serem utilizados pela empresa, tanto na gestão de desenvolvimentos de novos produtos, quanto na inovação de processos nos diferentes momentos de um projeto de inovação tecnológica. Estes são:

- i. monitorar;**
- ii. focalizar;**
- iii. capacitar-se;**
- iv. implementar,**
- v. aprender.**

Neste modelo mnemônico de inovação tecnológica (como assim é definido pela *Fundación COTEC*) estes elementos ou atividades, dispostos na figura 2, podem ser desenvolvidos de modo sequencial ou simultâneo.

Figura 2 - Elementos - Modelo COTEC 1999.



Fonte: COTEC 1999.

i. Monitorar

Este elemento caracteriza-se, em princípio, da necessidade de inovar e se há potenciais oportunidades para a empresa. Assim, deve-se monitorar sinais, tanto internos como externos, do ambiente para identificar possíveis inovações.

A necessidade de inovar se deve alguns fatores que, de certa forma, servem de estímulo para organização. Dentre os fatores, temos:

- adaptação à legislação;
- ações desenvolvidas por concorrentes;
- oportunidades surgidas de atividades de investigação.

Assim, o primeiro passo é o de compreender a natureza das oportunidades e ameaças que operam a empresa no ambiente externo; como olhar

para os sinais, como interpretá-los e como selecionar as opções que estão propensas a ter mais efeito para ela. É necessário obter essas informações, de forma adequada, em tempo hábil, para responder as necessidades impostas.

Essa busca por potenciais inovações se caracteriza, então, em um processo de prospecção tecnológica.

ii. Focalizar

Esse elemento é responsável por selecionar, de forma estratégica, os sinais aonde a organização alocará os recursos, tornando-se, assim, uma resposta estratégica aos potenciais de inovação prospectados na fase anterior. O desafio deste elemento é selecionar aqueles que lhe ofereçam a melhor opção para desenvolver uma vantagem competitiva.

Desta forma, esse elemento trata-se, essencialmente, em adotar decisões com precisão e compromisso. Em grande maioria, as empresas têm recursos limitados para gerir uma inovação, portanto o curso desta ação é um ponto crucial; a decisão deve ser tomada corretamente.

iii. Capacitar-se

Após ter escolhido uma opção, a empresa tem que ser capaz de criar ou adquirir a tecnologia por transferência para posterior implementação. Neste elemento, a empresa tem de alocar os recursos necessários para transformar uma oportunidade em uma realidade.

A fase de capacitação inclui a combinação de conhecimentos novos e existentes (disponíveis tanto dentro como fora da organização) a fim de fornecer uma solução para o problema inovação. Assim, pode haver tanto a produção de uma base tecnológica, como a transferência de tecnologias entre fontes internas e externas.

Para algumas empresas, o desafio é encontrar formas de utilizar tecnologia geradas por outros. Deste modo, deve garantir, além da tecnologia, a transferência do conhecimento e a experiência para fazer o uso da tecnologia de forma eficaz.

Nesta fase, todos os recursos disponíveis e exigíveis para realizar o projeto devem ter custos adequados e viáveis para com a realidade da empresa.

iv. Implementar

No quarto elemento, as organizações precisam implementar a inovação, partindo da ideia inicial, seguindo as fases de desenvolvimento, até o lançamento final da tecnologia, seja como um novo produto, serviço, método, seja processo dentro da organização.

Esta fase é o momento onde a empresa coloca em prática a inovação por esta escolhida.

v. Aprender

Esse elemento denota a necessidade de refletir sobre os elementos anteriores e avaliar as experiências de sucessos e fracassos, absorvendo o conhecimento relevante a partir da experiência.

Trata-se de um requisito indispensável. Por meio desta fase, a empresa aprende, melhora o gerenciamento do processo, culminando num aprimoramento estratégico de gestão.

2.4.2.3 Processo de gestão de inovação – Modelo Tidd e Bessant 2015

Para Tidd e Bessant (2015), a inovação é uma atividade genérica, associada à sobrevivência e ao crescimento da empresa e, nessa perspectiva, os autores desenvolveram um modelo de processo de gestão de inovação, subjacente comum a todas as empresas. A figura 3 reproduz o modelo que será descrito posteriormente.

Figura 3 - Modelo Tidd e Bessant 2015.



Fonte: Tidd e Bessant 2015.

i. Busca

Nesta fase, a empresa deve detectar sinais no ambiente sobre potencial de mudança. Os sinais se apresentam sob formas de novas oportunidades tecnológicas ou necessidades de mudanças impostas por mercados, podendo também ser resultantes de pressões políticas ou da ação de concorrentes.

Para Tidd e Bessant (2015), a maioria das inovações é resultado da interação de várias forças, algumas surgindo da necessidade de mudança imposta pela própria inovação e outras do apelo que surge com novas oportunidades.

Devido à gama de sinais, é importante, para a gestão eficaz da inovação, que a empresa adote mecanismos bem desenvolvidos para identificação, processamento e seleção de informação oriunda do em torno.

Deste modo, essa fase se caracteriza por analisar o cenário (interno e externo) à procura de sinais relevantes sobre ameaças e oportunidades para mudança.

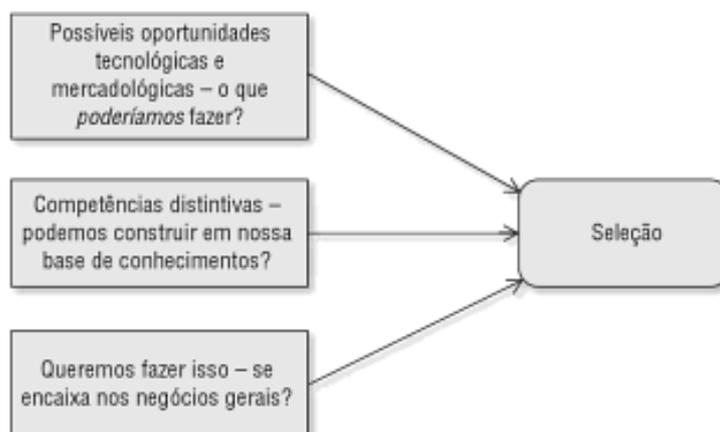
ii. Seleção

A inovação é inerentemente arriscada, e mesmo empresas sólidas não podem correr riscos ilimitados, sendo essencial fazer alguma seleção entre as várias oportunidades tecnológicas disponíveis (TIDD e BESSANT, 2015).

O objetivo dessa fase é decidir um conceito que possa ser desenvolvido dentro da organização, levando em consideração uma visão estratégica de como a

empresa pode responder melhor a fase anterior. Três tipos de informações alimentam a presente fase, figura 4.

Figura 4 - Questões fundamentais na fase de seleção.



Fonte: Tidd e Bessant 2015.

A primeira está correlacionada ao fluxo de sinais sobre possíveis oportunidades tecnológicas e mercadológicas disponíveis para a empresa. A segunda diz respeito à base de conhecimento (produtos, serviços) atual da empresa e sua competência (recursos humanos, sistemas) para fazer o processo funcionar. O que faz importante, nesse momento, é assegurar-se de que haja uma boa proximidade entre o que a empresa conhece no momento e as propostas de mudança a fazer, necessitando de que exista um equilíbrio e uma estratégia de desenvolvimento. E isto implica a terceira informação desta fase: a consistência com o negócio geral. No estágio conceitual, é fundamental relacionar a inovação proposta com as melhorias no desempenho do negócio como um todo.

A base do conhecimento não precisa estar inserida na empresa. É também possível buscá-la em competências em outros sítios. O requisito, nesse caso, é desenvolver os relacionamentos necessários para acessar os requisitos de conhecimento complementar, equipamento, recursos, etc.

iii. Implementação

Feita a seleção e tomada a decisão de seguir, a próxima fase fundamental é transformar, de fato, aquelas ideias potenciais em alguma forma de realidade (um novo produto ou serviço, uma mudança de processo, etc.).

Desde modo, a fase de implementação deve traduzir o potencial da ideia inicial em algo novo a ser utilizado de forma eficaz. Conseguir isso requer atenção para adquirir as fontes de conhecimento que possibilitem a inovação, executar o projeto sob condições de imprevisibilidade, o que exige grande capacidade de resolução de problemas.

Nos estágios anteriores, há alto grau de incerteza a respeito da exequibilidade tecnológica em questão. Entretanto, no decorrer da fase de implementação, essas incertezas são substituídas pelo conhecimento adquirido, já que, à medida que a inovação se desenvolve, desenvolve-se gradativamente um conhecimento relevante em torno da inovação.

Tidd e Bessant (2015), consideram três elementos fundamentais para a fase de implementação, a observar figura 5.

Figura 5 - Elementos fundamentais na fase de implementação.



Fonte: Tidd e Bessant 2015.

A aquisição de conhecimento envolve a combinação entre conhecimento existente, tanto geração de conhecimento tecnológico (interno ou externamente a organização) para oferecer uma solução do problema proposto. O resultado desse estágio poderá progredir para um detalhamento do desenvolvimento do processo, bem como retroagir ao estágio conceitual, para ser revisado, aprovado ou, inclusive, de ser abandonado.

Quando a tecnologia não é desenvolvida internamente, o desafio será encontrar formas de utilização dessa tecnologia desenvolvida por outros. Neste caso, a eficácia da gestão requer uma definição de direção estratégica, manutenção do ritmo, comunicação eficiente e manutenção de uma direção, assim como integração de todos os grupos envolvidos no processo.

Nessa fase, torna-se importante a necessidade de equilibrar condições do ambiente, que sustentem um comportamento criativo, com as realidades presentes em todo o processo de inovação.

A execução do processo, para Tidd e Bessant (2005), forma o cerne do processo de inovação. Deve estar atrelada a fatores como: prazos, custos e qualidade. Devem ser utilizados padrões que garantam o uso eficiente dos recursos e cumprimento dos prazos e qualidades pré-estabelecidos, dando base para o posterior lançamento da inovação. Durante o referido estágio, é que se consome maior tempo e recursos. Este estágio também é caracterizado por uma série de eventos de resolução de problemas ao lidar com dificuldades previstas e imprevistas.

Por fim, o lançamento e sustentação da inovação traz consigo a necessidade de compreender as dinâmicas de adoção e difusão desta.

iv. Captura de Valor

Tanto em termos de adoção sustentável e difusão quanto em relação ao aprendizado com a progressão, a captura de valor é feita, ao longo do processo de inovação, de maneira que a empresa possa construir sua base de conhecimento e melhorar as formas como o processo é gerido.

Embora surjam oportunidades para aprendizagem e desenvolvimento de inovações e da capacidade de gerenciar o processo que as criou, elas nem sempre são aproveitadas pelas empresas. Assim, dentre as principais exigências desse estágio, está o desejo de aprender a partir de projetos já completados.

Faz-se necessário a identificação de todas as lições aprendidas com as dificuldades, tanto de sucesso quanto de fracasso. Ademais, um resultado inevitável do lançamento de uma inovação é a criação de um novo estímulo para o reinício do ciclo. Até mesmo se o processo fora fracassado, ele oferecerá informações valiosas sobre o que é necessário modificar para uma nova tentativa de geri uma inovação.

Segundo Tidd e Bessant (2015), o propósito de inovar raramente é criar inovações simplesmente por querer fazer algo novo. Mas, antes disso, é preciso capturar algum tipo de valor (sucesso comercial, benefício social, fatia de mercado) a partir delas. Dessa forma, a inovação, além de ser bem-sucedida em nível técnico, tem que gerar um valor, devido à sua utilização.

O processo proposto por Tidd e Bessant (2015), acima descrito, está sujeito, segundo os autores, a uma série de influências internas e externas as quais

moldam o que é realmente possível de realizar no gerenciamento do processo. Os autores consideram como fatores de influência contextuais importantes dentro do processo de inovação, os dois grupos citados a seguir:

- **O contexto estratégico para inovação:** até que ponto há um entendimento claro das maneiras como a inovação levará a empresa adiante? E isso está explícito, compartilhado e “aceito” pelo resto da empresa?
- **A capacidade inovadora da organização:** até que ponto a estrutura e os sistemas apoiam e motivam o comportamento inovador? Há senso de apoio à criatividade e àqueles que assumem riscos? As pessoas se comunicam para além das fronteiras? Há um “clima” que contribui para a inovação?

Reconhece-se que, independente do modelo do processo de gestão de inovação a ser desenvolvido e mesmo que apresente certas limitações, estes fatos são parte fundamental para o sucesso, pois se trata de uma forma de nortear as tomadas de decisões, sendo encarado como estruturas para a reflexão da gestão dos projetos (TIDD e BESSANT,2015).

2.4.3 Projeto de gestão

O presente tópico pode ser visto como a parte fundamental da abordagem metodológica desta pesquisa, haja vista que sua estrutura foi utilizada para a análise do projeto de incorporação do VANT pelo DNPM-PA.

Conforme PMBOK (2008), um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. O contexto de temporário fundamenta-se no princípio que todos os projetos possuem um início e final definidos – o que, necessariamente, não significa de curta duração e, sim, faz referência ao fato de que a duração de um projeto é finita.

O final do projeto está relacionado com o alcance do seu objetivo ou quando se tornar claro que o objetivo não poderá ser atingido, ou ainda quando não existir mais a necessidade do projeto (PMBOK, 2008).

Vale ressaltar que, apesar do projeto ser considerado temporário, este termo não se aplica ao seu resultado; já que, geralmente, os processos, produtos

criados pelo projeto, possuem caráter duradouro e, com frequência, têm impactos sociais, econômicos e ambientais (PMBOK, 2008).

Os projetos podem envolver uma ou várias unidades organizacionais, como *joint ventures* e parcerias, podendo ser realizado por uma ou múltiplas pessoas em diferentes níveis da organização. Essa é uma forma de organizar atividades que fogem dos limites operacionais padrão da organização (PMBOK, 2008).

Segundo PMBOK (2008), independentemente da natureza do projeto, a organização pode dividi-lo em fases, proporcionando melhor controle gerencial. Quando agrupadas, essas fases são conhecidas como *o ciclo de vida do projeto*.

2.4.3.1 Ciclo de vida do projeto

O ciclo de vida do projeto define as fases que conectam o início de um projeto ao seu final. Geralmente, são sequenciais, mas podem apresentar também sobrepostas, dependendo da necessidade do gerenciamento e controle da organização PMBOK (2008).

Conforme PMBOK (2008), independentemente da natureza, tamanho e complexidade, todos os projetos podem ser mapeados para a estrutura genérica de ciclo de vida a seguir:

- i. início do projeto;**
- ii. organização e preparação;**
- iii. execução do trabalho do projeto;**
- iv. encerramento.**

A identificação de uma oportunidade disponível que se deseja aproveitar pode ser tratada como um projeto separado.

Para a descrição da estrutura acima citada, tomou-se como base o guia prático "*La gestión de la Innovación en 8 pasos*", elaborado por ANAIN (AGENCIA NAVARRA DE INNOVACIÓN) 2008.

i. Início do projeto

Nesta fase do ciclo de vida do projeto, são definidos os objetivos que pretendem com a sua execução, incluindo as razões pelas quais um projeto específico se constitui na melhor solução alternativa para satisfazer os requisitos da organização.

Deve haver também uma descrição básica do escopo do projeto, da sua duração e uma previsão dos recursos, bem como dos custos necessários para sua execução.

De acordo com o caráter do objetivo, pode haver variações nas características do projeto. No caso de uma demanda interna, não haverá necessidade de uma oferta prévia para um possível cliente. Mas, para atender uma demanda externa, essa necessidade deverá existir.

Independente do caso em questão, de forma primordial, deve ser registrado um documento que sirva de referência para desenvolvimento do projeto para o gestor do projeto, assim como para a equipe responsável e a organização em que este está inserido.

Esta fase é de suma importância para o sucesso do projeto e deve ser realizada sem que haja influência de pressão de resultados imediatos. Quando a referida condição não é respeitada, o êxito do projeto pode ser comprometido.

ii. Organização e preparação

A fase de organização e preparação também pode ser denominada por fase do planejamento e, assim como, a fase de início do projeto abordada anteriormente possui grau de importância elevado no fracasso ou sucesso do projeto. Entretanto, por vezes, é tratada com desmazelo por pessoas que almejam resultados mais imediatos.

Com base de sua significância para o projeto, a fase de planejamento deve estruturar as etapas a serem realizadas a fim de obter o objetivo desejado. Essa estruturação perpassa pela definição das etapas, a determinação do tempo para realização das etapas e dos recursos humanos e de materiais necessários.

Deste modo, a fase do planejamento deve fazer uma organização das atividades, definindo suas relações temporais num cronograma, com o início e o fim de execução de cada atividade. Deve contemplar também a identificação de quais atividades possuem interstícios no processo de sua execução.

A elaboração de um plano de gestão dos riscos também é um aspecto importante. Devem estar presentes nesta fase aspectos que possam comprometer o projeto, assim como medidas preventivas ou mitigadoras.

Vale ressaltar que os riscos não são somente relacionados ao contexto tecnológico do projeto. Aspectos relacionados à comunicação, divulgação dos resultados devem fazer parte do plano de gestão de riscos.

iii. Execução

A terceira fase do projeto, a execução diz respeito a implementação das atividades pré-definidas do determinado projeto. A gestão dos recursos deve ser realizada corretamente tomando como base metodologias adequadas para cada técnica.

É sabido que durante a fase de execução, ocorram algumas incertezas que influenciam e produzam desvios no anteriormente planejado. Dentre as incertezas destacam-se: as mudanças no projeto, o período das atividades a serem executadas, extrapolação do tempo planejado para as atividades, mudanças de prioridade, problemas de qualidades, entre outras.

