

JUNIOR FREIRE COELHO

**FRONT END DA INOVAÇÃO DE PROCESSO**  
**PROPOSTA DE UM MODELO PARA UMA EMPRESA DO RAMO DE MINERAÇÃO**

Belo Horizonte  
2018

JUNIOR FREIRE COELHO

*Front End* da inovação de processo: proposta de um modelo para uma empresa do ramo de mineração

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais para obtenção do título de Mestre em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual.

Orientador: Prof. Dr. Raoni Barros Bagno

Belo Horizonte  
2018

043

Coelho, Junior Freire.

Front End da inovação de processo: proposta de um modelo para uma empresa do ramo de mineração [manuscrito] / Junior Freire Coelho. – 2018.

112 f.: il. ; 29,5 cm.

Orientador: Prof. Dr. Raoni Barros Bagno.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas.

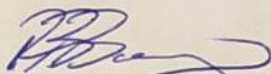
1. Inovação. 2. Indústria mineral. 3. Front End da inovação. I. Bagno, Raoni Barros. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 608.5

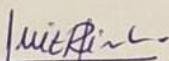
“FRONT END DA INOVAÇÃO DE PROCESSO: PROPOSTA DE UM  
MODELO PARA UMA EMPRESA DO RAMO DE MINERAÇÃO”.

JUNIOR FREIRE COELHO

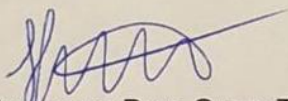
Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, no dia 22 de junho de 2018, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes membros:



PROF. DR. RAONI BARROS BAGNO  
ESCOLA DE ENGENHARIA/UFMG – ORIENTADOR



PROF. DR. LUIZ RICARDO PINTO  
ESCOLA DE ENGENHARIA/UFMG



DR. HENRIQUE DIAS GATTI TURRER  
ANGLO AMERICAN MINÉRIO DE FERRO BRASIL S.A

Instituto de Ciências Biológicas – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG

Belo Horizonte, 22 de junho de 2018.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me guardar e guiar durante o desenvolvimento deste trabalho.

À minha esposa, por compartilhar a ambição de concluir esta empreitada e proporcionar toda a estrutura familiar necessária para tal.

Ao professor e orientador Raoni Barros Bagno, por acreditar neste projeto e por dedicar a ele muita atenção e energia.

À Universidade Federal de Minas Gerais, pela oportunidade; e aos professores, por proverem um ensino de altíssima qualidade.

À empresa que abriu as portas para a validação do modelo proposto; e aos profissionais que dedicaram tempo e energia para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus gestores e mentores Guilherme Cabrera e Ricardo Campana, por me incentivarem e patrocinarem o compartilhamento de tempo entre as atividades profissional e acadêmica.

A todos aqueles que contribuíram, direta e indiretamente, para a realização deste trabalho.

## RESUMO

O *Front End* da inovação é o subprocesso inicial do processo de inovação. Do ponto de vista de inovações em processos, pode ser definido como as atividades conduzidas antes do conceito de um novo processo ser implementado no processo produtivo. Considerado a base da inovação bem-sucedida, as organizações aumentam suas chances de desenvolver inovações mediante a melhoria deste subprocesso. É nítida a carência de estudos relacionados ao *Front End* da inovação em processos, que é o principal tipo de inovação nas indústrias de processo, como a mineração. Soma-se a isso a constatação de que a literatura apresenta modelos genéricos, em que é difícil para as organizações aplicarem esses estudos a seus processos de inovação. Justifica-se, portanto, a importância de estudos que busquem propor modelos aplicáveis do *Front End* da inovação de processos. Este trabalho propõe-se a criar um modelo do *Front End* da inovação em processo específico para uma mineradora de minério de ferro localizada no Brasil. Para isso, propõe um modelo preliminar com baseado na análise dos modelos do *Front End* da inovação identificados na literatura e na experiência do autor na indústria de mineração. Posteriormente, este modelo foi submetido à validação por um grupo de profissionais que atuam diretamente com o desenvolvimento de inovações no processo produtivo de uma mineradora de minério de ferro, o que resultou na proposta de um modelo adaptado. O modelo proposto compõe-se de cinco elementos: oportunidade, ideia, conceito, direcionadores da inovação e agentes de influência. A interação desses elementos ocorre nas quatro subfases do modelo. O processo é iniciado com ideias e/ou oportunidades e tem como resultado o conceito de uma inovação de processo.

Palavras-chave: Inovação. *Front End* da inovação de processos. Indústria de mineração.