Desta forma é necessário que o projeto possua uma fase de controle, concomitante a fase de execução, sendo esta fase de controle, responsável pela reconciliação do executado, ou seja, comparar o real com o planejado, caso seja verificada diferença pode se assim realizar as devidas correções no projeto. A fase de controle requer uma intervenção nos seguintes sentidos:

- Medir o avanço real do projeto: deve-se definir indicadores que permitam monitorar o estado real do trabalho;
- Comparar o estado do progresso com o planejado;
- Corrigir determinados desvios.

iv. Encerramento

Nesta fase do projeto, os trabalhos nas etapas referentes ao projeto foram concluídos, sendo alcançado o serviço ou produto definido inicialmente. A conclusão do projeto exige uma série de atividades, na identificação de aspectos de melhorias para otimização de trabalhos futuros.

Assim, durante esta última fase do projeto, deve ser realizada, uma análise das lições aprendidas, com intuito de rever os aspectos mais relevantes do projeto, os principais fatores limitantes, os problemas encontrados, riscos deparados que não foram planejados.

Nesse processo de avaliação do projeto é de suma importância a participação e contribuição de todos os envolvidos no presente projeto.

A concretização dessa análise, pode ser realizada por meio de um relatório final do projeto, contendo informações sobre a execução de todas as atividades, indicando os recursos, custos, tempo de execução, problemas deparados, entre outros elementos a se julgarem relevantes.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A análise da incorporação dos veículos aéreos não tripulados no DNPM superintendência do estado do Pará parte do pressuposto que a incorporação de uma tecnologia, para ser eficiente e para o sucesso de sua posterior utilização, necessita de um gerenciamento adequado, aliando funções e processos de inovação tecnológica a um ambiente com condições favoráveis para seu desenvolvimento.

Por isso, a abordagem teórica, no contexto de gestão de inovação tecnológica da presente pesquisa, toma como base os autores Antonio Hildalgo Nuchera, Joe Tidd, John Bessant, *FUNDACIÓN COTEC* e o Guia de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Project Management Body of Knowledge - PMBOK) da Project Management Institute (PMI).

Além dos autores Estéfano Vizconde Veraszto e Ruedeger Kuehr, respectivamente, na delimitação do conceito de tecnologia e no enquadramento do VANT do DNPM-PA como uma tecnologia ambiental.

3.1 TIPO DA PESQUISA

De cunho exploratório, procedeu-se esta pesquisa com objetivo de proporcionar uma visão geral, de tipo aproximativo, acerca do objeto de estudo da presente dissertação. Haja vista que o mesmo ainda se apresenta, em cenário regional, como tema pouco explorado, tornando-se difícil a formulação de hipóteses precisas e operacionalizáveis – características típicas deste tipo de pesquisa, de acordo com Gil (2008).

Para a caracterização de tal estudo, executou-se, de forma qualitativa, um levantamento bibliográfico e documental, além de entrevistas e aplicações de questionários, a fim de ampliar a quantidade de informações para seu desenvolvimento.

3.2 MÉTODO APLICADO

Prodanov e Freitas (2013) classificam o método científico em 2 grupos: *métodos de abordagem*: base lógica da investigação e *métodos de procedimento*: meios técnicos da investigação. Grupo este, no qual o presente estudo se enquadra, tomando como método específico o do tipo monográfico.

O *método monográfico* tem como princípio de que o estudo de um caso em profundidade pode ser considerado representativo de muitos outros ou mesmo de todos os casos semelhantes (GIL, 2008). Fazendo isso de forma sistematizada por meio de pesquisa bibliográfica e documental, acompanhamento de procedimentos e análises de resultados. Abordagem que condiz com o produto final desta dissertação, que consta de um guia com diretrizes para um melhor gerenciamento na inserção de VANT's nos órgãos competentes pela fiscalização mineral/ambiental.

No que cerne à incorporação de uma tecnologia por parte de uma organização, conforme Deitos (2002), na maioria das empresas onde se pretende inserir uma nova tecnologia, há dificuldades neste processo, pois raramente existem condições adequadas para seu gerenciamento. O que também pode estar ocorrendo nas organizações que buscam inserir a tecnologia dos VANTs para fiscalização mineral/ambiental, por se tratar de uma aplicação recente para uma tecnologia que não foi desenvolvida em princípio para esse fim.

3.3 ÁREA DE ESTUDO

Uma autarquia federal brasileira, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) tem autonomia patrimonial, administrativa e financeira e um regimento organizacional específico para regular, planejar, controlar e fiscalizar as atividades minerárias brasileiras. Vinculada ao Ministério de Minas e Energias (MME), foi instituída a partir da Lei n. 8.876/94. Tem seu edifício-sede alocado em Brasília/DF, além de estar centrada sua organização na forma de diretoria geral e auxiliada por quatro órgãos, de assistência direta e imediata ao diretor-geral: seccionais, específicos singulares e descentralizados – esse último amplia o poder de atuação da instituição, em forma de superintendências regionais. Realiza também

convênios, acordos e termos de cooperação técnica como forma de assessoria a programas de fiscalização e controle de atividades minerárias, visando desenvolvimento sustentável (DNPM,2015).

Seguindo, assim, os preceitos do Art.3º da Lei n. 8.876/94, que define como finalidade do Departamento Nacional de Produção Mineral promover o planejamento e o fomento da exploração e do aproveitamento dos recursos minerais; superintender as pesquisas geológicas, minerais e de tecnologia mineral. Além de assegurar, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional, na forma de que dispõe o Código de Mineração, o Código de Águas Minerais, os quais são complementados pelos regulamentos e pela legislação. (DNPM,2015)

Dessa forma, por tais competências atribuídas a esta instituição, a qual foi visionada como estudo de caso da presente dissertação. Tendo como área específica de análise a superintendência do estado do Pará que, por meio de parceria com a Universidade Nacional de Brasília (UNB), adquiriu um VANT, a fim de utilizá-lo como ferramenta de fiscalização mineral de áreas de extração irregular.

3.4 OBJETO DA PESQUISA

Veículos aéreos não tripulados - VANT, ou UAV, termo inglês para unmanned aerial vehicle é usado para descrever aeronaves que não necessitam de pilotos a bordo para executar voo. Outro termo bastante difundido, originado nos Estados Unidos, “drone” é utilizado para caracterizar qualquer objeto voador não tripulado. Entretanto, essa terminologia é genérica, não possuindo um fundamento técnico ou definição na legislação (DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO - DECEA, 2015).

A legislação pertinente brasileira, através da Circular de Informações Aéreas AIC Nº 21/10, define VANT como “aeronave projetada para operar sem piloto a bordo, que possua uma carga útil embarcada e que não seja utilizado para fins meramente recreativos. Nesta definição, incluem-se todos os aviões, helicópteros e dirigíveis controláveis nos três eixos; excluindo-se, portanto, os balões tradicionais e aeromodelos” (DECEA, 2010).

Os VANTs possuem duas subcategorias: a primeira faz referência à *aeronave autônoma*, definida na AIC N 21/10 como VANT que, uma vez programado, não permite intervenção externa durante a realização do voo. Conforme DECEA (2015), essa subcategoria não possui permissão de voo no espaço aéreo brasileiro.

A segunda subcategoria é denominada de RPA (Remotely Piloted Aircraft), em português Aeronave Remotamente Pilotada – ARP. Nesta categoria, mesmo durante um voo programado, o piloto presente numa estação remota de pilotagem (ERP) monitora a aeronave o tempo todo e possui responsabilidade direta pela operação segura e o controle das ações da aeronave durante o voo (Agencia Nacional de Aviação Civil-ANAC, 2012).

Há ainda o termo RPAS, (Remotely Piloted Aircraft Systems), trata-se do *sistema de RPA* e envolve todo o conjunto de componentes e recursos do sistema que subsidiam o voo da aeronave (DECEA 2015).

Para Eisenbeiss (2009), os VANTs apresentam certas vantagens quando comparados a outras ferramentas de aquisição de imagens. São exemplos de benefícios de utilização desta ferramenta: o custo, que depende da área a ser coberta; a capacidade e habilidade de obter as imagens e vídeos e enviá-las simultaneamente à estação de controle para serem tratados.

De forma geral, os VANTs podem ser categorizados com base em critérios tais como: a necessidade ou não de energia elétrica; se são mais leves que o ar; se possuem asas fixas ou rotativas (EISENBEISS ,2009). Destaca-se que essas características influenciam na forma de operação da aeronave, em suas manobras, estabilidade, aproximação dos alvos e forma de decolagem e pouso.

Outra forma de classificação dessas aeronaves para usos civis é a proposta por Blyenburgh (2009), onde este considera características como peso, altura de voo, raio ou alcance e autonomia do voo para categorizar as aeronaves, conforme demonstrado no quadro 2 abaixo.

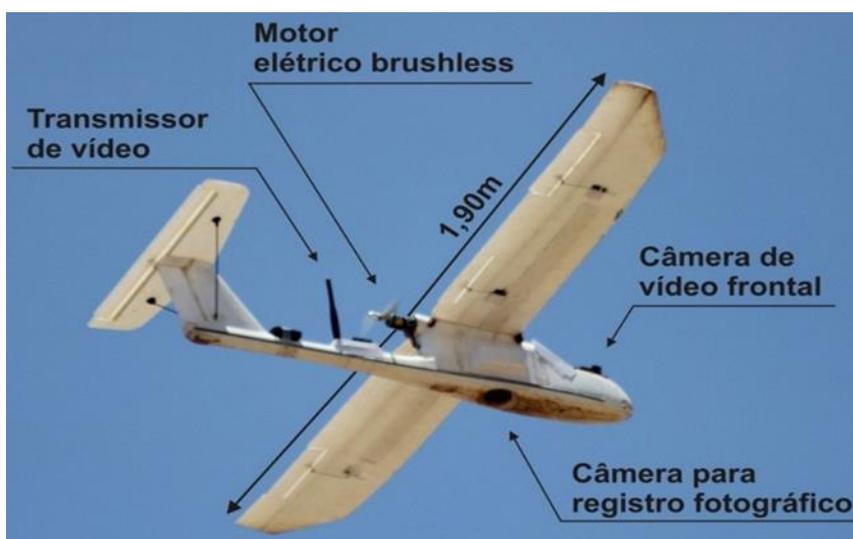
Quadro 2- Classificação VANTs usos civis.

Categoria	Massa (kg)	Alcance(km)	Altitude(m)	Autonomia (horas)
Nano	<0,025	<1	100	<1
Micro	<5	<10	250	1
Mini	<25/30/150	<10	150/250/300	<2
Close Range	25-150	10-30	3000	2-4
Short Range	50-250	30-70	3000	3-6
Medium Range	150-500	70-200	5000	6-10
Medium Range Endurance	500-1500	>500	8000	10-18
Low Altitude Deep Penetration	2500-5000	>2000	20000	24-48
Low Altitude Long Endurance	>2500	>2000	>20000	>48

Fonte: Adaptado de Blyenburgh, 2009.

No que cerne ao VANT do DNPM-PA, este equipamento apresenta como características físicas, um peso aproximado de 2,5 Kg, asas fixas com tamanho de 1,90 metros de uma extremidade a outra. É constituída de um único motor elétrico do tipo *brushless*. Possui uma câmera de vídeo frontal e uma câmera para registro fotográfico, localizada na parte de baixo da aeronave. E, para possibilitar a comunicação da aeronave com o piloto da estação há acoplado próximo a calda um transmissor de vídeo, ver características do modelo de VANT, na figura 6.

Figura 6 - Características modelo VANT



Fonte: Bicho et al.,2013.

Com características operacionais, o VANT dispensa pista de pouso ou decolagem, haja vista que este equipamento pode ser lançado manualmente. Tem um alcance de aproximadamente 4 Km, altitude de 500 metros e tempo de voo estimado é de até uma hora, e sua bateria pode ser recarregada através de baterias de automóveis.

Com base nas características acima expostas e utilizando a classificação proposta por Blyenburgh, a aeronave do DNPM pode ser enquadrada como um micro VANT. O que acarretará em certas peculiaridades na sua utilização, como ferramenta de fiscalização mineral no estado do Pará.

3.5 DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE COLETAS DE DADOS

Segundo MANUAL OSLO (2005, p 28), existem duas abordagens essenciais para a coleta de dados sobre inovações:

A abordagem “sujeito” parte do comportamento inovador e das atividades da organização em sua totalidade. A ideia é explorar os fatores que influenciam o comportamento inovador da empresa (estratégias, incentivos e barreiras à inovação) e o escopo de várias atividades de inovação, mas, sobretudo examinar os resultados e os efeitos da inovação. Essas pesquisas são delineadas para serem representativas de todas as indústrias de modo que os resultados possam ser consolidados e que sejam feitas comparações entre as indústrias;

A abordagem “objeto” compreende a coleta de dados sobre inovações específicas (normalmente uma “inovação significativa” de algum tipo ou uma inovação essencial de uma empresa). A abordagem envolve a coleta de dados descritivos, qualitativos e quantitativos sobre a inovação particular ao mesmo tempo em que dados sobre a empresa são investigados.

Assim, para o cumprimento dos objetivos estabelecidos e fundamentados na abordagem *objeto*, descrita pelo MANUAL OSLO, foi executado uma análise descritiva do projeto de incorporação dos VANT's, como ferramenta de fiscalização mineral do Estado do Pará pelo órgão DNPM. Análise esta que se deu segundo as etapas de coleta de dados, aqui expostas.

Levantamento bibliográfico que buscou destacar aspectos teóricos, como a diversidade tipológica do conceito de tecnologia, possibilitando o enquadramento do referido objeto de estudo como um tipo de tecnologia ambiental. E ainda, tendo como base de referencial teórico, destacou-se a abordagem referida à gestão de

inovação tecnológica, e modelos norteadores na eficácia dos processos de gerenciamento e na utilização de inovações tecnológicas.

Pesquisa documental que corroborou na estruturação de tópicos da presente pesquisa, assim como na análise e discussões dos resultados. No quadro 3, são apresentados os principais documentos reunidos na pesquisa documental desta pesquisa.

Quadro 3 - Documentos utilizados na pesquisa documental.

Documento	Fonte
Lei nº 8.876/94	BRASIL
Circular de Informações Aéreas AIC Nº 21/10	DECEA
Manual de fiscalização - 2007	IBAMA
Lei nº 6.938/81	BRASIL
Lei nº 9.605/98	BRASIL
Constituição Federal de 1988	BRASIL
PORTARIA Nº 237 de 18 de outubro de 2001	DNPM
Código de Mineração de 1967	BRASIL
Normas Reguladoras de Mineração - NRM	DNPM
Relatório de gestão do exercício de 2012	DNPM
Relatório de gestão do exercício de 2013	DNPM
Instrução suplementar 21-002	ANAC
Regulamento brasileiro da aviação civil (RBAC)	ANAC

Fonte: elaborado pelo autor, 2015.

Visita ao *lócus* de pesquisa, que se deu inicialmente por uma pesquisa exploratória, com a finalidade de verificar a viabilidade da pesquisa, a aquisição de dados e se haveria a contribuição, por parte da organização, para realização da mesma. Em sequência, houve o acompanhamento de palestra sobre a tecnologia VANT, realizada pelos integrantes do projeto DNPM-PA. Além de aplicação de questionários para o superintendente do órgão e para os integrantes da equipe do referido projeto, registra-se também a aplicação do questionário para a coordenadora μ VANT/CORDEM. Para complementações das informações coletadas via questionário, foram realizadas entrevistas individuais com os integrantes da equipe do projeto VANT do DNPM-PA, bem como o superintendente do órgão e com funcionário que solicitou a inclusão da superintendência dentro do projeto μ VANT/CORDEM.

3.6 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos conteúdos da pesquisa foi realizada com base nos dados coletados na pesquisa de campo, conteúdo dos questionários e entrevistas e nos documentos de pesquisa, os quais foram correlacionados e discutidos com a estrutura do ciclo de projeto, estabelecida no guia PMBOK (2008). Também foram discutidos com as funções e processos de gestão de inovação tecnológica estabelecidos por Nuchera (1999), Tidd e Bessant (2015) e *FUNDACIÓN COTEC* (1999).

4 FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL E MINERAL

Para Tonidandel et al. (2012), o recurso mineral é parte integrante do bem ambiental. A fiscalização mineral é baseada em preceitos da fiscalização ambiental, uma vez que, além de regular, executar atividades de cunho mineral, a essa também compete o controle ambiental da mineração, justificando assim uma abordagem inicial referente ao tema.

4.1 FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL ASPECTOS LEGAIS

Conforme o Manual de Fiscalização do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (2007; p.20), a fiscalização ambiental significa toda a vigilância e controle que devem ser exercidos pelo Poder Público, visando proteger os bens ambientais das ações predatórias.

Do mesmo modo, Corrêa et al. (2011) salienta que a fiscalização ambiental é um poder e dever do Estado e objetiva cumprir sua missão institucional no controle da utilização dos recursos naturais.

A fiscalização ambiental é pautada de acordo com as normas e regulamentos estabelecidos na legislação pertinente ao interesse ambiental. Inicialmente a questão ambiental foi retratada no Brasil pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente –PNMA (já alterada pela Lei nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000).

Art. 1º Esta Lei, com fundamento nos incisos VI e VII do art. 23 e no art. 225 da Constituição Federal, estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, cria o Conselho Superior do Meio Ambiente – CSMA, e institui o Cadastro de Defesa Ambiental.