## ABSTRACT

The *Front End* of Innovation is the initial subprocess of the innovation process. In the context of process innovations, can be defined as the activities conducted before the concept of a new process to be implemented in the production process. Since the *Front End* of innovation is the foundation of successful innovation and organizations increase their chances of developing innovations by improving this subprocess, and the lack of studies related to the *Front End* of process innovation, which is the main type of innovation in process industries, such as mining industry. Added to the fact that the literature presents generic models, in which it is difficult for organizations to apply these studies to their innovation processes. The importance of studies that seek to propose applicable *Front End* models of process innovation is justifiable. In this context, this paper proposes a *Front End* model of process innovation, specific to an iron ore mining company in Brazil. For that, a preliminary model was proposed based on the analysis of the *Front End* models of innovation identified in the literature, and the experience of the author of the mining industry. Subsequently, this model was subjected it to a set of validation by a group of professionals who work directly with the development of innovations in the production process of an iron ore mining company, which resulted in the proposal of an adapted model. The proposed model includes five elements, the opportunity, the idea, the concept, the drivers of innovation, and the agents of influence. The interaction of these elements occurs through the four subphases of the model. The process starts with an idea and / or opportunity and results in a concept of a process innovation.

Key words: Innovation. *Front End* of process innovation. Mining industry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma típico de tratamento de minério .....	23
Figura 2 - Modelo de terceira geração (technology push) .....	28
Figura 3 - Modelo de segunda geração (market pull) .....	28
Figura 4 - Modelo de terceira geração (“acoplado”) .....	29
Figura 5 - Modelo de quarta geração (integrado) .....	29
Figura 6 - Modelo stage-gate de segunda geração .....	30
Figura 7 - Modelo funil de desenvolvimento .....	31
Figura 8 - As três partes do processo de inovação .....	31
Figura 9 - Três etapas e quatro elementos do processo de realização do produto, .	33
Figura 10 - Quatro fases do "processo de desenvolvimento de processos" .....	33
Figura 11 - Um novo modelo conceitual para o “processo de desenvolvimento de processos” .....	35
Figura 12 – O Up-front, ou atividades de pré-desenvolvimento no processo de desenvolvimento de novos produtos. ....	40
Figura 13 – Modelo de Khurana e Rosenthal (1997) .....	43
Figura 14 – Modelo de Khurana e Rosenthal (1998) .....	43
Figura 15 – Modelo New Concept Development, de Koen et al. ....	44
Figura 16 – Modelo de Flynn et al. ....	47
Figura 17 – Modelo de Boeddrich, “Organizando o Fuzzy Front End do processo de inovação” .....	49
Figura 18 – Modelo de Reid e De Brentani .....	52



Figura 19 – Modelo “Abordagem avançada do Front End”, de Brem e Voigt .....	55
Figura 20 – Modelo de Kurkkio, Frishammar e Lichtenthaler, “Front End para o desenvolvimento de processos” .....	57
Figura 21 - Etapas da pesquisa.....	66
Figura 22 - Modelo preliminar para o Front End da inovação de processos .....	78
Figura 23 - Organograma empresa XPTO.....	87
Figura 24 – Modelo do desenvolvimento de Investimentos .....	90
Figura 25 - Processo programa “Caixa Inteligente” .....	91
Figura 26 - Modelo adaptado para o Front End da inovação de processos .....	97

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características e desafios da indústria de mineração .....	25
Quadro 2 - Diferenças entre os processos Front End da inovação e desenvolvimento de novos produtos, adaptado de Koen et al. (2001) e Kim, Jongbae e Wilemon, David (2002).....	37
Quadro 3 – Outros termos para descrever o Fuzzy Front End.....	38
Quadro 4 – Categorização dos modelos analisados .....	63
Quadro 5 - Principais atividades e contribuições a literatura dos modelos.....	64
Quadro 6 - Participantes da dinâmica de verificação .....	71
Quadro 7 - Roteiro estruturado da verificação do modelo. ....	72
Quadro 8 - Matriz RACI para o modelo preliminar.....	79
Quadro 9 - Os elementos do modelo.....	80
Quadro 10 - Contribuição dos modelos FEI identificados e analisados para o modelo FEI proposto.....	81
Quadro 11 - Fases do modelo proposto .....	82
Quadro 12 - Produtos esperados em cada fase.....	83
Quadro 13 - Portões de aprovação. ....	83
Quadro 14 - Atividades do modelo .....	85
Quadro 15 - Comentários e contribuições ao modelo preliminar.....	92
Quadro 16 - Matriz RACI para o modelo adaptado .....	98

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Levantamento da literatura .....</b>	<b>18</b>
2.1.1	Levantamento da literatura sobre o Front End da Inovação .....	18
2.1.2	Levantamento da literatura da indústria de mineração .....	20
<b>2.2</b>	<b>A indústria de mineração .....</b>	<b>21</b>
2.2.1	Relevância e conceitos .....	21
2.2.2	Processos de beneficiamento do minério de ferro .....	22
2.2.3	Inovação na indústria de mineração .....	24
<b>2.3</b>	<b>Inovação .....</b>	<b>26</b>
2.3.1	Relevância e conceitos .....	26
2.3.2	Processos de inovação: perspectiva histórica .....	27
2.3.3	Inovação em desenvolvimento de processos .....	32
<b>2.4</b>	<b>Front end da inovação: terminologia e conceitos.....</b>	<b>36</b>
<b>2.5</b>	<b>Front end da inovação: modelos .....</b>	<b>40</b>
2.5.1	Modelo de Cooper (1988) .....	40
2.5.2	Modelo de Khurana e Rosenthal (1997 e 1998) .....	41
2.5.3	Modelo de Koen et al. (2001).....	44
2.5.4	Modelo de Flynn et al (2003) .....	46
2.5.5	Modelo de Boeddrich (2004).....	49
2.5.6	Modelo de Reid e Brentani (2004) .....	51
2.5.7	Modelo de Brem e Voigt (2009) .....	54
2.5.8	Modelo de Kurkkio, Frishammar e Lichtenthaler (2011).....	56
<b>2.6</b>	<b>Análise dos modelos do Front End da Inovação .....</b>	<b>61</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>66</b>

<b>3.1</b>	<b>Etapas da pesquisa: motivação e definição do problema de pesquisa ....</b>	<b>66</b>
<b>3.2</b>	<b>Etapas da pesquisa: revisão de literatura .....</b>	<b>68</b>
<b>3.3</b>	<b>Etapas da pesquisa: proposta do modelo preliminar .....</b>	<b>69</b>
<b>3.4</b>	<b>Etapas da pesquisa: verificação do modelo.....</b>	<b>69</b>
3.4.1	Planejamento da verificação do modelo .....	70
3.4.2	Execução da verificação do modelo .....	73
3.4.3	Análise dos dados e proposta adaptada do modelo .....	73
<b>4</b>	<b>PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DO FRONT END DA INOVAÇÃO DE PROCESSOS.....</b>	<b>75</b>
<b>4.1</b>	<b>O modelo preliminar .....</b>	<b>75</b>
<b>4.2</b>	<b>A verificação do modelo preliminar .....</b>	<b>85</b>
4.2.1	A empresa XPTO .....	86
4.2.2	Contribuições ao modelo preliminar.....	91
<b>4.3</b>	<b>O modelo adaptado.....</b>	<b>96</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>99</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>104</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nesta Introdução, descrevem-se os fundamentos utilizados na pesquisa e apresenta-se a estrutura deste documento. Abordam-se o tema e sua relevância, o problema de pesquisa, os objetivos, geral e específicos.

O estudo sobre inovação, considerando sua relevância para as organizações, ganhou notoriedade a partir da década de 1980, quando Schumpeter (1984) introduziu a ideia da “destruição criativa”, segundo a qual a competitividade de uma empresa é constantemente criada, destruída e reconstruída. Assim, a inovação representa o processo principal de renovação em qualquer empresa. A menos que mudem o que oferecem ao mundo e as formas pelas quais criam e entregam essas ofertas, as organizações colocam em risco suas perspectivas de crescimento e serão substituídas por outras que o fazem (COOPER; KLEINSCHMIDT, 1987). Porém, a inovação não é um atributo automático das organizações. O processo de inovar deve ser estimulado por meio de um gerenciamento sofisticado e ativo (BESSANT *et al.*, 2005; TIDD; BESSANT, 2015). Segundo Adams; Bessant e Phelps (2006), uma extensa literatura aponta evidências de que o sucesso competitivo depende da gestão do processo de inovação por parte de uma organização.

Dada a relevância do tema para as organizações, ao longo das últimas décadas, diversos esforços objetivaram modelar o processo de inovação. Segundo da Silva; Bagno e Salerno (2013), há uma convergência para um processo representado pelas etapas sequenciais de geração de ideias, seleção, desenvolvimento e difusão. Uma mudança relevante no processo de inovação foi sugerida por Smith e Reinertsen (1991), na qual propõem dividir o processo de inovação em três etapas: *Fuzzy Front End*, desenvolvimento de novos produtos e comercialização.