Conforme disposto no Art. 2º da referida Lei, a PNMA tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia a vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e a proteção da dignidade da vida humana (BRASIL, 1981).

No mesmo Art. 2º, também se destaca o atendimento dos seguintes princípios para alcançar o referido objetivo:

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV- proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;

VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;

VIII - recuperação de áreas degradadas;

IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;

X - educação ambiental a todos os níveis do ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente (BRASIL, 1981).

Alguns dos incisos acima citados se relacionam diretamente à prática da fiscalização ambiental. Logo, esta, além de prevenir, combater, fiscalizar e controlar as práticas danosas ao meio ambiente, também pode ser responsável por orientar o uso racional dos recursos naturais, norteando o homem quanto à importância da adoção de práticas que contribuam na premissa da conservação ambiental.

No que concerne ao SISNAMA, no Art.6º do termo jurídico citado, sua constituição é disposta por: órgãos e entidades: da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, bem como pelas Fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental.

No âmbito federal, disposto no inciso III do artigo supracitado, o IBAMA é o órgão central, o qual tem a finalidade de coordenar, executar e fazer executar a política nacional e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente, assim como a preservação, conservação e uso racional, fiscalização, controle e fomento dos recursos ambientais (BRASIL, 1981).

No inciso IV do Art.6º, são dispostos os órgãos seccionais, que são os órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programa, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental.

Na sequência do Art.6º, o inciso V dispõe os órgãos locais, que são os órgãos ou entidades municipais responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas áreas de jurisdição.

Nos § 1º e § 2º do mesmo artigo, destaca-se que os Estados e Municípios, nas esferas de suas competências e nas áreas de sua jurisdição, poderão elaborar normas supletivas e complementares assim como padrões relacionados com o meio ambiente, observados aqueles que forem estabelecidos pelo conselho nacional de meio ambiente (CONAMA).

A Lei nº 6.938/81, por meio de seu Art. 8º, delega as competências do CONAMA. Dentre estas, podemos destacar: o inciso I – estabelecer, mediante proposta do IBAMA, normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pelos Estados e supervisionado pelo IBAMA; inciso II - determinar, quando julgar necessário, a realização de estudos das alternativas e das possíveis consequências ambientais de projetos públicos ou privados, requisitando aos órgãos federais, estaduais e municipais, bem como a entidades privadas, as informações indispensáveis (BRASIL, 1981).

Tomando como base os procedimentos a serem seguidos no processo de licenciamento, a fiscalização atua no efetivo cumprimento dessas diretrizes nas quais foi concedida a licença ambiental (IBAMA, 2007).

Em relação à licença ambiental, conforme o Art.10º da Lei da PNMA, todas as atividades utilizadoras de recursos naturais que possam causar degradação ambiental dependerão de prévio licenciamento de órgão estadual competente, integrante do SISNAMA e do IBAMA, em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças exigíveis (BRASIL, 1981).

Ressalta-se que a competência do órgão licenciador não restringe nem limita o caráter fiscalizador dos outros entes federativos competentes à atividade fiscalizatória.

Assim, independente da jurisdição, a fiscalização exercida pelos órgãos competentes tem, por objetivo, conservar a integridade do meio ambiente, ações degradantes, por parte do homem, ao meio ambiente (IBAMA, 2007).

Compete também à fiscalização ambiental, conforme descrito no parágrafo 2º do Art. 11º da Lei nº 6.938/81, a análise de projetos de entidades, públicas ou privadas, com intuito da recuperação de recursos ambientais, afetados por processo de exploração predatórios ou poluidores (BRASIL, 1981).

Com base no exposto acima, evidencia-se que muito dos princípios do processo de fiscalização ambiental são expressos sobre a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente de 1981, a qual se tornou ainda mais relevante neste contexto, após a publicação da Constituição Federal de 1988. Esta, em seu capítulo VI, Art. 225 dispõe que todos têm direito ao meio ambiente equilibrado e incube o dever de sua defesa e preservação ao poder público e à coletividade (BRASIL, 1988).

Por conseguinte, podemos destacar outras bases legais que permeiam a atividade de fiscalização:

A *Lei nº 7.347/85*, que disciplinou a ação civil pública como instrumento de defesa do meio ambiente, bem como os direitos difusos e coletivos; e a *Lei nº 9.605/98*, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas aplicáveis às condutas e atividades danosas ao meio ambiente.

4.2 FISCALIZAÇÃO MINERAL NO CONTEXTO AMBIENTAL

No que diz respeito à fiscalização mineral no âmbito da conservação dos recursos naturais – que é o foco da presente pesquisa – podem-se destacar instrumentos legais correlatos a essa área. A própria Lei de crimes ambientais nº 9.605/98, citada acima, dispõe, por meio de seu Art. 55, sanções específicas para a área de mineração:

Executar pesquisa, lavra ou extração de recursos minerais sem a competente autorização, permissão, concessão ou licença, ou em desacordo com a obtida: Pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa (BRASIL, 1998).

Parágrafo único. Nas mesmas penas incorre quem deixa de recuperar a área pesquisada ou explorada, nos termos da autorização, permissão, licença, concessão ou determinação do órgão competente (BRASIL, 1998).

A Constituição Federal de 1988, em seu Art. 23, inciso XI, atribui à competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, no

registro, acompanhamento e fiscalização das concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios.

No seu Art. 225 § 1º, V, incumbe ao Poder Público controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente, a fim de assegurar a efetividade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Da mesma forma, o Art. 225 da CF 88, por meio do seu parágrafo 2º, dispõe que: *Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei (BRASIL,1988).*

Outro marco legal que faz jus às atividades de fiscalização mineral é o Código de Mineração de 1967. O Art. 24 do referido ato jurídico dispõe sobre a competência à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre:

VI – florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição.

Destaca-se, que a competência de executar o referido Código de Mineração e dos diplomas legais complementares é atribuída ao Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM (BRASIL,1967). E, no uso dessas atribuições, o DNPM, através da PORTARIA Nº 237 de 18 de outubro de 2001, considerando:

- a necessidade de expedição de regulamentos necessários à aplicação do Código de Mineração e legislação correlativa;
- a necessidade de otimizar os meios e instrumentos para elaboração e análise de projetos com vista à outorga de títulos minerários, à fiscalização e outras atribuições institucionais do DNPM;
- a necessidade de aperfeiçoamento dos serviços técnicos na mineração e o aporte de novas tecnologias;
- a necessidade de estabelecimento de ação integrada com outras Instituições que atuam na atividade mineral;
- o interesse social no aproveitamento racional dos bens minerais, a minimização dos impactos ambientais decorrentes da atividade minerária bem como a melhoria das condições de saúde e segurança no trabalho.

Resolve determinar a publicação das Normas Reguladoras de Mineração (NRM), as quais têm por objetivo:

Disciplinar o aproveitamento racional das jazidas, considerando-se as condições técnicas e tecnológicas de operação, de segurança e de proteção ao meio ambiente, de forma a tornar o planejamento e o desenvolvimento da atividade minerária compatíveis com a busca permanente da produtividade, da preservação ambiental, da segurança e saúde dos trabalhadores (DNPM, 2001).

As Normas Reguladoras de Mineração regulam o Código de Mineração e diplomas legais, sendo o seu cumprimento questão obrigatória para o exercício de atividades minerárias no território nacional (DNPM, 2001).

Perante o exposto, corrobora-se que a fiscalização mineral, ao que cerne da relação com o meio ambiente, é um instrumento submetido a um conjunto de regulamentações e atribuições, relativas às atividades de aproveitamento dos recursos minerais. Essa fiscalização é vinculada a todos os níveis do Poder Público, que atuam na concessão, inspeção, controle e cumprimento da legislação mineral e ambiental.

Barros (et al.,2012), observa que estes vários instrumentos de comando e controle são utilizados na tentativa de provocar a efetividade da conservação ecológica. Contudo, tal objetivo não é alcançado de forma plena, devido, em boa parte, à ineficiência da ação fiscalizatória.

Esta ineficiência já foi retratada pela Controladoria Geral da União (CGU) por meio de um relatório de auditoria divulgado em 2003. Nela constatou-se a insuficiência e ineficácia da fiscalização do setor mineral, destacando o impacto negativo dessa situação ao meio ambiente (CGU, 2003).

Igualmente, Carvalho (2015), defende que a ausência de fiscalização pode causar diversos danos ao meio ambiente e alguns até irreversíveis para a sociedade e ambiente.

A respeito dessa ineficácia (CGU,2003; Carvalho 2015), apontam a falta de uma estrutura adequada dos órgãos de fiscalização, dificuldade de acesso em certas áreas, número reduzido de agentes fiscalizadores, bem como a extensão do território a ser fiscalizado, dentre as causas que contribuem para um baixo índice de áreas fiscalizadas.

A atividade de fiscalização é umbilicalmente relacionada com a garantia da conservação dos recursos naturais e minerais, daí sua extrema importância. Essa inspeção deve atuar densamente: na identificação e gestão de impactos danosos ao meio ambiente, bem como nos passivos ambientais oriundos dos processos de

mineração; na gestão de resíduos sólidos e efluentes das atividades minerárias; na fiscalização e segurança de barragens de rejeito; no monitoramento das atividades de recuperação das áreas mineradas durante e pós-atividades de extração mineral e agir sobre qualquer outro tipo de atividade que comprometa a efetividade do direito à manutenção da qualidade de vida social e a efetividade de um ambiente ecologicamente equilibrado, conforme precedido na Constituição Federal de 1998.

4.2.1 VANTs na fiscalização mineral

É notório que as atividades de mineração causam impactos negativos ao meio ambiente. Conforme Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM (2012), a magnitude desses impactos aumenta quanto mais remota é a área de exploração.

O acesso a essas áreas remotas está dentre os entraves deparados no processo de fiscalização mineral. Neste contexto, o uso de veículos aéreos não tripulados desponta como potencial ferramenta na solução desta dificuldade. A utilização dos VANTs permitirá o sobrevoo dessas áreas, realizando a aquisição de imagens de forma rápida, segura e com baixo custo. Assim, fornecerá um conjunto de informações das áreas mineradas e dos impactos oriundos desta atividade.

A premissa desta ferramenta, no âmbito da fiscalização mineral no Brasil, deu-se, inicialmente, pela expectativa da sua utilização no acompanhamento e identificação de atividades de mineração não tituladas (BICHO et al., 2013).

Para Silva (2013), a utilização de VANTs, abre novas perspectivas para o monitoramento de ilícitos ambientais em áreas de difícil acesso, tornando esse instrumento uma excelente alternativa para estes casos.

O controle de atividades ilegais de mineração é um importante fator a ser considerado na conservação dos recursos naturais, tendo em vista que tais atividades são desprovidas de compromissos com controle e recuperação ambiental. Seu único objetivo é a extração ambiciosa dos bens minerais, o que implica elevado grau de agressão ao meio ambiente (MATTA, 2006).

Muitas das atividades ilegais na mineração, a exemplo das lavras de placeres, caracterizam-se por provocar alteração de percursos de rios; possíveis aterramentos dos mesmos; contaminação de solo, ar e água; alteração drástica da paisagem; desmatamento, afugentamento da fauna e morte de alguns animais.

A utilização da ferramenta VANT, no contexto acima abordado, auxiliará na constatação da extração ilegal, subsidiando e servindo como prova na aplicação de sanções administrativas, principalmente o ato de paralisação. Implicará, também, medidas destinadas a promover a recuperação/correção ao dano ambiental ocorrido, conforme disposto na legislação vigente.

Embora a ideia inicial fosse trabalhar diante das atividades de mineração ilícitas, o uso dessa tecnologia será consentido nos mais diversos cenários de fiscalização mineral. Tal afirmação se faz coerente visto a disponibilidade de VANTs já existentes atuando na área de mineração, quadro 4 abaixo.

Quadro 4 - Modelos de VANTs utilizados na atividade de mineração.

<p>Smart One</p> 	<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peso 2 (kg) • Altura voo 300 (m) • Alcance 0,8 (km) • Autonomia 40 (min) • Bateria Lipo 8Ah 	<p>Gyro 1000x4</p> 	<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peso 4 (kg) • Altura voo 1000 (m) • Alcance 15 (km) • Autonomia 60 (min) • Bateria Lipo 16Ah 	<p>Echar 20B</p> 	<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peso 7 (kg) • Altura voo 3000 (m) • Alcance 30 (km) • Autonomia 120 (min) • Bateria Lipo 16Ah
<p>Ísis</p> 	<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peso 1,3 (kg) • Altura voo 1500 (m) • Alcance 5 (km) • Autonomia 45 (min) • Bateria Lipo 5Ah 	<p>XFly 800</p> 	<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peso 5,8 (kg) • Altura voo 150 (m) • Alcance 10 (km) • Autonomia 30 (min) • Bateria Lipo 16Ah 	<p>Zangão V</p> 	<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peso 0,63 (kg) • Altura voo 1500 (m) • Alcance 5 (km) • Autonomia 45 (min) • Bateria Lipo 16Ah
<p>FT 100</p> 	<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peso 7 (kg) • Altura voo 4500 (m) • Alcance 15 (km) • Autonomia 240 (min) • Combustível 	<p>Nauru 500A</p> 	<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peso 15 (kg) • Altura voo 3000 (m) • Alcance 30 (km) • Autonomia 330 (min) • Combustível 	<p>GA1A</p> 	<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peso 4,4 (kg) • Altura voo 3000 (m) • Alcance 5 (km) • Autonomia 40 (min) • Combustível

Fonte: Adaptado Oliveira, 2015.

A disponibilidade de VANTs com características diversas permitirá a adequação dessas aeronaves em diferentes atividades de fiscalização, atuando no

fortalecimento dessa atividade e possibilitando a minimização de algumas dificuldades inerentes ao processo de fiscalização mineral. A seguir, por meio do quadro 5, destacam-se alguns entraves do processo de fiscalização, bem como a potencialidade do uso dos VANTs como ferramenta de fiscalização mineral.

Quadro 5 - Entraves processo de fiscalização e potencialidade do uso de VANTs.

Entraves deparados no cenário de fiscalização mineral	Potencialidades do uso de VANTs na fiscalização mineral
Acesso às áreas fechadas.	Voo sobre áreas de difícil acesso.
Risco de atentado durante fiscalização.	Preservação da integridade dos agentes de fiscalização em áreas de risco.
Verificação de toda a área de extração demanda um tempo elevado.	Visualização de toda área de extração em tempo reduzido.
Necessidade de embarcações para fiscalização em leitos de rio.	Verificação da poligonal da área de extração utilizando imagens georreferenciadas.
Flagrantes de ilícitos ambientais.	Uso de imagens e vídeos como prova para auto de infração, auto de paralisação.
Custo elevado para levantamento aéreo por meio de aeronaves pilotadas.	Levantamento aéreo com custos menores que os realizados por aeronaves tradicionais, principalmente em áreas de pequenas extensões.
Dificuldade no monitoramento do progresso das atividades de recuperação ambiental realizada pelas empresas.	Possibilidade de monitoramento temporal da evolução das áreas em processo de recuperação.
Impossibilidade de acessos a certas áreas e estruturas da mina por questão de segurança.	Observação e coleta de informações com um nível de detalhamento maior e com segurança.

Fonte: elaborado pelo autor, 2015.

Com base na diversidade de plataformas de VANTs e da gama de potencial dessa ferramenta, é possível exemplificar alguns cenários prováveis de sua atuação no processo de fiscalização mineral.

De forma inicial, destacamos as barragens para disposição de rejeitos e as pilhas de estéril, que são elementos estruturais usualmente presentes nas atividades do setor de mineração que representam grandes riscos e podem causar impactos à segurança das pessoas e ao meio ambiente (IBRAM, 2012).

A utilização dos VANTs no controle e fiscalização dessas estruturas permitirá que uma parte da análise seja possível pela obtenção de imagens de alta

resolução da estrutura tanto na sua totalidade, bem como de partes específicas, como taludes à jusante, montante, praia de rejeitos. Assim, é possível a visualização de indicadores de comprometimento da estrutura, menos passíveis de serem observados em vistorias de campo convencionais, visto algumas restrições de acesso em determinadas partes da estrutura. Isso auxilia a confecção das exigências de ações primordiais na conservação e segurança das estruturas, a serem cumpridas pela empresa.

Já em caso de uma eventual ruptura das estruturas, fato já observado na indústria mineral, a utilização desta ferramenta permitirá a avaliação do ocorrido sem pôr em risco a vida humana. Assim poderá definir a magnitude do impacto gerado ao meio ambiente, servindo de apoio no processo de tomada de decisão das medidas de controle e ações a serem executadas.

Outra possível utilização dessa ferramenta poderá ocorrer na fiscalização da extração de materiais aluvionares, em especial areia e seixo com uso de draga flutuantes em rios no processo de lavra. A extração desses materiais é contestada por diversos setores sociais, por causa dos desequilíbrios que tal atividade pode causar na dinâmica fluvial (KONDOLF, 1994; BATALLA, 2003; OLIVEIRA e MELLO, 2007).

As operações de lavra podem causar impactos nos parâmetros físicos da corrente fluvial, tanto a montante e jusante como lateralmente. Durante essa atividade, é desenvolvida a alteração na qualidade da água impacta diretamente no ecossistema aquático (KONDOLF, 1994; BATALLA, 2003; OLIVEIRA e MELLO, 2007).

A qualidade das águas, a jusante das barcas de dragagem, pode ser prejudicada em razão da turbidez originada pelo aumento de finos em suspensão, bem como pelo carreamento de óleos, graxas e outros efluentes capazes de provocar poluição. Caso a atividade seja desenvolvida muito próximas às margens dos rios, sem o cuidado devido, haverá grande possibilidade de processos erosivos se manifestarem, acarretando a supressão de matas ciliares e consequente assoreamento dos corpos d'água do entorno (MECHI e SANCHES, 2010).

Ressalta-se que a magnitude dos impactos gerados é acentuada quando não respeitado o limite da área de extração concedida pelo órgão competente. Como a operação é realizada em rios, não há uma demarcação física dos limites a

serem respeitados na lavra, o que possibilita a draga extrair o bem mineral fora da área permitida.

A dificuldade deparada no processo de fiscalização desse tipo de exploração se dá em função da necessidade de uma embarcação para realizar o deslocamento do agente fiscalizador até a balsa flutuante. Deste modo, tanto o flagrante da atuação ilegal como a identificação das condições de operação da balsa são limitadas.

Como advento dos VANTs na fiscalização, a constatação desses impactos ocorrerá de forma mais rápida. As imagens capturadas da balsa em operação servirão de prova na constatação da extração irregular e dos danos ocasionados ao meio ambiente. Destaca-se que esse procedimento poderá ser realizado porque é regulamentado e prescrito nas normas reguladoras de mineração por meio do item 1.6.1.3 da NRM 01:

Aos processos resultantes da ação fiscalizadora é facultado anexar quaisquer documentos, quer de pormenorização de fatos circunstanciais, quer comprobatórios, podendo o Agente Fiscalizador, no exercício das funções de inspeção da atividade minerária, usar de todos os meios legais à comprovação da infração.

Os VANTs também poderão ser utilizados na fiscalização da execução dos planos de recuperação de áreas degradadas (PRAD). A ferramenta poderá monitorar por meio da aquisição periódica de imagens se as ações para a recuperação e proteção das áreas mineradas estejam de acordo com as medidas propostas e estabelecidas pela empresa. Da mesma forma, poderá verificar se as atividades de recuperação contemplam toda a aérea de responsabilidade legal da empresa.

Com base na abordagem superior, evidencia-se a diversidade dos cenários passíveis do uso do VANT como ferramenta de fiscalização mineral. Seu uso aumentará o nível de informações das áreas durante e pós-lavra, fornecendo dados sobre as alterações e impactos ambientais ocasionados pela atividade mineral.

Desta forma, a gama de informações a serem proporcionadas com o advento desta tecnologia oferece potencialidades expressivas em relação à proposição de medidas e ações no controle dos os impactos ambientais adversos da

mineração. O que implica no melhor uso, controle e conservação dos recursos naturais.

O nível de informações também pode servir de base para os agentes de fiscalização no processo de orientação e aperfeiçoamento técnico das atividades executadas por parte dos mineradores. Isso implicaria em práticas menos danosas ao meio ambiente.

Conclui-se que a gama de informações a serem proporcionadas com o advento desta tecnologia no processo de fiscalização mineral alicerça as potencialidades expressivas em relação ao uso desta tecnologia ambiental no controle e conservação dos recursos naturais. Assim, essa técnica se torna uma opção válida para fortalecimento da fiscalização mineral e, conseqüentemente, proporciona conservação dos recursos naturais, por meio de um monitoramento ambiental mais condizente à importância destes recursos.

5 PROJETO VANT DNPM-PA

O projeto aqui analisado é produto de um termo de cooperação firmado entre a coordenação de ordenamento da extração mineral (CORDEM), pertencente à diretoria de fiscalização (DIFIS) do DNPM e à Faculdade de Tecnologia da Universidade Nacional de Brasília (UNB). O projeto visou ao desenvolvimento e à entrega, por parte da UNB, ao DNPM, de μ VANTs com características adequadas às demandas da CORDEM (DNPM, 2013, p.39).

Anteriormente ao início da parceria entre as instituições, a equipe da CORDEM realizou pesquisas sobre VANT e empresas desenvolvedoras desta tecnologia, identificando-se assim a UNB, que possuía um protótipo de VANT. Tal fato possibilitou, por parte da CORDEM, um convite para realizar um teste com este equipamento, no intuito de identificar como esse se portaria em condições comumente deparadas no processo de fiscalização mineral. O teste com o protótipo foi realizado na região do Seridó (RN/PB), em julho de 2011. Ao final do teste, foi observado que seriam necessárias adaptações no modelo do VANT da equipe da UNB para atender às peculiaridades da CORDEM. Entretanto, no contexto geral, os resultados desta etapa de campo foram bastante animadores e direcionaram para a escolha da UNB e na posterior construção do Projeto μ VANT/CORDEM, que foi aprovado em setembro de 2011 (DNPM, 2013, p.40).

Conforme a coordenadora do projeto, dentre as opções estudadas e analisadas, a UNB foi a selecionada, devido à facilidade de interação e possibilidade de desenvolver um equipamento voltado especificamente para as necessidades do DNPM. Uma empresa não teria esta flexibilidade de adaptação de equipamentos, pois possui um foco comercial e não de pesquisa e desenvolvimento.

Ademais, a coordenadora destacou que a opção da UNB também foi balizada nos custos que envolveriam o projeto. Os valores apresentados pelas empresas consultadas eram maiores que os apresentados pela UNB. Este fato foi aliado à dificuldade de encontrar empresas desenvolvedoras de VANTs, no ano de 2011, época de idealização do projeto.

Esta aliança tecnológica, como assim pode ser denominada a referida parceria DNPM/UNB, é uma estratégia totalmente válida, visto que a organização

quando não possui a competência necessária para criar uma tecnologia internamente, pode buscar parcerias para adquiri-la. Além do mais, a cooperação entre organização e universidade é benquista no desenvolvimento de uma nova tecnologia. O que permite limitar riscos tecnológicos de uma aquisição financeiramente arriscada, por meio do aumento de competências conjuntas às organizações (NUCHERA, 1999). À vista disso, essa cooperação no desenvolvimento e aquisição da tecnologia VANT para utilização na atividade de fiscalização mineral é um aspecto positivo e merecedor de destaque nessa análise.

Faz motivo de destaque, também, a ressalva que a transferência de uma tecnologia não pode estar fundamentada em apenas transferir a técnica ou equipamento. Pode, sim, subsidiar o completo desenvolvimento do processo tecnológico, abarcando técnicas e procedimentos que incorporem a qualificação do pessoal e a integração da tecnologia em contexto social e operacional (KUERH, 2007).

Ao projeto, então, coube-se a concepção de buscar viabilizar a elaboração dos diagnósticos de campo e facilitar a fiscalização e o monitoramento das atividades de mineração não autorizadas (BICHO apud DNPM, 2013, p. 40).

Para a coordenadora do projeto, características identificadas e tidas como gargalos na fiscalização destas atividades, tais como: dificuldade em obter informações confiáveis pelo fato da atividade ser irregular; riscos à integridade física dos técnicos do DNPM; dificuldade de acesso; dificuldade em encontrar os mineradores no local, em virtude da rede de comunicação que informa sobre a chegada dos fiscais; poderiam ser superados através do uso do VANT.

Neste contexto, o Projeto μ VANT/CORDEM foi criado com objetivo de: desenvolver μ VANTs e softwares para planejamento e controle de voo que atendam às demandas específicas da fiscalização, definir metodologia de processamento de dados dos sobrevoos e treinar pilotos para operar o equipamento (BICHO et al., 2013; DNPM, 2014). Ressalta-se que projeto previa também atividades de campo que subsidiaram a avaliação e a constatação de necessidade específicas, passíveis de mudanças para atender o objetivo final de fiscalização de áreas não tituladas (DNPM, 2013).

Desta forma, em relação ao protótipo inicial, foram incorporadas modificações para se chegar a um equipamento melhor adaptado às necessidades da diretoria de fiscalização do DNPM (BICHO et al., 2013, p.9317). Segundo a

coordenadora do projeto, a necessidade de inserção desta tecnologia depara-se na capacidade de exercer uma fiscalização que diminua os riscos para os fiscais de campo e traga um ganho maior em termos de custo, tempo e qualidade de informação, impactando diretamente na eficiência do processo de fiscalização.

O Projeto μ VANT/CORDEM contemplou inicialmente as superintendências dos estados da Paraíba, Ceará e Goiás (DNPM, 2013). A coordenadora do projeto justifica a referida escolha ao fato destes estados já possuírem projetos junto à CORDEM. Por conseguinte, acreditava que o treinamento destas equipes no uso deste equipamento seria algo simples e rapidamente replicável. Entretanto, esse treinamento se constituiu de um fator limitante na implantação do projeto. Conforme a coordenadora, a expectativa inicial era de um período de 6 a 8 meses, que na prática acabaram se estendendo por cerca de 2 anos. Dentre os principais motivos para o aumento do tempo na formação do piloto para operação do equipamento destacam-se as interrupções de treinamento. Este fato se justifica, visto a necessidade das constantes idas a campo dos fiscais que integravam a equipe em treinamento. Vale salientar que, na concepção do projeto, considerou essencial que os fiscais de campos integrassem as equipes para pilotar os equipamentos; já que esses, conhecendo as atividades de campo, poderiam tomar as decisões imediatamente ao fazer o uso das informações obtidas pelo VANT (DNPM, 2013).

5.1 PROJETO VANT SUPERINTENDÊNCIA DNPM-PARÁ

Embasado ao fato de que o projeto inicial não contemplava a superintendência do DNPM do estado do Pará – o qual possui em seu território a atividade de mineração vista, tanto como destaque no crescimento econômico e desenvolvimento da região, bem como causadora de impactos danosos ao meio ambiente, e aliada à importância deste órgão na atividade de fiscalização mineral e, conseqüentemente, no melhor aproveitamento e conservação destes recursos – surgiu a necessidade de analisar o projeto de incorporação dos VANTs, de forma particular dentro desta superintendência. Para tanto, tomou-se como base as atividades e o modo que essas foram desenvolvidas nessa superintendência,

postulando assim identificar se a tecnologia VANT foi gerida de forma a possibilitar a eficácia na sua utilização.

Os resultados e discussões foram descritos e analisados subsidiados na estrutura de ciclo de vida de um projeto, proposta no guia do conhecimento de gerenciamento de projetos (PMBOK), bem como nos aspectos das funções e processos que permeiam a gestão de inovação tecnológica.

5.1.1 Início do projeto

Na superintendência do DNPM do estado do Pará, o projeto teve início a parti do ano de 2013. Neste período o projeto μ VANT/CORDEM já estava em fase de execução. Como essa superintendência não foi contemplada inicialmente, foi necessário, conforme superintendente do estado, justificar junto à coordenação nacional, a importância da descentralização de uma unidade do VANT ao Pará.

Nesta fase do ciclo de vida do projeto, com base no guia PMBOK (2008), são definidos os objetivos que pretendem com a execução do projeto. Logo, o objetivo inicial do projeto era da utilização dessa ferramenta no processo de fiscalização mineral de áreas não tituladas do estado do Pará. Embora o projeto possua o referido objetivo, deve ser destacado que, devido às características e especificidades do estado do Pará, aliadas às características operacionais da aeronave, a exemplo de sua autonomia de uma hora e alcance de quatro quilômetros, o VANT do DNPM-PA, terá seu uso limitado em certas regiões do estado. Pode-se destacar a região do rio Tapajós, onde já foram identificadas mais de 3 mil frentes de lavra ilegal (EVARISTO apud FELLETT, 2014) e a região de garimpo dentro do território kayapó, em Ourilândia do Norte, onde as frentes de lavra ocupam cercam de 33 mil quilômetros quadrados (GONÇALVES apud FELLETT, 2014). Neste caso, uma aeronave com um alcance e autonomia maior deveria ser utilizada para realizar o monitoramento e controle dessas áreas críticas de extração ilegal.

Ainda, segundo o guia do conhecimento de gerenciamento de projetos (PMBOK), nesta fase do projeto se faz importante uma descrição básica, com informações relativas à sua duração, estimativa de recursos e custos para sua

execução. Entretanto, não foi registrado por esta superintendência nenhum documento interno que servisse de base ao desenvolvimento do projeto.

Conforme o superintendente do DNPM do estado Pará, nesta etapa do projeto foi tomado como referência o escopo do projeto da CORDEM. Ainda que tal prática tenha sido adotada pela superintendência do estado, registra-se que a ausência de um documento interno próprio pode gerar dificuldades e entraves no desenvolvimento do projeto. O referido documento é primordial para o sucesso pretendido, servindo de base para organização, para o gestor e equipe do projeto (PMBOK, 2008).

5.1.2 Organização e preparação

Esta fase constituiu-se no planejamento do projeto. Conforme consta no guia PMBOK (2008), deve haver uma estruturação das etapas a serem desenvolvidas para alcançar o objetivo final do projeto. Juntamente com a definição dessas etapas, deve-se determinar um cronograma para realização das mesmas, assim como a determinação dos recursos humanos e materiais necessários.

A estrutura do projeto no DNPM-PA balizou-se nas etapas do projeto μ VANT/CORDEM, principalmente no que diz respeito ao processo de treinamento dos operadores do equipamento, que se constituía das seguintes etapas:

- i. treinamento teórico e instrução de uso do simulador;
- ii. voo em simulador;
- iii. voo em terceira pessoa;
- iv. voo em primeira pessoa;
- v. operação do VANT.

No que cerne aos recursos humanos, de acordo com o superintendente do DNPM-PA, foram escolhidos três técnicos para realizar o treinamento; sendo que dois pertencentes à divisão de gestão de títulos minerários (DGTM) e um da divisão de fiscalização da atividade minerária (DFISC).

Em relação a um cronograma das atividades, não houve, por parte do órgão, a observação deste instrumento. Ressalta-se que o fato de se formar equipes mistas, ou seja, com participantes de diferentes áreas dentro do órgão, já justifica a

criação de um cronograma para subsidiar as atividades, visto que os técnicos do órgão possuem atribuições diferentes na superintendência e, conseqüentemente, a disponibilidade para o treinamento não seria a mesma.

De igual maneira, não se atentou a definição de um gestor interno para o projeto em questão, decisão que já caberia, no início do projeto, mesmo que o intuito inicial fosse replicar o projeto μ VANT/CORDEM. Haveria a necessidade real de um gestor para este projeto, visto que são superintendências diferentes, com ambientes com particularidades e recursos humanos diferentes, além é claro de se tratar de uma incorporação de uma tecnologia, onde seu sucesso é inerente a um gerenciamento estratégico. Corrobora a essa análise a premissa que a gestão de uma tecnologia deve ser executada conforme o contexto organizacional aonde essa é inserida (Nuchera,1999).

Para *Fundación* COTEC (1999), compete ao gestor conduzir o trabalho de uma equipe, atuando nos níveis de confiança e cooperação dos integrantes do projeto. Do mesmo modo que, no entendimento, por parte dessa equipe, sobre as tarefas a serem desenvolvidas e prazos a serem cumpridos. Assim, a definição de um gestor é importante no desenvolvimento das atividades a serem executadas. Faz-se essencial a sua atuação na integração dos participantes da equipe, bem como a sua responsabilidade na correta informação do andamento e evolução do projeto perante a organização.

Nesta fase do projeto, o gestor também é responsável pela elaboração de um plano de gestão de riscos. Ao passo que, no projeto VANT do DNPM-PA, não houve a definição de um gestor, conseqüentemente, não houve também a elaboração de um plano de riscos. Para o guia PMBOK (2008), este plano é um aspecto importante, pois visa a propor medidas preventivas ou mitigadoras para possíveis circunstâncias que possam afetar o desenvolvimento eficiente do projeto. No caso do projeto VANT do Pará, um plano de gestão de riscos poderia, a exemplo, contemplar medidas para possíveis quebras dos equipamentos, manutenção, estoque de peças, formas de deslocamento para áreas de treinamento e para a utilização da ferramenta em campo, assim como também previsão de possíveis fontes de recursos para situações não planejadas.

Com relação aos materiais necessários para o desenvolvimento do projeto junto a UNB, definiu-se a necessidade dos seguintes: rádios de controle, aeromodelos, software para geração de plano de voo, software para processamento

das imagens, conjunto VANT composto pela aeronave, rádios, estação de solo (monitor, tripé, antena, receptor e gravador de vídeo), baterias e carregadores; câmera fotográfica, óculos para visualização do vídeo em tempo real e malas para acomodamento dos equipamentos (DNPM, 2014).

E, por fim, visto a obrigação de autorização para o uso deste tipo de aeronave no espaço aéreo brasileiro, a etapa de regulamentação também constou nesta fase de organização do projeto.

5.1.3 Execução do projeto

Conforme o guia PMBOK (2008), esta fase põe em prática as atividades anteriormente planejadas. As etapas do projeto VANT da superintendência do Pará começaram a ser executadas a partir de fevereiro de 2013. Conforme os técnicos integrantes do projeto, a execução inicial tratou-se do treinamento teórico, com instruções básicas para o posterior treinamento em simulador. Sendo esta a segunda etapa desenvolvida no projeto, fez-se o uso de computadores desktop, software apropriado e rádio transmissor específico para treinamento. O uso de um simulador foi extremamente válido, visto que buscou que os técnicos se familiarizassem com a operacionalização do rádio controle, assim como com situações semelhantes às que iam se deparar nas fases posteriores. Ressalta-se que a ausência dessa fase poderia refletir em custos maiores nas demais fases.