Nas últimas décadas, o *Fuzzy Front End*, ou o *Front End* da Inovação (FEI), tem recebido maior atenção (KHURANA; ROSENTHAL, 1997; KOEN *et al.*, 2001; KIM, JONGBAE; WILEMON, DAVID, 2002; BJORK; MAGNUSSON, 2009), porque constituiu a base de muitas inovações bem-sucedidas (KOEN *et al.*, 2001; COOPER, 2008). Vários estudos afirmam que as empresas aumentam suas chances de desenvolvimento de inovações mediante a melhoria do FEI (KIM, J.; WILEMON, D.1, 2002; VERWORN; HERSTATT; NAGAHIRA, 2008; VERWORN, 2009; THANASOPON; PAPADOPDULOS; VIDGEN,

2016). Apesar da relevância, muitos estudos sugerem que ainda é necessário melhorar a compreensão do FEI (REID; DE BRENTANI, 2004; VERWORN; HERSTATT; NAGAHIRA, 2008; ELING; HERSTATT, 2017).

O FEI, para o desenvolvimento de novos produtos, tem sido exaustivamente conceituado. Vários modelos propostos, atividades-chave e fatores críticos de sucesso foram identificados (KHURANA; ROSENTHAL, 1997; KHURANA; ROSENTHAL, 1998; KOEN *et al.*, 2001; KIM, JONGBAE; WILEMON, DAVID, 2002; COOPER, 2008). No entanto, a literatura do FEI é criticada por apresentar modelos genéricos para os diversos tipos de inovações e de indústrias (NOBELIUS; TRYGG, 2002). Como os primeiros esforços de pesquisa não levaram em conta fatores como tipo de inovação, grau de novidade e características da indústria, é difícil para as empresas realmente aplicarem essas pesquisas a seus processos de inovação específicos (KURKKIO, 2011).

A maioria das pesquisas sobre o FEI do processo de inovação concentrou-se no desenvolvimento de novos produtos, em especial os montados (KURKKIO, 2011), os quais são reunidos com base em vários componentes diferentes, que constituem o produto final (UTTERBACK, 1994). Os produtos não montados, por outro lado, são compostos por apenas um ou alguns materiais e são normalmente usados como insumo de produção em outras indústrias (BARNETT; CLARK, 1996). Os produtos químicos, minerais e metais são exemplos de produtos não montados. As empresas que os produzem são comumente chamadas de “empresas de processo” (LAGER, 2010; KURKKIO, 2011), nas quais o desenvolvimento de processos constitui o principal tipo de inovação (HUTCHESON; PEARSON; BALL, 1995). Em comparação com o desenvolvimento de produtos, o desenvolvimento de processos tem recebido pouca atenção por parte da literatura sobre gestão da inovação (REICHSTEIN; SALTER, 2006), podendo ser definido como o desenvolvimento deliberado e sistêmico relacionado, principalmente, aos objetivos de produção, implicando a introdução de novos elementos no processo de produção, com o objetivo de criar ou melhorar métodos de produção (LAGER, 2002; REICHSTEIN; SALTER, 2006; KURKKIO, 2011).

Em relação ao estudo do FEI no contexto de inovações de produtos não montados – ou seja empresas de processos –, poucos estudos foram realizados

(KURKKIO, 2011; FRISHAMMAR; LICHTENTHALER; RICHTNER, 2013; RÖNNBERG SJÖDIN; FRISHAMMAR; ERIKSSON, 2016; PARIDA *et al.*, 2017) . No entanto, o desenvolvimento de processos é importante para a construção de vantagens competitivas de longo prazo em empresas de processos (LAGER, 2000).

No Brasil, a mineração de minério de ferro é uma das diversas indústrias de processos – ou seja, de produtos não montados –, reconhecidamente como de grande relevância para a economia, o desenvolvimento e a competitividade. O Brasil é o terceiro maior exportador de minério de ferro do mundo, exportando em 2017 cerca de 383 milhões de toneladas (IBRAM, 2018). É evidente a necessidade de o Brasil aumentar suas capacidades tecnológicas, em especial as inovadoras, pois são fundamentais para a sustentação e a ampliação da competitividade industrial (PINHEIRO *et al.*, 2015). Também é clara a primordialidade de reforçar a diversificação da produção industrial, em direção a produtos manufaturados de maior valor agregado (NASSIF, 2008). Mas isso não significa necessariamente deslocar a economia brasileira na direção de setores tipicamente reconhecidos como de alta tecnologia. Algumas indústrias, como celulose e papel, aço, mineração, óleo e gás e outras intensivas em recursos naturais, convencionalmente consideradas de baixa ou média intensidade tecnológica, são objeto de atividades tecnológicas inovadoras altamente sofisticadas (PINHEIRO *et al.*, 2015). Apesar disso, a indústria de mineração tem a reputação de conservadorismo tecnológico, especialmente em se tratando de inovações radicais, (WARHURST; BRIDGE, 1996). As inovações incrementais na performance organizacional, na melhoria no controle e na otimização de processos são as alavancas fundamentais para manter a competitividade da mineração (WARHURST; BRIDGE, 1996). Há espaço para ganhos de produtividade, eficiência, segurança operacional, sustentabilidade operacional e redução de impactos ambientais a partir de inovações tecnológicas nas indústrias de recursos naturais.

Em um contexto em que o FEI é a base da inovação bem-sucedida e vários estudos afirmam que as empresas aumentam as chances de desenvolvimento de inovações mediante a melhoria desse subprocesso, há carência de estudos relacionados ao FEI para inovação de processos, a literatura sobre o FEI é criticada por apresentar modelos genéricos, em que é difícil para as empresas aplicarem esses estudos em seus processos de inovações específicos, e a indústria de mineração,

uma indústria de processos, com sua dependência por inovações de processo, torna-se cada vez mais relevante, define-se como problema de pesquisa deste trabalho : Como estabelecer um modelo prático do *Front End* da inovação de processos aplicável a uma empresa de mineração de minério de ferro?

Os objetivos, geral e específicos, foram derivados desse problema de pesquisa.

- a) O objetivo geral: propor um modelo do *Front End* da inovação de processos, específico para uma empresa de mineração de minério de ferro no Brasil.
- b) Objetivos específicos:
  - Identificar e analisar os modelos de *Front End* da Inovação, com base na revisão de literatura;
  - Identificar e analisar as particularidades da indústria de mineração no desenvolvimento/inovação de processos, com base na revisão de literatura;
  - Propor um modelo preliminar do *Front End* da inovação de processos aplicável a uma empresa de mineração de minério de ferro;
  - Realizar a validação de aplicabilidade em uma empresa de mineração de minério de ferro.

Essa dissertação está estruturada nas cinco seções. Na primeira seção constam o tema, a justificativa, o problema de pesquisa, os objetivos, geral e específicos, e a estrutura do trabalho.

Na segunda seção é detalhada a revisão de literatura, na qual são explorados os principais conceitos que forneceram o embasamento preliminar da pesquisa: relevância e conceitos da indústria de mineração; inovação em uma perspectiva histórica; desenvolvimento de processos; aspectos gerais e revisão de modelos do *Front End* da inovação.

Na terceira seção descreve-se a metodologia de pesquisa, consistindo em: definição do problema de pesquisa; revisão da literatura; proposta de um modelo preliminar; e verificação do modelo.



Na quarta seção propõe-se um modelo do *Front End* da inovação de processos, compreendendo: pela proposição do modelo preliminar; verificação do modelo; e proposição do modelo adaptado.

Na quinta seção, formulam-se as considerações finais.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão da literatura de relevância constitui uma característica essencial de qualquer trabalho acadêmico. Tratando-se de um recurso eficaz, na medida em que cria uma base sólida para o avanço do conhecimento, facilita o desenvolvimento da teoria, cobre áreas em que existe uma infinidade de pesquisa, e descobre área em que a pesquisa ainda é necessária (WEBSTER; WATSON, 2002).

A revisão da literatura detalhada nesta seção tem os seguintes objetivos: revisar a literatura sobre *Front End* da inovação e temas subjacentes necessários ao entendimento do tema; identificar e apresentar os modelos de *Front End* da inovação identificados na literatura; e identificar as particularidades da inovação na indústria de mineração, em especial os processos relacionados ao pré-desenvolvimento.

A base para a revisão da literatura foram os artigos identificados no levantamento bibliográfico, além de outros artigos e livros a que o pesquisador teve contato durante as disciplinas do mestrado.

### 2.1 Levantamento da literatura

O levantamento da literatura teve por objetivo formar um portfólio de artigos que servisse de base para esta pesquisa, delimitando os conceitos relacionados ao *Front End* da Inovação e as particularidades da inovação na indústria de mineração.

#### 2.1.1 Levantamento da literatura sobre o *Front End* da Inovação

O método utilizado para o levantamento da literatura divide-se em duas etapas:

- Coleta e processamento dos dados.
- Escolha das publicações relevantes.

A etapa de coleta e processamento dos dados relaciona-se ao processo de busca em base de dados e processamento das informações, com o objetivo de destilar

os artigos que são relevantes para esta pesquisa e formar o portfólio de artigos a serem analisados. Utilizou-se a base de dados *Web of Knowledge*.