Adiante etapa supracitada, realizou-se o treinamento em “terceira pessoa” com uso de aeromodelo para aprimoramento de técnicas de decolagem, controle em voo e pouso. Esclarece que a característica principal deste tipo de treinamento é a visão total da aeronave durante todo o voo. Concluída tal etapa, ocorreu o treinamento em “primeira pessoa”, onde o piloto, auxiliado por equipamentos para pilotagem remota, executa o voo sem a visão da aeronave. Para este treinamento, foi feito o uso de um protótipo do VANT com intuito de aprimorar as técnicas de decolagem, controle em voo a longa distância e pouso.

Os treinamentos anteriormente executados serviram de base a fim de que os pilotos pudessem iniciar o treinamento para operar o equipamento VANT, assim a execução desta prática deu-se com o uso do próprio VANT. Realizou-se a captura de imagens, vídeos e fez-se o uso do equipamento de pilotagem remota

completo, envolvendo a elaboração de planos de voos e gravação do plano de voo no equipamento.

A esta execução também se agregou o treinamento para a utilização de softwares que subsidiam a operação do equipamento. Incluiu-se também um treinamento para o resgate de aeronave perdida em meio a áreas de difícil acesso. Em relação aos softwares, a premissa do projeto μ VANT/CORDEM era a utilização de softwares livres ou de baixo custo para que todos os envolvidos no projeto tivessem acesso aos programas e processassem os dados já em campo. Para processamentos mais complexos a ideia era utilizar softwares mais “robustos” (DNPM, 2013).

Neste sentido, para que os softwares possam operar adequadamente, caberia também à superintendência do Pará a capacitação dos servidores na utilização desses softwares, além da aquisição de computadores capazes de suportar a instalação e o processamento adequado das imagens. Tal fato ainda não havia sido observado na gestão dessa tecnologia por parte da referida autarquia.

A equipe em treinamento também foi instruída para efetuar manutenção e pequenos reparos, tanto na estrutura da aeronave como em alguns equipamentos eletroeletrônicos constituintes do conjunto VANT. Registra-se que tais procedimentos são essenciais para a efetiva utilização do VANT no ambiente de fiscalização, uma vez que o equipamento está propício a danos em sua estrutura nesse ambiente de campo. A equipe instruída neste aspecto poderá agir para sanar eventuais contratemplos com a aeronave, não necessitando assim abortar uma fiscalização quando se deparar com tal situação. Contudo, para que esse tipo de ação se concretize, é necessário que a superintendência do estado disponha de recursos para aquisição de peças de reposição para fins de manutenção dos equipamentos. Destaca-se, conforme a coordenadora do projeto μ VANT/CORDEM, que a responsabilidade de manutenção é do órgão e não da UNB. Desta forma, uma gestão eficaz desta tecnologia também deve contemplar um contrato de aquisição de peças de reposição e com previsão de serviços de manutenção que extrapolam a capacidade dos integrantes do projeto. Tais serviços tornam-se ainda mais necessários devido ao fato, que uma possível renovação de autorização de voo dessas aeronaves, conforme ANAC (2012), incluirá entre outros aspectos a necessidade do VANT apresentar uma manutenção periódica.

A deficiência em qualquer tipo de recurso implica em dificuldades na gestão tecnológica. Os recursos humanos, financeiros e tecnológicos devem ser planejados, organizados e desenvolvidos de forma estratégica e integrada, em prol de um gerenciamento tecnológico adequado (*Fundación COTEC*, 1999).

Igualmente, Nuchera (1999) reitera a necessidade em dedicar atenção especial aos recursos necessários no processo de gestão de uma tecnologia. A ausência de certos recursos podem representar sérios problemas no desenvolvimento global do processo.

No que diz respeito à execução da regulamentação do VANT do Pará, até setembro de 2015, ainda não havia, por parte dessa superintendência, uma autorização de voo para referida aeronave. No Brasil, atualmente, para realização de voos com os VANTs é necessária a posse do certificado de autorização de voo experimental (CAVE), o qual é emitido segundo as diretrizes da instrução suplementar 21-002 da ANAC. É muito importante destacar que o projeto μ VANT/CORDEM possui CAVE. Entretanto tal, certificado deve ser expedido individualmente para cada aeronave do projeto, visto que cada aeronave deve possuir um registro, conforme Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) número 21 (ANAC, 2012).

Destaca-se que a operação do VANT do DNPM-PA também estará condicionada à autorização do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), através da circular de informações aeronáuticas - número 21, de setembro de 2010 (AIC-N 21/10). Dessa forma, tanto ANAC quanto DCEA possuem competências complementares na autorização para o voo desse tipo de aeronave (ANAC, 2012).

Caso não seja emitido o CAVE para a aeronave do estado do Pará, as informações obtidas por meio desta ferramenta não poderão ser utilizadas como provas legais em nenhum processo de fiscalização. Ao mesmo tempo, a utilização desta aeronave sem a devida autorização dos órgãos competentes estará sujeita às penalidades previstas na Lei 7.565/86. (ANAC, 2012). Desta maneira, é fundamental para o projeto que a regulamentação da aeronave seja executada ou por parte da superintendência do Pará ou por parte da CORDEM.

Enfim, com base no guia PMBOK (2008), incorporada a esta fase de execução faz-se necessária a realização de uma fase de controle, pois é comum ocorrerem alguns desvios nas ações planejadas do projeto. Assim, a efetivação

desta fase não só permite à organização monitorar o estado real do trabalho executado como também comparar a evolução do projeto com o anteriormente planejado. Isso subsidia tomada de decisão no processo de correção de determinados desvios deparados na fase de execução. Este tipo de plano é inerente a uma gestão estratégica de uma organização na execução de um determinado projeto. Da mesma forma que outros aspectos relevantes ao processo de gestão dessa tecnologia, este também não foi tomado em consideração no projeto VANT do DNPM-PA.

5.1.4 Encerramento

Conforme disposto no guia PMBOK (2008), o projeto é uma ação temporária para a criação de um determinado serviço, produto ou um resultado exclusivo para a organização. A esta ação momentânea, faz-se referência de um início e um final.

Ainda de acordo com guia PMBOK (2008), o final do projeto está correlacionado com a observação de certos aspectos. Um destes se refere ao alcance do seu objetivo. Deste modo, fazendo a alusão ao objetivo final do projeto VANT da superintendência do DNPM-PA – que é a utilização de veículos aéreos não tripulados como ferramenta de fiscalização mineral de áreas não tituladas – não se pode considerar o projeto em questão encerrado, uma vez que ainda não foi executada nenhuma fiscalização utilizando a tecnologia VANT. Do mesmo modo, a regularização para voo da aeronave deve também ser executada para ser ter a conclusão efetiva do projeto VANT da superintendência do DNPM-PA.

Embora, não tenha ocorrido o encerramento do referido projeto, alguns aspectos já podem ser analisados, pois conforme o guia PMBOK (2008), durante a fase de encerramento, pode-se realizar uma apreciação dos aspectos relevantes ao projeto, abordando prós e contras do seu desenvolvimento.

Dentre os pontos considerados positivos, sobressai a conclusão do treinamento de 495h para toda a equipe envolvida no projeto VANT do DNPM-PA. O referido treinamento, além de habilitar pilotos para a operação do VANT, agregou a formação profissional dos participantes e se constituiu como uma especialização devidamente certificada para todos os integrantes. O treinamento adequado na

inserção deste tipo de tecnologia é fundamental para o sucesso das operações. Um piloto mal qualificado poderá influenciar a qualidade do processo de fiscalização com essa tecnologia, comprometer a conservação da aeronave, aumentar a probabilidade de queda e implicar no aumento de custos na utilização dessa tecnologia. Desta forma, o treinamento é um dos aspectos que devem ser tomados como base na gestão dessa tecnologia.

Não obstante a superintendência do DNPM-PA possuir pilotos devidamente qualificados, isto não é fator suficiente para a efetividade da utilização dessa tecnologia, tampouco é motivo de relevar os percalços deparados no desenvolvimento do projeto VANT do DNPM-PA. Assim, com base na análise dos dados da presente dissertação, podem-se destacar as dificuldades apresentadas: na equalização entre as atividades de treinamento e as atribuições normais dos cargos exercidos na superintendência; na disponibilidade de veículo dentro do órgão para transporte dos técnicos e equipamentos até o local de treinamento; na disponibilidade de suprimentos financeiros específicos para compras de peças e realização de serviços de manutenção da aeronave; na aquisição de recursos para deslocamentos de pessoal para participação em treinamentos fora do estado; na ausência de computadores de alto desempenho para tratamento dos dados obtidos durante os voos; na clareza da definição da responsabilidade de certificação da aeronave. Registra-se que os recursos sociais expostos acima são fundamentais para que uma inovação tecnológica seja bem-sucedida. Para Lima e Mendes (2002), a ineficiência ou ausência de algum tipo de recurso social, seja ele de caráter econômico, matérias-primas e qualificação mão de obra, implicará na maior possibilidade de fracasso da tecnologia. Assim, diante das exposições realizadas, pode-se inferir que as inobservâncias desses aspectos se tornaram fatores limitantes na gestão dessa tecnologia dentro da superintendência do DNPM-PA.

Isto posto, as condições culturais, estruturais, financeiras e logísticas, dentro dessa autarquia devem estar presentes e se fazerem respeitadas nessa incorporação tecnológica. Para Deitos (2002), estas condições dificilmente são encontradas dentro de uma organização, fato que influi diretamente na operacionalização eficaz da tecnologia a ser utilizada. Deste modo, a eficácia da tecnologia VANT necessita de um o ambiente com condições favoráveis dentro da superintendência do DNPM-PA – o que requer o devido grau de importância por parte dos gestores dentro dessa autarquia, a fim de possibilitar o encerramento do

projeto e a posterior utilização do VANT nos mais diversos cenários de fiscalização minerária do estado do Pará.

Observa-se que o encerramento do projeto não está relacionado com seus resultados e sim com a realização e finalização de todas as atividades planejadas no seu desenvolvimento. Além disso o guia PMBOK (2008) aborda que os resultados dos projetos devem refletir em impactos sociais, econômicos e ambientais. Quando tal fato é concretizado, estes resultados tendem a ser duradouros. Igualmente, Tidd e Bessant (2015), consideram que o sucesso de uma determinada inovação tecnológica não se restringe à eficácia apenas do lado técnico. Esta deve acrescer também uma geração de valor no contexto social onde será utilizada.

5.2 GUIA INCORPORAÇÃO VANT

Para Corrêa et al. (2011), a atividade de fiscalização é parte da estratégia da conservação do meio ambiente e, para ser efetiva, necessita que sua ação seja desenvolvida por órgãos da União, estados, em conjunto com a colaboração dos municípios.

Deste modo, visto a importância do processo de fiscalização na conservação dos recursos naturais e a utilização da tecnologia do VANTs nas ações fiscalizatórias da mineração, fez-se relevante e oportuna a elaboração de um guia. O que pode contribuir no processo de incorporação de VANTs por partes de órgãos competentes à atividade de fiscalização mineral e ambiental.

Ressalta-se que esta tecnologia possui características que a potencializam como uma ferramenta capaz de promover o controle mais ativo dos impactos ambientais negativos, oriundos de atividades mineradoras.

Entretanto, a eficácia dessa tecnologia não se restringe simplesmente ao fato de adquiri-la. Ressalta-se que os VANTs originalmente não foram desenvolvidos para este fim. Seu uso para uma nova atividade implica na necessidade de um processo de gerenciamento capaz de subsidiar o sucesso dessa inovação em questão.

Nesta premissa, foi elaborado um guia com recomendações pautadas nos modelos de processo de gestão de inovação abordados nesta dissertação e na experiência da aquisição desta tecnologia por parte do DNPM-PA.

O referido guia é apresentado no (Apêndice - A) desta dissertação e foi organizado em duas seções principais. A primeira refere-se a uma breve contextualização sobre a tecnologia dos veículos aéreos não tripulados, com recorte para sua utilização na fiscalização mineral, em conjunto com a parte teórica sobre a importância de gestão de inovação tecnológica, baseada em funções e processos que possibilitem a gestão mais eficiente de uma determinada tecnologia. A segunda parte remete às recomendações propostas para a incorporação de veículos aéreos não tripulados, para fins de fiscalização mineral/ambiental.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um processo de incorporação tecnológica bem-sucedido é alicerçado a um conjunto de decisões sistemáticas, relativas à aquisição, desenvolvimento, estruturação e aprendizado, referentes a uma determinada tecnologia. Tomando como base o desenvolvimento e resultados da pesquisa, foi possível confirmar a hipótese da mesma, evidenciando que o processo de incorporação da tecnologia do VANT por parte do DNPM-PA, foi realizado de forma parcial e fragmentado.

Dentro dos aspectos considerados no desenvolvimento da pesquisa que corroboram que o processo de incorporação do VANT, executado pela superintendência do DNPM-PA, não foi realizado estrategicamente pelo órgão. Destacam-se os seguintes: a) ausência de um gestor responsável pelo gerenciamento do projeto dentro da superintendência, tornando o processo desarticulado, sem controle de prazos e das atividades a serem executadas para alcançar o objetivo; b) dificuldades na logística de treinamentos e na compatibilização das funções desempenhadas inerentes ao cargo dos técnicos integrantes do projeto, para com as atividades que deveriam ser realizadas para o desenvolvimento das etapas – o que influenciou no prolongamento do tempo de execução das atividades; c) recursos limitados para manutenção e reposição de peças da aeronave, dificultando o processo de treinamento em alguns momentos do projeto; d) ausência de documentos internos referentes ao projeto VANT desenvolvido pela superintendência; e) nenhuma atividade de fiscalização mineral realizada utilizando a ferramenta, mesmo já decorrido trinta e dois meses do início do projeto.

O projeto também apresentou aspectos positivos. A exemplo, destaca-se: a aliança tecnológica firmada *entre DNPM e UNB* para o desenvolvimento, *adaptação e posterior a aquisição da tecnologia*. Entretanto, não pode ser tomado como aspecto suficiente para considerar a ocorrência de um gerenciamento estratégico na incorporação do VANT. Mesmo que a tecnologia seja adquirida externamente, como foi o caso do projeto do DNPM-PA, a responsabilidade do órgão incorporador não se resume ao fato da aquisição; esta é apenas uma etapa de todo o processo a ser desenvolvido. Assim, o órgão incorporador necessita dispor

de práticas, funções relacionadas com a gestão de inovação, que possibilitem a correta utilização da tecnologia. Tais ações, em sua maioria, não foram realizadas por parte da superintendência do estado. Isso implicou diretamente na não conclusão do projeto e impossibilitou, dessa forma, a utilização do VANT como ferramenta de fiscalização mineral de áreas não tituladas.

No entanto, as ausências e inconsistências de algumas práticas e etapas realizadas por parte da superintendência do DNPM-PA durante o projeto de incorporação do VANT podem ser, até de certa forma, aceitáveis, por se tratar de um trabalho pioneiro e inovador dentro dessa superintendência. Destaca-se que alguns dos fatores limitantes apresentados no decorrer do projeto estão diretamente relacionados com a inexperiência no processo de gerenciamento tecnológico. Deste modo, as inconformidades apresentadas durante o projeto devem ser tomadas por parte do órgão como lição e aprendizado. Deve-se buscar melhorias e adequá-las para futuros projetos, sem causar nenhum demérito sobre eles. Recomenda-se que seja realizada, por parte da superintendência do DNPM-PA, uma discussão sobre o desenvolvimento do referido projeto, onde seja discutido por parte dos integrantes do projeto e o superintendente do órgão ações a serem tomadas para o encerramento do projeto e a posterior utilização eficaz da tecnologia.

Também se recomenda que, a partir do aprendizado e do *know-how* adquirido dessa experiência, a superintendência do estado do Pará adquira uma nova plataforma de VANT, com as limitações da atual aeronave em atender certas especificidades da fiscalização mineral dentro do estado.

Atualmente há diversas opções de aeronaves com características distintas, capazes de atender aos mais diferentes cenários de fiscalização mineral. Tais escolhas tendem a aumentar, pois o processo de regularização dos VANTs no Brasil está em fase de conclusão. A partir de sua aprovação, há expectativa que a comercialização e utilização dessa ferramenta seja feita de forma mais intensa no país. Para Everaerts (2008), à medida que se formalizem todos os regulamentos na inclusão dessas aeronaves no espaço aéreo, essa tecnologia se tornará rapidamente a plataforma preferida em atividades de sensoriamento e controle de áreas.

Deste modo, há grande possibilidade na intensificação do desejo de utilização dessa tecnologia no processo de fiscalização mineral e controle ambiental. Partindo dessa premissa, espera-se, por meio da difusão desta dissertação, que a

mesma possa contribuir na concepção de que a eficácia dessa ferramenta não se restringirá ao simples fato de adquiri-la. Também se espera elucidar que o seu sucesso perpassa por um processo de gestão tecnológica sistemático e estratégico, subsidiado em funções e processos que permitam lograr o sucesso de forma mais eficiente e eficaz.

Da mesma forma, pretende-se que a pesquisa sirva de motivação para a realização de outros trabalhos na área de gestão de inovação tecnológica. Um setor ainda pouco explorado dentro de um país que possui grande potencial tecnológico, mas que carece também de um número maior de pesquisas referentes ao tema da presente dissertação.

Observa-se que a pesquisa desenvolvida, adotou uma abordagem “objeto” onde caracterizou-se por compreender um processo inovador de uma tecnologia específica dentro da organização DNPM-PA, entretanto o estudo aqui iniciado, pode ser ampliado, abrangendo uma problemática sobre a capacidade e o comportamento inovador do DNPM em sua totalidade, desta forma uma abordagem “sujeito” seria a ideal, visto abordar as estratégias, incentivos e as barreiras à inovação dentro de toda a organização.