A coleta de dados relacionada ao *Front End* da inovação teve por objetivos: esclarecer o conceito e identificar os modelos teóricos e empíricos do *Front End* da inovação. As palavras chave utilizadas na busca foram definidas com base na leitura exploratória de artigos, sendo priorizada as seguintes definições:

- *Fuzzy Front End*
- *Front End of Innovation*
- *Front End Process*
- *Front End of New Product Development*
- *Early Phases of Innovation*
- *Pre-development / Predevelopment / Pre development*
- *Ideation*

As buscas foram realizadas na base de dados *Web of Knowledge*, reconhecida como uma das maiores bases de dados multidisciplinares (incluindo ciência social e estudos de engenharia), além de resumos e citações das literaturas. A *Web of Science* também oferece uma completa e estruturada descrição dos artigos indexados, o que é fundamental para o trabalho de levantamento da literatura. Essas são as razões por que muitos estudos de revisão bibliográfica vêm sendo desenvolvidos utilizando o *Web of Science* (MENDES; OLIVEIRA, 2015; TAKEY; CARVALHO, 2016).

As palavras chave foram utilizadas como critério de busca na *Web of Knowledge*. Porém, após as primeiras buscas, verificou-se que para as palavras chave existem vários outros contextos alheios ao objetivo desta pesquisa, com destaque para “*front end*” e “*ideation*”. A busca foi revisada, para permitir a combinação de todas as palavras chave com o tópico “*innovation*”. A busca foi limitada a artigos de periódicos, presumindo que este tipo de publicação passa por critérios mais rigorosos de filtro, sendo avaliados pelos pares, constituindo, assim, fonte mais confiável de análise. A busca considerou artigos escritos em inglês e publicados entre 1945 e 2017, filtrados nas seguintes categorias do *Web of Knowledge*: “*Operations*

*Research & Management Science*"; *"Business"*; *"Management"*; *"Mining & Mineral Processing"*; *"Engineering, Industrial"*; *"Engineering, Multidisciplinary"*.

A aplicação do código com critérios de busca no *Web of Knowledge*, ocorrida em novembro de 2017, resultou em uma amostra de 296 artigos. Em seguida, os dados coletados foram importados via software de gestão de referências EndNote®. Assim, foi possível realizar o filtro de aderência do título às palavras chave da pesquisa, resultando em uma amostra de 126 artigos.

Uma vez realizado o levantamento bibliográfico, as publicações tiveram os títulos e resumos lidos e analisados. As publicações que se mostraram aderentes com o contexto desta pesquisa tiveram seus textos, quando disponíveis, lidos na íntegra. Dentre os artigos analisados, dois, um relacionado à revisão da literatura e outro à análise bibliométrica, foram identificados e analisados: a análise bibliométrica do *Front End* da inovação, de Mendes e Oliveira (2015); e a revisão da literatura de Takey e Carvalho (2016). Essas publicações foram relevantes para identificar os autores clássicos, as publicações relevantes, os modelos de FEI.

### **2.1.2 Levantamento da literatura da indústria de mineração**

O levantamento da literatura da indústria de mineração foi limitado à compreensão dos seguintes tópicos: "Importância da indústria de mineração e conceitos básicos"; "Processos e atividades relacionados à mineração do minério de ferro"; e "Inovação na indústria de mineração".

O método utilizado no levantamento da literatura contemplou a utilização das bases de dados *Web of Knowledge*, dos buscadores *Google* e *Google acadêmico*. Inseriram-se nos critérios de busca palavras relacionadas aos tópicos listados acima, em inglês e português.

Durante a pesquisa, constatou-se a carência de artigos científicos relacionados à indústria da mineração. Em especial no contexto gestão da inovação, grande parte da literatura está focada em questões do nível técnico, nos processos, em novos produtos e em novas tecnologias de produção. Porém, é reduzida a literatura

específica nos níveis gerencial, estratégico e setorial, nas dinâmicas do setor, nas particularidades de gestão e produção e nos vieses do desenvolvimento de inovações. A exceção foi a revista *Resources Policy*, que possui diversas publicações relacionadas à mineração no contexto objetivo da pesquisa. Assim, a pesquisa se estendeu para documentos não científicos, por exemplo, associações de representação da indústria (Instituto Brasileiro de Mineração, *International Council on Mining and Metal* etc.), bem como agências governamentais ( Departamento Nacional de Produção Mineral, *Department of Natural Resources of Canada* etc.).

As publicações identificadas foram importadas para o software de gestão de referências EndNote®. Posteriormente, por meio da leitura dos títulos e resumos, foram realizados filtros de aderência aos tópicos relacionados ao objetivo desse levantamento da literatura.