Além disso, almeja-se que o produto dessa dissertação – um guia para incorporação dos VANTs – sirva como base para que os órgãos competentes na fiscalização mineral venham adquirir a tecnologia dos VANTs e possam conduzir uma experiência pautada e estruturada em funções relevantes no processo de gestão dessa tecnologia, minimizando os riscos de fracasso da aquisição dessa técnica. Ressalta-se que os processos de gerenciamento são distintos as especificidades de cada organização. Entretanto, certos princípios devem ser respeitados e norteados para o sucesso da utilização dessa tecnologia como ferramenta de fiscalização mineral.

Destaca-se que a coexistência em um mesmo ambiente do desenvolvimento econômico, proveniente da atividade minerária e a conservação dos recursos naturais, perpassa, entre outros aspectos, de um processo de fiscalização atuante e eficaz,

A adoção de tecnologias ambientais de mensuração, como a dos veículos aéreos não tripulados (VANTs) apresentará um papel de destaque na realização dessa atividade, visto a potencialidade dessa ferramenta nos diversos cenários de

mineração passíveis a sua utilização, desde que tal tecnologia seja gerida adequadamente pelo órgão utilizador.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO, Germán Rodrigues. **Ciencia, Tecnología y Sociedad: una mirada desde la Educación em Tecnología.** Revista Iberoamericana de Educación, n.18,1998. p.107-143.

AIN, V. David et al. **Guía práctica La gestión de la Innovación en 8 pasos.** ANAIN - AGENCIA NAVARRA DE INNOVACIÓN. Pamplona. 2008. p.7.

AMADOR, Belkys; MARQUEZ, Alexandra. **Un modelo conceptual para gestionar la tecnología en la organización.** 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. **Instrução Suplementar- IS.** ANAC. n.21-002, revisão A, out. 2012. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/IS/2012/IS%2021-002A.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2015.

ANDRADE, Thales. **Inovação tecnológica e meio ambiente: a construção de novos enfoques.** Revista Ambiente & Sociedade; v. VII, n. 1, jan./jun. 2004.

ANGOTTI, José André Peres; AUTH, Milton Antônio. **Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação.** Ciência & Educação; v.7, n.1, 2001. p.15-27.

BARROS, Dalmo Arantes et al. **Breve análise dos instrumentos da política de gestão ambiental brasileira.** Política & Sociedade, Florianópolis, v.11, n. 22, nov. 2012.

BATALLA, Ramon J. **Déficit de sedimento fluvial a causa de las presas y las extracciones de áridos. Revisión con ejemplos del NE de España** Ramon. Revista C & G. vol.17. 2003.

BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 10 jun. 2015.

_____. **Código de Mineração.** 1967.

_____. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil, 1988.** Brasília: Senado Federal, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 10 out 2015.

BICHO, Cristina Prando et al. **Projeto μ VANT - uma parceria DNPM/UNB para desenvolvimento e uso de μ VANTs na fiscalização de atividades minerais não tituladas.** XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. Anais.13 - 18 de abril. 2013, INPE.

BIN, Adriana; PAULINO, Sônia Regina. **Inovação e meio ambiente na pesquisa agrícola**. In: Encontro anual ANPPAS. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. Indaiatuba, São Paulo, 2004.

BLYENBURGH, Peter Van. **UAS: The global perspective**. FederatingThe International UAS Community. Graz, Austria. nov. 2009.

CANTÚ, Sara Ortiz; ZAPATA, Álvaro R. Pedrosa. **¿Qué es la gestión de la innovación y la tecnología (ginnt)?** J. Technol. Manag, v.1, n. 2, nov. 2006.

CARSON, R. **Silent Spring**. Penguin Books, London.1962.

CARVALHO, Hélio Gomes; REIS, Dacio Roberto; CAVALCANTE, Márcia Beatriz. **Gestão da inovação**, Curitiba: Ayamará Educação, 2011.

CARVALHO, Leonardo Venâncio. **Os efeitos da falta de fiscalização após a concessão do licenciamento ambiental no Direito Brasileiro. Consequências na esfera ambiental e jurídica**. 2015. Disponível em: <leovenancio.jusbrasil.com.br/artigos/171411682/os-efeitos-da-falta-de-fiscalizacao-apos-a-concessao-do-licenciamento-ambiental-no-direito-brasileiro>. Acesso: 27.08.2015.

CEIM. **La Innovación: un factor clave para la competitividad de las empresas**. Confederación empresarial de Madrid "CEOE". Editora: Dirección General de Investigación. Consejería de Educación. Comunidad de Madrid. 2001.

CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO - CGU. **Controle e fiscalização do setor mineral é ineficaz, constata CGU**. jun. 2003. Disponível em: <<http://www.cgu.gov.br/noticias/2003/06/controle-e-fiscalizacao-do-setor-mineral-e-ineficaz-constata-cgu>>. Acesso: 17.08.2015.

COMISSION EUROPEA. **Libro Verde de la Innovación**.1995. Bruselas. Disponível em: <<http://sid.usal.es/idocs/F8/FDO11925/libroverde.pdf>>. Acesso: 25 maio 2015.

CORAZZA, Rosana Icassatti. **Tecnologia e Meio Ambiente no Debate sobre os Limites do Crescimento: Notas `a Luz de Contribuições Seleccionadas de Georgescu-Roegen**. Faculdades de Campinas (FACAMP), Economia, Brasília(DF), v.6, n.2, p.435–461, Jul./Dez. 2005.

CORREA, Rogério Giusto et al. **Fiscalização Ambiental INEA**. Série Gestão Ambiental (4). Rio de Janeiro, 1ª edição, nov. 2011.

DA COSTA, Rubens Vaz. **A teoria do desenvolvimento econômico de Joseph Schumpeter**. 1982.

DA SILVA, José Carlos Teixeira. **Tecnologia: conceitos e dimensões**. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba, PR, 23 a 25 de out. 2002.

DEITOS, Maria Lúcia M. de Souza. **A gestão da tecnologia nas pequenas e médias empresas fatores limitantes e formas de superação**. Edunioeste Cascavel. 2002.

DECEA - DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. **Saiba mais sobre voo de “drones”. Esclarece normas para voos no Brasil.** Publicado: 09/03/2015 13:50h. Disponível em: <<http://fab.mil.br/noticias/mostra/21519/ESPA%C3%87O-A%C3%89REO-Saibamais-sobre-voo-de-%60%60drones%C2%B4%C2%B4>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

_____. **Circular de Informações Aeronáuticas- AIC;** n.21/10, sep. 2010. Disponível em: <<http://servicos.decea.gov.br/arquivos/publicacoes/bf6241982f5c4dd693569e5d5fcb4f4c.pdf?CFID=0d596e5d-632e-4cc5988b81c096393cdf&CFTOKEN=0>>. Acesso em: 28 jul. 2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. **Histórico.** Disponível em: <<http://www2.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=45&IDPagina=35>>. Acesso em: 10 jul. 2015.

_____. **Relatório de gestão do exercício de 2012.** Disponível em: <contas.tcu.gov.br/econtrole/ObterDocumentoSisdoc?codArqCatalogado=5929864&seAbrirDocNoBrowser=1>. Acesso: 27.08.2015

_____. **Relatório de gestão do exercício de 2013.** Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/relatorios/relatorio-anual-de-atividades/relatorio-anual-de-atividades-2013-exercicio-2013>>. Acesso: 27.08.2015.

_____. **Normas Reguladoras de Mineração – NRM. Normas Gerais.** Portaria nº 237 de 18/10/2001. D.O.U. out.2001. Disponível em: <http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/Port_237_01.htm>. Acesso: 07.08.2015.

_____. **Sumário Mineral.** Brasília. Vol.33. dez 2013. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2013>>. Acesso: 24.07.2015.

DE PAULA, João Antônio; CERQUEIRA, Hugo E. A. da Gama; ALBUQUERQUE, Eduardo da Motta. **Ciência e tecnologia na dinâmica capitalista: a elaboração neo-schumpeteriana e a teoria do capital.** 2002.

DIACONU, Mihaela. **Technological Innovation: Concept, Process, Typology and Implications in the Economy.** Theoretical and Applied Economics; v. XVIII, n.10, 2001. p.127-144.

DOS SANTOS, Nivaldo; ROMEIRO, Viviane. **A responsabilidade sócio-ambiental das novas tecnologias.** 2008. p.7.

EISENBEISS, Henri. **UAV Photogrammetry.** Institut für Geodäsie und Photogrammetrie Eidgenössische Technische Hochschule Zürich. 2009.

ELY, Aloísio. **Economia do meio ambiente.** Porto Alegre, RS: Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser, 4ª ed.1990.

ENGEL, Vonia. **Schumpeter e o desenvolvimento econômico: ótica da inovação tecnológica.** 2011.

EVERAERTS, J. **The use of unmanned aerial vehicles (UAVS) for remote sensing and mapping.** The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. 2008.

FELLET, João. **Surto de garimpo destrói floresta e divide índios no Pará.** 2014. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/08/140731_garimpo_indios_para_jf_kb>. Acesso: 12.10.2015.

FORAY, Dominique; GRUBLER, Arnulf. **Technology and the environment: an overview.** Livro Technological forecasting and social change. New York, 1996.

FUCK, Marcos Paulo; VILHA, Ana Patrícia M. **Inovação Tecnológica: da definição à ação Contemporâneos.** Revista de Artes e humanidades; n.9, nov. 2011.

FUNDACIÓN COTEC. **Temaguide: pautas metodológicas en gestión de la tecnología y de la innovación para empresas.** Madrid: Cotec, 1999. Tomo I. Disponível em: www.cotec.es. Acesso em 12 maio 2015.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** Editora Atlas S.A. São Paulo. 6ª edição.2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. **Gestão para a sustentabilidade na mineração: 20 anos de história,** BRASIL. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Manual de fiscalização.** 2007; p.20.

JABBOUR, Charbel J. Chiappetta. **Tecnologias ambientais: em busca de um significado.** Revista de administração pública - RAP. Rio de Janeiro, maio/jun. 2010. p.591-611.

KONDOLF, G. Mathias. **Geomorphic and environmental effects of instream gravel mining.** Department of Landscape Architecture, University of California. set.1993.

KUEHR, R. **Environmental technologies: From misleading interpretations to an operational categorization and definition.** Journal of Cleaner Production, 2007.

LIMA, Marcos A. M; MENDES, José P. F. **Inovação na gestão organizacional e tecnológica: conceitos, evolução histórica e implicações para as micro, pequenas e médias empresas no Brasil.** Revista eletrônica de administração. n.3. jun. 2002.

LUSTOSA, Maria C. Junqueira. **Inovação e tecnologia para uma economia verde: questões fundamentais.** 2011. p.112.

_____. **Inovação e meio ambiente no enfoque evolucionista: o caso das empresas paulistas.** XXVII Encontro Nacional da Anpec. Belém, dez.1999.

MANUAL OSLO. **Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação.** Uma publicação conjunta de OCDE e Eurostat; traduzido sob a responsabilidade da FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos. Organização para cooperação e desenvolvimento econômico. Gabinete estatístico das comunidades europeias. 3ª edição. 2005, p.57.

MATTA, Paulo Magno. **O garimpo na chapada diamantina e seus impactos ambientais: uma visão histórica e suas perspectivas futuras.** Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana; Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Urbana da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção de grau de mestre. Salvador. 2006.

MEADOWS, Donella H. et al. **The limits to growth: a report for the club of rome's project on, the prejudicament of mankind.** Published in the United States of America, by Universe Books, New York, in 1972.

MECHI, Andréa; SANCHES, Djalma Luiz. **Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo estudos avançados.** 2010.

MODELO NACIONAL DE GESTIÓN DE TECNOLOGIA E INNOVACIÓN, MÉXICO. XVI Edición Fundación Premio Nacional de Tecnología, A.C. 2005.

MONTEJO, Maria José. La innovación en sentido amplio. In: Fundación COTEC para la innovación tecnológica. **La persona protagonista de la innovación,** Capítulo 1. 2006.

NUCHERA, Antonio Hidalgo. **La gestión de la tecnología como factor estratégico de la competitividad industrial.** Economía Industrial; n.330,1999.

OLIVEIRA, Flávia Lopes; MELLO, Édson Farias. **A mineração de areia e os impactos ambientais na bacia do rio São João.** Revista Brasileira de Geociências, jun. 2007.

OLIVEIRA, Tébis. **Saindo do experimentalismo.** Revista Inthemine, 57ª ed. jul/ag. 2015.

PMBOK. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos - GUIA PMBOK.** Project Management Institute. 4ª ed., 2008.

PRODANOV, Cléber C.; FREITAS, Ernani C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** Universidade Feevale. Novo Hamburgo; Rio Grande do Sul; 2ª ed.; 2013.

QUIRINO, R. et al. **Impacto Agroambiental: perspectivas, problemas e prioridades.** São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1999.

REIS, Maria Rita. **Tecnologia social de produção de sementes e agro biodiversidade.** Dissertação de mestrado. Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília. Área de Concentração: Política e Gestão Ambiental. Brasília, DF, jun. 2012.

RODRIGUES, S. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico agropecuário: fundamentos, princípios e introdução à metodologia.** Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1998.

SILVA, Eristelma T. de Jesus Barbosa. **Veículos aéreos não tripulados: panorama atual e perspectivas para o monitoramento de atividades ilícitas na Amazônia.** Anais. XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

SOUZA, Daniel Oliveira L. **Ferramentas de gestão de tecnologia: um diagnóstico de utilização nas pequenas e médias empresas industriais da região de Curitiba.** Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – CEFET/PR. Curitiba. 2003.

TIDD, Joe; BESSANT, John. **Gestão da inovação.** Porto Alegre: BOOOKMAN editora Ltda, 5ª edição. 2015.

TONIDANDEL, Rodrigo de Paula; PARIZZI, Maria Giovana; LIMA, Hernani Mota. **Aspectos legais e ambientais sobre fechamento de mina, com ênfase no estado de minas gerais.** Geonomos. 2012; pg. 32-40. Disponível em: <www.igc.ufmg.br/geonomos>. Acesso em: 12 jun. 2015.

VARELLA, Sérgio Ramalho Dantas; MEDEIROS, Jefferson B. Soares; SILVA JUNIOR, Mauro Tomaz. **O desenvolvimento da teoria da inovação schumpeteriana.** XXXII Encontro Nacional de Engenharia de produção. Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de out. 2002.

VERASZTO, Estéfano Vizconde et al. **O papel e os desafios da ciência e tecnologia no cenário ambiental contemporâneo.** Artigo publicado no III SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2006.

_____. **Tecnologia: buscando uma definição para o conceito.** Revista Prisma.com, n.8, 2009a, p. 19-46.

_____. **Desafios da globalização para garantir um desenvolvimento científico, tecnológico e sustentável.** Revista do Centro de Educação a Distância – CEAD/UDESC. v.2, n.2. 2009b.

_____. **Influência da sociedade no desenvolvimento tecnológico: um estudo das concepções de graduandos brasileiros do Estado de São Paulo.** Revista CTS, n.17, v.6, abril. 2001. p.179-211.

VACAS, F. Sáez et al. **Innovación tecnológica en las empresas introducción.** Temas básicos, ETS de Ingenieros de telecomunicaciones, Universidad Politécnica de Madrid, 2013. Disponível em: <<http://www.gsi.dit.upm.es/~fsaez/intl/capitulos/1%20-Introducci%F3n.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2015.

ZANATTA, Marina. **A obsolescência programada sob a ótica do direito ambiental brasileiro.** 2013. p.2

APÊNDICES



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DO MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE RECURSOS
NATURAIS E DESENVOLVIMENTO LOCAL NA AMAZÔNIA (PPGDAM)
MESTRADO EM GESTÃO DOS RECURSOS NATURAIS E
DESENVOLVIMENTO LOCAL

APÊNDICE A - GUIA VANT

GUIA PARA INCORPORAÇÃO DE VANT

Como Ferramenta
de Fiscalização
Mineral/Ambiental

**GUIA PARA
INCORPORAÇÃO DE
VANTs
Como Ferramenta de
Fiscalização
Mineral/Ambiental**

Autor
Inaldo de Sousa Sampaio Filho

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	99
Seção 1 - Contextualização.....	100
1 VANTs	100
1.1 VANTs NO PROCESSO DE FISCALIZAÇÃO MINERAL.....	102
2 GESTÃO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA	104
2.1 IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA.....	104
2.2 ATIVIDADES, FUNÇÕES E PROCESSOS DE GESTÃO DE INOVAÇÃO.....	105
Seção 2 - Recomendações	110
3 PROCESSO DE INCORPORAÇÃO DE VANT	110
3.1 BUSCA E SELEÇÃO DO VANT	110
3.2 ESCOPO DO PROJETO.....	111
3.3 PLANEJAMENTO DO PROJETO	112
3.4 EXECUÇÃO DO PROJETO	115
3.5 FINALIZAÇÃO DO PROJETO.....	117
4 DISPOSIÇÕES FINAIS	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119

APRESENTAÇÃO

O presente guia é resultado de uma pesquisa desenvolvida no programa de pós-graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia (PPGEDAM) da Universidade Federal do Pará. Desenvolvido para auxiliar no processo de incorporação da tecnologia dos veículos aéreos não tripulados (VANTs).

A tecnologia dos veículos aéreos não tripulados, inicialmente desenvolvidos para fins militares, possui características que a fez rapidamente ser vista como ferramenta potencial na execução das mais diversas atividades em áreas diferentes da sua concepção inicial. Dentre as novas concepções de uso dessas aeronaves, inclui-se sua utilização como ferramenta no processo de fiscalização mineral e ambiental.