Uma vez realizado o levantamento bibliográfico as publicações tiveram os títulos e resumos lidos e analisados. Aquelas que se mostraram aderentes com o contexto desta pesquisa tiveram seus textos, quando disponíveis, lidos na íntegra.

## **2.2 A indústria de mineração**

### **2.2.1 Relevância e conceitos**

A mineração está diretamente ligada ao desenvolvimento da sociedade. Segundo Martens e Rattmann (2001), sem mineração não haveria casas, combustível ou carros para dirigir, computadores, equipamentos médicos etc. Em 1998, em média, cada habitante do planeta consumiu cerca de 5 toneladas de produtos minerados, sendo que agregados e combustíveis minerais representaram mais de 90%. Naturalmente, essa média difere substancialmente entre países industrializados e países em desenvolvimento. Por exemplo, na Alemanha o consumo médio por habitante é próximo a 20 toneladas por ano (MARTENS; RATTMANN, 2001).

A atividade mineral é reconhecida por exigir grande intensidade de capital, sendo comum exigir bilhões de dólares para viabilizar um empreendimento. Assim, as minas de nível global – ou seja, com capacidade produtiva de relevância global – estão

concentradas em poucos conglomerados empresariais (MIKESELL; WHITNEY, 2017). Segundo S&P (2018), somadas, as 25 maiores empresas de mineração do mundo concluíram o ano de 2017 com valor de mercado superior a 750 bilhões de dólares.

Segundo IBRAM (2018), o Brasil possui 9.415 minas em regime de concessão de lavra, produzindo cerca de 2 bilhões de toneladas em 2017, impactando menos que 0,5% do território nacional. As minas nacionais são predominantemente (87%) classificadas como pequenas ou micro; ou seja, produzem até 100 mil toneladas de minério por ano.

O Brasil é o maior exportador de nióbio do mundo e o terceiro maior exportador de minério de ferro, exportando em 2017 aproximadamente 383 milhões de toneladas de minério de ferro (IBRAM, 2018).

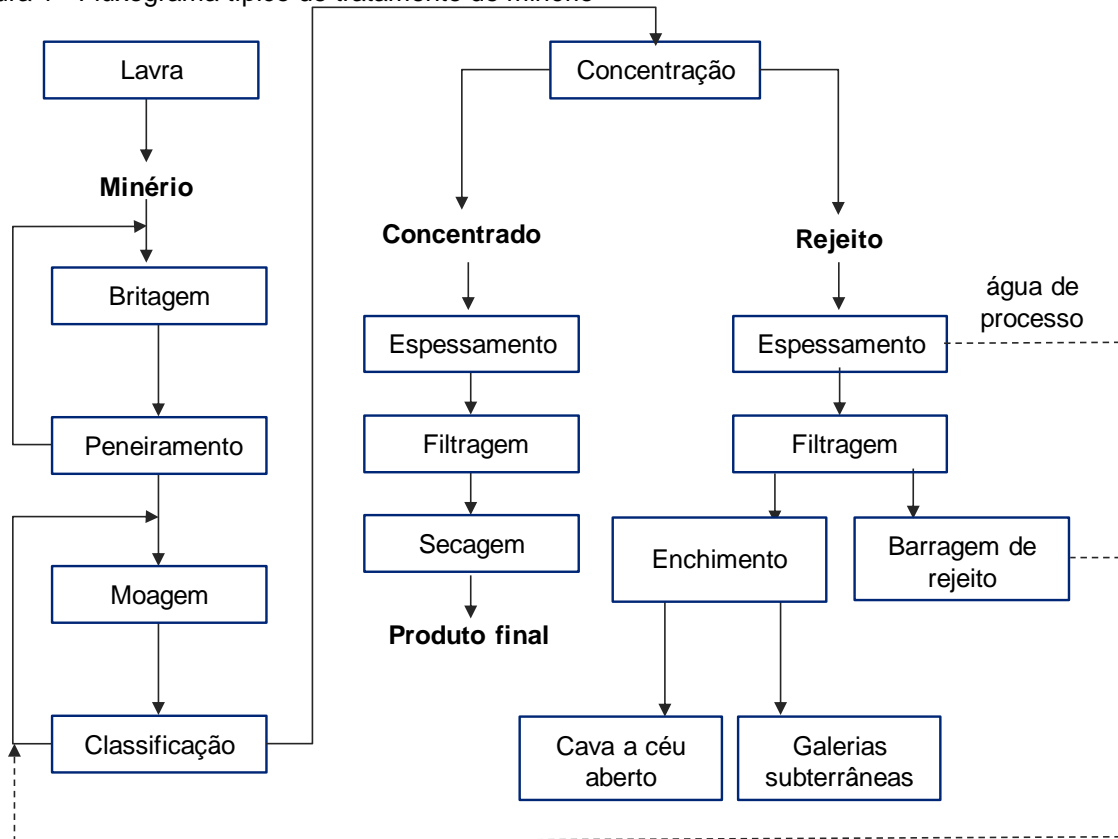
Em 2017, a indústria mineral brasileira faturou 32 bilhões de dólares, gerando 180 mil empregos diretos e cerca de 2 milhões de empregos indiretos (IBRAM, 2018). Segundo DNPM (2018), em 2017 a atividades mineral gerou cerca de 2 bilhões de reais de receita aos cofres públicos, principalmente por intermédio da “Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais”. Para 2018 é esperado que esse número alcance 3,5 bilhões de reais.