A potencialidade no uso dessa tecnologia não significa que sua aquisição refletirá em sucesso garantido. Ressalta-se que, por se tratar de uma tecnologia, esta precisa ser gerida de forma adequada. Caso contrário, a organização que pleitear o uso desta poderá ter dificuldades no processo de sua incorporação.

Assim, faz necessário que alguns procedimentos sejam adotados, por parte da organização, para que seja criado um ambiente com condições propícias ao uso da tecnologia VANTs para fins de fiscalização mineral/ambiental.

Objetivo do Guia

Este guia tem como objetivo principal contribuir no processo de incorporação de VANTs destinados à fiscalização mineral/ambiental tendo, como público alvo, organizações que lhe competem a atividade de fiscalização minera/ambiental, conforme descrito na Constituição Federal de 1988, em seu Art. 23, inciso XI.

Organização e Metodologia

O presente guia está organizado em duas seções principais: a primeira refere-se a uma breve contextualização sobre a tecnologia dos veículos aéreos não tripulados referente ao recorte proposto por este guia, em conjunto com a parte teórica sobre a importância de gestão de inovação tecnológica, baseada em funções

e processos que possibilitem a gestão mais eficiente de uma determinada tecnologia. A segunda parte remete às recomendações propostas para a incorporação de veículos aéreos não tripulados, para fins de fiscalização mineral/ambiental.

A metodologia de elaboração desse guia deu-se tanto por meio de uma revisão da literatura a respeito de gestão de inovação tecnológica, quanto pela análise de um estudo de caso da incorporação da tecnologia dos VANTs, como ferramenta de fiscalização mineral por parte do Departamento Nacional de Produção Mineral do estado do Pará (DNPM-PA).

Desta forma, as recomendações propostas nesse guia são estruturadas em etapas, embasadas nas funções, atividades e processos de gestão de inovação tecnológica e no processo de incorporação da tecnologia realizada pelo DNPM-PA.

A partir deste guia espera-se uma melhor compreensão sobre a importância de uma gestão estratégica para a eficiência desta tecnologia no âmbito da fiscalização mineral/ambiental.

Seção 1 - Contextualização

1 VANTs

Veículos aéreos não tripulados - VANT, ou UAV, termo inglês para *unmanned aerial vehicle* – é usado para descrever aeronaves que não necessitam de pilotos a bordo para executar voo. Outro termo bastante difundido, originado nos Estados Unidos, “drone” é utilizado para caracterizar qualquer objeto voador não tripulado. Entretanto essa terminologia é genérica, não possuindo um fundamento técnico ou definição na legislação (DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO - DECEA, 2015).

A legislação brasileira pertinente, através da Circular de Informações Aéreas AIC Nº 21/10, define VANT como “aeronave projetada para operar sem piloto a bordo, que possua uma carga útil embarcada e que não seja utilizado para fins meramente recreativos. Nesta definição, incluem-se todos os aviões, helicópteros e dirigíveis controláveis nos três eixos; excluindo-se, portanto, os balões tradicionais e aeromodelos” (DECEA, 2010).

Os VANTs possuem duas subcategorias. A primeira faz referência a aeronaves autônomas, definida na AIC N 21/10 como VANT que, uma vez programado, não permite intervenção externa durante a realização do voo.

Conforme DECEA (2015), essa subcategoria não possui permissão de voo no espaço aéreo brasileiro.

A segunda subcategoria é denominada de RPA (Remotely Piloted Aircraft), em português Aeronave Remotamente Pilotada – ARP. Nesta categoria, mesmo durante um voo programado, o piloto presente numa estação remota de pilotagem (ERP) monitora a aeronave o tempo todo e possui responsabilidade direta pela operação segura e o controle das ações da aeronave durante o voo (Agencia Nacional de Aviação Civil-ANAC, 2012).

Há ainda o termo RPAS, (Remotely Piloted Aircraft Systems). Trata-se do sistema de RPA e envolve todo o conjunto de componentes e recursos do sistema que subsidiam o voo da aeronave (DECEA 2015).

Para Eisenbeiss (2009), os VANTs apresentam certas vantagens quando comparados a outras ferramentas de aquisição de imagens. O custo, dependendo da área a ser coberta, bem como a capacidade e habilidade de obter as imagens e vídeos, e enviá-los simultaneamente à estação de controle para serem tratados são exemplos de benefícios de utilização desta ferramenta.

De forma geral, os VANTs podem ser categorizados com base em critérios tais como: a necessidade ou não de energia elétrica; se são mais leves que o ar; se possuem asas fixas ou rotativas (EISENBEISS ,2009). Destaca-se que essas características influenciam na forma de operação da aeronave, em suas manobras, estabilidade, aproximação dos alvos e forma de decolagem e pouso.

Outra forma de classificação dessas aeronaves para usos civis é a proposta por Blyenburgh (2009), onde este considera características como peso, altura de voo, raio ou alcance e autonomia do voo para categorizar as aeronaves, conforme demonstrado no quadro 1 abaixo.

Quadro 1 - Classificação VANTs usos civis

Categoria	Massa (kg)	Alcance(km)	Altitude(m)	Autonomia (horas)
Nano	<0,025	<1	100	<1
Micro	<5	<10	250	1
Mini	<25/30/150	<10	150/250/300	<2
Close Range	25-150	10-30	3000	2-4
Short Range	50-250	30-70	3000	3-6
Medium Range	150-500	70-200	5000	6-10
Medium Range Endurance	500-1500	>500	8000	10-18
Low Altitude Deep Penetration	2500-5000	>2000	20000	24-48
Low Altitude Long Endurance	>2500	>2000	>20000	>48

Fonte: Adaptado de Blyenburgh, 2009.

1.1 VANTs NO PROCESSO DE FISCALIZAÇÃO MINERAL

É notório que as atividades de mineração causam impactos negativos ao meio ambiente. Conforme Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM (2012), a magnitude desses impactos aumenta, quanto mais remota é a área de exploração.

O acesso a essas áreas remotas está dentre os entraves deparados no processo de fiscalização mineral. Neste contexto, o uso de veículos aéreos não tripulados desponta como potencial ferramenta na solução desta dificuldade. A utilização dos VANTs permitirá o sobrevoo dessas aéreas, realizando a aquisição de imagens de forma rápida, segura e com baixo custo. Assim, fornecerá um conjunto de informações das áreas mineradas e dos impactos oriundos desta atividade.

A premissa desta ferramenta, no âmbito da fiscalização mineral no Brasil, deuse, inicialmente, pela expectativa da sua utilização no acompanhamento e identificação de atividades de mineração não tituladas (BICHO et al., 2013).

Para Silva (2013), a utilização de VANTs, abre novas perspectivas para o monitoramento de ilícitos ambientais em aéreas de difícil acesso, tornando esse instrumento uma excelente alternativa para estes casos.

O controle de atividades ilegais de mineração é um importante fator a ser considerado na conservação dos recursos naturais, tendo em vista que tais atividades são desprovidas de compromissos com controle e recuperação ambiental. Seu único objetivo é a extração ambiciosa dos bens minerais, o que implica elevado grau de agressão ao meio ambiente (MATTA, 2006).

Muitas das atividades ilegais na mineração, a exemplo das lavras de placeres, caracterizam-se por provocar alteração de percursos de rios; possíveis aterramentos dos mesmos; contaminação de solo, ar e água; alteração drástica da paisagem; desmatamento, afugentamento da fauna e morte de alguns animais.

A utilização da ferramenta VANT, no contexto acima abordado, auxiliará na constatação da extração ilegal, subsidiando e servindo como prova na aplicação de sanções administrativas, principalmente o ato de paralisação. Implicará, também, medidas destinadas a promover a recuperação/correção ao dano ambiental ocorrido, conforme disposto na legislação vigente.

Embora a ideia inicial fosse trabalhar diante das atividades de mineração ilícitas, o uso dessa tecnologia será consentido nos mais diversos cenários de fiscalização mineral. A gama de potencial dessa ferramenta nos permite exemplificar alguns cenários prováveis de atuação na fiscalização mineral, dispostos a seguir:

- A utilização dos VANTs no controle e fiscalização de barragens de rejeito e pilha de estéril;
- Fiscalização da extração de materiais aluvionares, em especial areia e seixo com uso de dragas flutuantes em rios no processo de lavra;
- Identificação de impactos danosos ao ambiente, referentes às diversas atividades de extração mineral;
- Flagrantes de condições inseguras realizadas durante o processo de extração mineral;
- Fiscalização da execução dos planos de recuperação de áreas degradadas (PRAD).

Estes são alguns exemplos destacados na utilização dessa ferramenta na fiscalização mineral. A gama de informações a serem proporcionadas com o advento desta tecnologia oferece potencialidades expressivas em relação à proposição de medidas e ações no controle dos impactos ambientais adversos da mineração. Isso implica no melhor uso, controle e conservação dos recursos naturais.

Entretanto, para que essas potencialidades se reflitam em realidade no fortalecimento da fiscalização mineral, faz-se necessário a organização que venha a adquirir essa tecnologia, propicie condições favoráveis na sua incorporação através de uma gestão tecnológica adequada.

2 GESTÃO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Gestão de inovação tecnológica é o processo de gerenciar todas as atividades que capacitem a empresa para fazer o uso mais eficiente de tecnologias geradas internamente ou adquiridas de terceiros (NUCHERA, 1999).

2.1 IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

A *Fundación COTEC* (1999) destaca que a existência e a disponibilidade em si de uma tecnologia, além da possibilidade de adquiri-la, não são garantia e nem se fazem suficientes para o êxito da mesma. O sucesso ou fracasso está diretamente relacionado com a forma que esta tecnologia é gerida. A empresa deve ser capaz de reconhecer sinais importantes sobre a gestão tecnológica, criar uma estratégia viável para aquisição, implantação e aliar uma capacidade de aprendizado com a experiência.

Para almejar a potencialidade de uma inovação tecnológica, é necessário que funções e processos de inovações sejam desenvolvidos pela empresa. Para Tidd e Bessant (2015), não há uma receita para inovar, devido às incertezas existentes em cada projeto. Entretanto os processos de inovação compreendem a capacidade de transformar as incertezas em sucesso.

2.2 ATIVIDADES, FUNÇÕES E PROCESSOS DE GESTÃO DE INOVAÇÃO

Atividades, funções e processos de gestão de inovação tecnológica são todos os mecanismos capazes de fornecer subsídios para um gerenciamento mais eficiente de uma determinada tecnologia.

As atividades de gestão de inovação tecnológica apresentam natureza semelhante. Isso permite que sejam agrupadas em funções, etapas ou fases que facilitem a coordenação da inovação, contribuindo para uma gestão mais eficiente (*MODELO NACIONAL* de GdT_i 2015).

No presente tópico desse guia, adotou-se uma contextualização estruturada em fases, onde foram agrupados mecanismos de inovação tecnológica de naturezas semelhantes propostos por Nuchera (1999), *Fundación* COTEC (1999) e Tidd e Bessant (2015).

Deste modo, pretendeu-se destacar um fluxo de ideias, que permeiam uma gestão tecnológica eficiente, desde que conduzidas de forma estratégica e sistemática.

Fase 1

A primeira fase a ser destacada está relacionada com a análise da capacidade de mobilizar recursos tecnológicos dentro da própria organização (NUCHERA, 1999), destacando as tecnologias que domina as necessidades da organização e as oportunidades dispostas.

Para um processo de gestão eficaz, é importante que a organização se utilize de ações desenvolvidas no propósito de identificação, processamento e seleção de informações de cunho tecnológico tanto no ambiente interno como externo à organização (TIDD; BESSANT, 2015).

Deve-se compreender a natureza das oportunidades. Para tal, os sinais de uma inovação tecnológica devem ser interpretados de forma coerente, com intuito de realizar a seleção de uma opção que esteja mais propensa a ter um efeito positivo para organização (*FUNDACIÓN* COTEC 1999).

Para Nuchera (1999), a capacidade de obter, analisar, transformar e tomar decisões sobre as informações tecnológicas são tão importantes quanto as outras fases presentes no gerenciamento de uma tecnologia.

Desta forma, nesta fase, deve-se selecionar uma opção dentre as oportunidades tecnológicas disponíveis, fundamentada em análises precisas e compromissadas no desenvolvimento da organização. Ressalta-se que grande maioria das organizações possuem recursos limitados para gerir uma tecnologia. Assim, a decisão deve ser tomada corretamente, a fim de minimizar os riscos de insucesso da tecnologia dentro da organização (*FUNDACIÓN COTEC* 1999).

Fase 2

Após ter escolhido a opção, a organização tem que ser capaz de criar ou adquirir a tecnologia. Tal aquisição pode ser realizada diretamente no mercado ou por meio de parcerias entre a organização e instituições, universidades ou centros tecnológicos (*FUNDACIÓN COTEC*, 1999; TIDD; BESSANT, 2015).

Da mesma forma, deve relacionar a decisão tomada na escolha da tecnologia com as melhorias esperadas dentro do processo ou ambiente que a mesma será inserida (TIDD; BESSANT, 2015).

Os objetivos, justificativas e metas esperadas com a incorporação da tecnologia devem ser explícitos e compartilhados para toda a organização (TIDD; BESSANT, 2015).

Fase 3

A esta fase, inclui o planejamento das ações a serem desenvolvidas para transformar a oportunidade vislumbrada em uma realidade dentro da organização. Em certas organizações, o desafio é encontrar formas de fazer o uso de tecnologias geradas por terceiros. Desta maneira, tem de se planejar a transferência do conhecimento e a experiência para fazer o uso da tecnologia de forma eficaz (*FUNDACIÓN COTEC*, 1999).

Igualmente, a organização deve deixar claro e conceber um equilíbrio entre o que pretende desenvolver e os recursos disponíveis para tal. O sucesso ou fracasso

da tecnologia também está relacionado com a concentração de recursos no processo de desenvolvimento da tecnologia (NUCHERA, 1999).

Da mesma forma, é necessário definir o grau de risco no processo de incorporação da tecnologia, bem como o grau de intensidade do esforço tecnológico que a organização desprenderá neste processo. É importante que a empresa tenha pleno conhecimento das atividades a serem desenvolvidas, em atenção àquela que a incorporação de uma tecnologia não se trata de uma mera transação de compra (NUCHERA, 1999).

Assim, todos os recursos humanos, financeiros e tecnológicos devem ser planejados de forma integrada, buscando uma melhor estratégia para o desenvolvimento da tecnologia selecionada pela organização (*FUNDACIÓN COTEC*, 1999).

Fase 4

Dentro do gerenciamento de inovação tecnológica, tem-se a fase de execução das atividades planejadas, onde se transformam as ideias estabelecidas anteriormente em algo novo para ser utilizado de forma eficaz (TIDD; BESSANT, 2015).

Durante o seu desenvolvimento, todas atividades devem ser realizadas, a fim de proporcionar a utilização da tecnologia. Deste modo, é nesta fase que a organização coloca em prática a inovação tecnológica por esta escolhida (*FUNDACIÓN COTEC*, 1999).

Para tanto, requer, por parte da organização, condições adequadas para a realização das atividades, bem como exige grande capacidade na resolução de problemas. Torna-se importante e necessário equilibrar as condições críticas deparadas no processo de inovação com um ambiente que sustente um comportamento criativo da equipe envolvida no processo (TIDD; BESSANT, 2015).

Deve-se ser dedicada atenção suficiente à infraestrutura necessária para o desenvolvimento da tecnologia. Igualmente, a questão cultural para com a inovação tecnológica também é um aspecto que deve ser gerido na organização (NUCHERA, 1999).

Uma gestão, para ser eficaz, exige uma estreita interação entre as mais diversas atividades executadas na incorporação da tecnologia. Essa relação permitirá identificar e resolver conflitos de forma mais rápida, possibilitando uma minimização dos problemas (NUCHERA, 1999).

A execução das atividades deve ser atrelada ao devido cumprimento de prazos, custos e qualidade planejados na fase anterior (TIDD; BESSANT, 2015).

Quando não respeitados tais aspectos, o desenvolvimento da tecnologia se prolongará, podendo comprometer a eficiência de todo processo.

Desta forma, essa fase desempenha um papel importante na implementação e desenvolvimento necessários para a tecnologia atingir seu objetivo principal (NUCHERA, 1999).

Fase 5

Nesta fase, os processos relativos às fases anteriores foram concluídos. Exigem, por parte da organização, uma série de atividades, na identificação de aspectos da execução do processo de inovação e do objetivo alcançado (PMBOK, 2008; TIDD; BESSANT, 2015).

Para Tidd e Bessant (2015), é imperativo a captura de valor do processo desenvolvido. A inovação deve gerar algum tipo de valor a partir de sua utilização, tanto em termos de adoção sustentável, difusão e aprendizado.

Assim, a organização necessita conjecturar a respeito das atividades envolvidas em todo o processo de gerenciamento da tecnologia, avaliando as experiências de sucessos e fracassos, com intuito de absorver conhecimento a partir da experiência (*FUNDACIÓN COTEC*, 1999).

Igualmente, para Nuchera (1999), Tidd e Bessant (2015), esta fase do processo compete a capacidade da organização em aprender com o processo de inovação executado. Assim, constrói-se uma base de conhecimento para o desenvolvimento de novos processos. Para Tidd e Bessant (2015), embora surjam oportunidades para aprendizagem, nem sempre esta prática é desenvolvida pelas

organizações. Desta forma, é importante a organização ansiar aprender a partir dos projetos completados.

Conforme *FUNDACIÓN COTEC* (1999), é um requisito indispensável o aprendizado da organização com o processo desenvolvido. Este fato culminará no aprimoramento estratégico da gestão tecnológica.

Além disso, essa aprendizagem poderá servir como estímulo para iniciar um novo processo de inovação, mesmo se o processo anterior não tenha alcançado o objetivo proposto. Assim, serão fornecidas informações relevantes sobre o que precisará ser modificado e melhorado em um novo processo de gerenciamento de uma inovação tecnológica (TIDD; BESSANT, 2015).

Registra-se que as fases destacadas acima podem ser realizadas de forma seqüencial; ou, quando couber, de forma paralela. A forma a ser desenvolvida fica a cargo da organização. Fato é justificado, uma vez que as atividades devem ser adaptadas à capacidade e às especificidades de cada organização.

Seção 2 - Recomendações

3 PROCESSO DE INCORPORAÇÃO DE VANT

A fim de contribuir no processo de incorporação de veículos aéreos não tripulados (VANTs) como ferramenta de fiscalização mineral/ambiental, as recomendações apresentadas, nesse guia, foram distribuídas em cinco fases pertinentes ao processo de gerenciamento dessa tecnologia, dispostas a seguir:

3.1 BUSCA E SELEÇÃO DO VANT

O incessante interesse neste tipo tecnologia impulsiona o desenvolvimento de novos modelos de VANTs, implicando em uma diversidade de opções disponíveis no mercado. O atrativo da utilização dessa tecnologia no processo de fiscalização mineral/ambiental requer, inicialmente, que seja realizado um estudo dos tipos de VANTs por parte da organização, a qual pode adquiri-los

Atualmente diversas empresas desenvolvem VANTs com viés para mineração. Ressalta-se que cada tipo de aeronave possui características distintas. Isso justifica uma análise prévia de competência da organização que vislumbre inserir esta ferramenta no seu processo de fiscalização. Deste modo, a seleção do tipo de VANT deverá ser embasada neste estudo preliminar e se recomenda considerar os seguintes aspectos:

- fazer levantamento das opções de aeronaves disponíveis no mercado que possam ser utilizadas na fiscalização mineral;
- escolher o VANT de acordo com suas características e a especificidade do processo de fiscalização a ser realizado;
- atentar às características da autonomia de voo da aeronave; altura do vôo; distância do vôo; velocidade aeronave; forma de decolagem e pouso; peso; capacidade da câmera; forma que aeronave é movida, além das restrições de voo da plataforma analisada;

- não escolher aeronave com características muito além do que as necessárias para o tipo de fiscalização desenvolvida na organização. Assim os custos do projeto serão reduzidos;
- atentar aos custos de peças de reposição e manutenção da aeronave. Peças de reposição com custos elevados, e um processo de manutenção difícil de ser executado refletirão no aumento de custos do projeto e num possível impedimento de utilização da aeronave;
- verificar, junto à ANAC, se o voo da aeronave a ser escolhida é passível de autorização. Algumas aeronaves podem não ter seus voos permitidos pela ANAC. Isso implicaria na impossibilidade de aplicar sanções administrativas em decorrência de infrações constatadas pelo uso do VANT por parte do órgão fiscalizador.

Caso a opção de aeronave pretendida não possa ter voo autorizado, recomenda-se a escolha de uma segunda aeronave que respeite as condições acima propostas.

3.2 ESCOPO DO PROJETO

A partir da definição do tipo de aeronave que melhor se adequa às necessidades e expectativas do órgão fiscalizador, deve-se estudar qual a melhor forma de aquisição desta ferramenta. A obtenção poderá ser feita junto a empresas comercializadoras de VANTs ou por meio de parcerias com instituições desenvolvedoras desta tecnologia.

A referida definição deve ser pautada nos custos envolvidos, tanto na aquisição da tecnologia, como no conhecimento e infraestrutura necessária para sua utilização eficiente. Dessa forma, os custos globais do processo devem ser considerados.

Após a decisão, é necessária a elaboração de um documento que registre as informações relativas ao projeto. Recomendam-se que os seguintes aspectos sejam abordados:

- definição do objetivo central do projeto;
- justificativa do projeto, bem como das expectativas da organização com a inserção da tecnologia;
- justificativa da forma de aquisição da aeronave e descrição dos custos envolvidos;
- identificação de um gestor responsável pelo projeto;
- definição da equipe que irá integrar o projeto e requisitos para seleção dos recursos humanos. Recomenda-se a preferência por servidores concursados;
- descrição da infraestrutura necessária para a utilização da tecnologia;
- prazo realização do projeto.

Este documento deve ser de conhecimento de toda a organização e utilizado como base no processo de gerenciamento da tecnologia, tanto por parte do gestor, quanto pela equipe envolvida no referido projeto.

3.3 PLANEJAMENTO DO PROJETO

Dedica-se a esta fase do projeto a estruturação das atividades a serem realizadas a fim de atingir o objetivo principal da incorporação do VANT. Faz-se importante assegurar que o planejamento desenvolvido contemple os recursos necessários para a realização eficaz do projeto.

Dependendo do tipo de VANT selecionado pela organização, haverá a necessidade de serem definidas etapas que se adequem às especificidades da tecnologia em questão.

Fato exemplificado principalmente no planejamento da etapa de treinamento dos pilotos que serão responsáveis pela operação da aeronave. Em alguns tipos de plataforma de aeronave, a exemplo daquelas de asa fixa, é recomendável que seja

realizado treinamento com aeromodelos. Há possibilidade de quebra ou danificação de algum elemento do VANT, caso este venha a ser utilizado já no início do treinamento. O que implicaria em acréscimo no custo do projeto e possível atraso no seu desenvolvimento.

Ressalta-se que as habilidades para a pilotagem dessa aeronave são construídas de forma gradativa. Dessa forma, o gestor do projeto deve preconizar um treinamento gradativo aos futuros pilotos.

Dentre algumas das atividades relevantes a serem realizadas neste sentido, dispõem as seguintes:

- treinamento teórico sobre o VANT, técnicas e procedimento de voo;
- treinamento em simulador. Esta prática é válida porque tem por objetivo o piloto habituar-se com o rádio controle da aeronave e com as situações que irá deparar-se nas fases posteriores de treinamento. Verificar a disponibilidade de softwares gratuitos para este fim;
- treinamento com protótipo que mais se assemelhe ao VANT que será utilizado pela organização. Dependendo do tipo de VANT, este evento poderá não ser aplicado. Entretanto, será importante a organização dispor já de peças extras para o reparo do VANT, caso esse já seja utilizado nessa etapa. Da mesma forma, haverá necessidade de que a equipe seja instruída para realização de manutenção e pequenos reparos na aeronave;
- treinamento em operação além da linha de visada visual. Este aspecto se aplica a modelos de aeronaves que apresentam o raio de voo superior ao contato visual estabelecido entre piloto e aeronave. Para este tipo de treinamento, haverá a necessidade de equipamentos que possibilitem a execução da pilotagem remota da aeronave, onde o piloto realiza o voo sem a visão da aeronave;
- treinamentos testes com a utilização do VANT adquirido pela organização. Aqui se recomenda o treinamento em condições similares às que serão encontradas no ambiente de fiscalização.

A conclusão de cada etapa do treinamento dependerá da avaliação da capacidade exigida para o piloto prosseguir adiante. A definição de uma carga horária mínima para o treinamento deverá ser definida e respeitada.

Via de regra, o treinamento é uma das partes mais importante na operação desse tipo de tecnologia. Entretanto, a utilização eficaz desta tecnologia não se resume apenas a sua operação. Os dados obtidos com o uso do VANT no processo de fiscalização deverão ser processados de forma eficaz. Para tal, é necessária a utilização de softwares e computadores que permitam o referido processamento.

Desta forma, o planejamento também necessita ponderar a adequação estrutural da organização no gerenciamento dessa tecnologia. A capacidade da organização em realizar o tratamento dos dados precisa ser analisada. Caso essa seja insuficiente, caberá um planejamento para a aquisição de softwares, computadores, como também de treinamento para a equipe do projeto. Faz-se assim pertinente, por parte do gestor do projeto, a descrição dos materiais necessários, tanto para a correta operação do VANT, como para o tratamento dos dados obtidos. Indica-se também a observação para a aquisição de peças de reposição e previsão de serviços de manutenção para aeronave.

Acrescenta-se que a questão logística dentro da organização também faz jus a destaque nessa etapa, uma vez que, o treinamento irá requerer a disponibilidade dos integrantes do projeto. Caso a equipe do projeto seja formada por colaboradores de setores diferentes, estes deverão aliar suas responsabilidades laborais com o treinamento. Esta tarefa não é tão simples de ser realizada, cabendo ao gestor do projeto solucionar de forma mais adequada a referida questão para que não haja atraso no desenvolvimento do projeto. Uma outra questão logística que o gestor do projeto deve-se atentar é a necessidade de veículo para transporte da equipe e do equipamento VANT para a realização dos treinamentos fora do ambiente da organização.

Ademais, o processo de autorização da aeronave deverá constar como atividade a ser planejada pela organização, pois, conforme a Lei 7.565 de 19 de dezembro de 1986, salvo permissão especial, nenhuma aeronave poderá voar sobre

o espaço aéreo brasileiro sem possuir certificado de matrícula e de aeronavegabilidade. No caso dos VANTs, a certificação, atualmente, é concedida através de Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE).

Por fim, a esta etapa, recomenda-se a elaboração de um cronograma com as atividades a serem executadas durante todo o desenvolvimento do projeto; a elaboração de um plano de gestão de riscos, considerando medidas para atraso na execução do projeto, possíveis quebras dos equipamentos, manutenção, estoque de peças, formas de deslocamento para áreas de treinamento e para a utilização da ferramenta em campo; e previsão de possíveis fontes de recursos financeiros para situações não planejadas.

Estes instrumentos darão suporte na fase de execução das atividades, tornando-se essenciais no gerenciamento da tecnologia.

3.4 EXECUÇÃO DO PROJETO

Considera-se a execução do projeto, a prática de todas as atividades anteriormente planejadas, juntamente com a utilização efetiva do VANT como ferramenta de fiscalização mineral/ambiental. Deste modo, engloba a execução dos treinamentos, aquisições dos materiais de consumo, equipamentos, softwares, peças de manutenção, utilização e elaboração de instrumentos de controle do projeto, obtenção da autorização de voo para aeronave e, por fim, o uso do VANT em uma atividade de fiscalização.

Durante a execução do projeto, faz-se necessário que o gestor supervisione o andamento das atividades, retratando periodicamente à organização, o nível de progresso do projeto. Esse monitoramento deverá fornecer uma atualização permanente das informações sobre as atividades do projeto, tomando como base a reconciliação das atividades executadas para com as planejadas.

A utilização de instrumentos como o cronograma e o plano de gestão de riscos, contribuirão efetivamente na medição do avanço do projeto, avaliando se as atividades estão sendo executadas dentro dos prazos e com as qualidades estabelecidas.

Quando verificadas diferenças, correções devem ser realizadas. Indica-se que sejam registradas pela equipe e pelo gestor do projeto, informações relativas à evolução das atividades como: resultados; fatores limitantes na execução; imprevistos; forma como a equipe lida com entraves deparados no projeto; medidas tomadas; atrasos e outras informações que julgarem pertinentes no processo de incorporação do VANT.

Da mesma forma, o gestor do projeto deve assegurar-se que as disposições relativas às aquisições são consistentes com as estabelecidas no planejamento. A ausência de qualquer recurso implicará em dificuldades no desenvolvimento do projeto, aumentando o prazo de execução, o que não é recomendável.

Mediante a impossibilidade de remediação de entraves deparados durante esta etapa, sugere-se uma adaptação no projeto, por parte do gestor e sua equipe, por meio da inserção de novas informações no documento inicial do projeto e das justificativas dessa atualização. Essa melhoria também poderá ser discutida, caso surjam novas oportunidades passíveis de utilização e que corroborem em melhorias para o projeto.

A respeito da aquisição do certificado de autorização do VANT, devem-se ser observadas as orientações dispostas no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil número 21 (RBAC 21). Atualmente, para a utilização de VANTs no espaço aéreo brasileiro, é necessária tanto a certificação por parte da ANAC por meio do certificado de autorização de voo experimental (CAVE), como também de uma autorização denominada NOTAM “*Notice to Airmen*”, emitida pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). Indica-se que seja consultada a instrução suplementar 21-002 da ANAC.

Ressalta-se que essas são as regras atuais em vigor. Entretanto, há em trâmite um novo regulamento para essas aeronaves. Desta forma, aconselha-se, ao fazer o uso deste guia, verificar qual a regulamentação vigente para a utilização dessas aeronaves.

Finalmente, o uso do VANT como ferramenta no processo de fiscalização mineral se constituirá como a última atividade dessa fase. Recomenda-se que seja

adotado pela organização um documento operacional para sua utilização no processo de fiscalização, constando, por exemplo, de: um *check list*, referente às condições do conjunto VANT; verificação da condição meteorológica para o dia da operação; registro do vôo; definição de suprimentos necessários para a operação e, à medida que as operações se desenvolvam, seja incorporada a esse documento novas informações relevantes a sua utilização em atividades de fiscalização.

3.5 FINALIZAÇÃO DO PROJETO

Ao que se refere à última fase do processo, indica-se que seja realizada por parte do gestor e da equipe do projeto uma análise sobre todo o desenvolvimento do projeto. Deve-se rever os principais aspectos decorrentes da incorporação do VANT por parte da organização.

Indica-se que faça o uso dos registros realizados durante a execução do projeto. Tais informações podem ser organizadas por meio de um relatório, sendo este documento disponibilizado para toda organização.

Aconselha-se que se aborde: objetivo do projeto; custos; prazos; fatores limitantes; problemas deparados; solução dos problemas deparados; aspectos positivos. A prática dessa atividade contribuirá para o aprendizado da organização, possibilitando um *know how* maior no desenvolvimento de novos processos de gestão de inovação tecnológica.

4 DISPOSIÇÕES FINAIS

As cinco fases (figura 01), aqui dispostas, visam contribuir no processo de incorporação da tecnologia VANT. Destacam a gestão tecnológica como aspecto essencial no melhor aproveitamento dos recursos humanos, financeiros e estruturais, e conseqüentemente na utilização mais eficiente dessa tecnologia. Esta possui potencialidade como ferramenta dentro do processo de fiscalização mineral/ambiental, desde que seja gerenciada adequadamente.

Figura 1 - Fases incorporação VANT



Ressalta-se que as fases apresentadas nesse guia devem ser realizadas e adaptadas conforme as características específicas de cada organização, podendo ser executadas, de forma sequencial ou concomitante, dependendo da capacidade da organização e similaridades das atividades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. **Instrução Suplementar- IS.** ANAC. n.21-002, revisão A, out. 2012. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/IS/2012/IS%2021-002A.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2015.

BICHO, Cristina Prando et al. **Projeto μ VANT - uma parceria DNPM/UNB para desenvolvimento e uso de μ VANTs na fiscalização de atividades minerais não tituladas.** XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. Anais.13 - 18 de abril. 2013, INPE.

BLYENBURGH, Peter Van. **UAS: The global perspective.** FederatingThe International UAS Community. Graz, Austria. nov. 2009.

DECEA - DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. **Saiba mais sobre voo de “drones”. Esclarece normas para voos no Brasil.** Publicado: 09/03/2015 13:50h. Disponível em: <<http://fab.mil.br/noticias/mostra/21519/ESPA%C3%87O-A%C3%89REO-Saibamais-sobre-voo-de-%60%60drones%C2%B4%C2%B4>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

_____. **Circular de Informações Aeronáuticas- AIC;** n.21/10, sep. 2010. Disponível em: <<http://servicos.decea.gov.br/arquivos/publicacoes/bf6241982f5c4dd693569e5d5fcb4f4c.pdf?CFID=0d596e5d-632e-4cc5988b81c096393cdf&CFTOKEN=0>>. Acesso em: 28 jul. 2015.

EISENBEISS, Henri. **UAV Photogrammetry.** Institut für Geodäsie und Photogrammetrie Eidgenössische Technische Hochschule Zürich. 2009.

FUNDACIÓN COTEC. **Temaguide: pautas metodológicas en gestión de la tecnología y de la innovación para empresas.** Madrid: Cotec, 1999. Tomo I. Disponível em: www.cotec.es. Acesso em 12 maio 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. **Gestão para a sustentabilidade na mineração: 20 anos de história,** BRASIL. 2012.

MATTA, Paulo Magno. **O garimpo na chapada diamantina e seus impactos ambientais: uma visão histórica e suas perspectivas futuras.** Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana; Dissertação apresentada ao programa de pós graduação em engenharia ambiental urbana da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção de grau de mestre. Salvador. 2006.

MODELO NACIONAL DE GESTIÓN DE TECNOLOGIA E INNOVACIÓN, MÉXICO. XVI Edición Fundación Premio Nacional de Tecnología, A.C. 2015.

NUCHERA, Antonio Hidalgo. **La gestión de la tecnología como factor estratégico de la competitividad industrial.** Economía Industrial; n.330,1999.

SILVA, Eristelma T. de Jesus Barbosa. **Veículos aéreos não tripulados: panorama atual e perspectivas para o monitoramento de atividades ilícitas na Amazônia.** 74 Anais. XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

TIDD, Joe; BESSANT, John. **Gestão da inovação.** Porto Alegre: BOOOKMAN editora Ltda, 5ª edição. 2015.