### **2.2.2 Processos de beneficiamento do minério de ferro**

O tratamento, ou beneficiamento, de minérios consiste em processos aplicados aos bens minerais, visando modificar a granulometria, a concentração relativa das espécies minerais presentes ou a forma, sem, contudo, modificar a identidade química ou física dos minerais.

A Figura 1, um fluxograma típico de tratamento de minério (LUZ; LINS, 2010).

Figura 1 - Fluxograma típico de tratamento de minério



Fonte: Adaptada de Luz e Lins (2010)

As operações de concentração ou de separação seletiva de minerais baseiam-se nas diferentes propriedades do mineral de interesse e dos minerais de ganga. Para um minério ser concentrado, é necessário que os minerais estejam fisicamente liberados. Para se obter a liberação do mineral, o minério é submetido a uma operação de redução de tamanho através da britagem e/ou moagem, e o controle da granulometria ideal é realizado com a classificação através de peneiramento, cicloneamento, dentre outros processos. Quando o minério estiver, no tamanho ideal, segue para a fase de concentração, para remover a maior parte dos minerais de ganga (aqueles que não são de interesse) e realizar a purificação, com a remoção de minerais contaminantes, que ocorrem em menor proporção (LUZ; LINS, 2010). O produto desse processo é o mineral de interesse concentrado e livre de impurezas, conforme a especificação exigida para cada mineral comercial.

Os processos de beneficiamento de minério de ferro diferem devido às características do minério. Por exemplo, características metalúrgicas e geológicas,

dentre outras. Do ponto de vista metalúrgico, o minério de ferro é dividido em três categorias, com base na granulometria: granulado (*lump ore*), finos para sinter (*sinter feed*) e finos para pelotas (*pellet feed*) (CARVALHO *et al.*, 2014).

O produto final da empresa estudada é o concentrado de finos para pelotas (*pellet feed*) com teor em torno de 67% de ferro, refletindo um processo de concentração úmida, muito similar ao fluxograma da Figura 1.

O processo de mineração de ferro pode ser caracterizado como de produtos não montados. As empresas que desenvolvem produtos não montados usam matérias-primas, e não componentes ou subsistemas de fornecedores (LAGER, 2010). As plantas de produção são tipicamente muito grandes e fortemente integradas em um local e o processo de produção é, frequentemente, contínuo, com controle on-line em tempo real (FRISHAMMAR; LICHTENTHALER; KURKKIO, 2012). Os produtos não montados, normalmente, são usados na produção subsequente de alguma outra empresa, criando, assim, fortes dependências da cadeia de valor. Além disso, os ciclos de vida dos produtos, geralmente, são muito longos e o processo de produção é inflexível e difícil de mudar, além disso intensivo em capital (HUTCHESON; PEARSON; BALL, 1995). Mudanças no processo de produção, frequentemente, resultam em mudanças no produto final. De outro lado, os conceitos de novos produtos podem exigir mudanças significativas no processo de produção atual.

### **2.2.3 Inovação na indústria de mineração**

A indústria de mineração tem a reputação de adotar o conservadorismo tecnológico. O conservadorismo é latente nas inovações tecnológicas radicais, sendo motivado por: crescentes custos de capital, longos prazos de desenvolvimento de projetos, o alto risco envolvido em comprometer capital e expertise em novas tecnologias não comprovadas e incertezas relacionadas à demanda de mercado (WARHURST; BRIDGE, 1996). Segundo Bartos (2007), a mineração não é uma indústria de alta tecnologia. Além disso, muitos dos atuais avanços em produtividade da indústria de mineração se originaram fora da indústria, especificamente dos fabricantes de equipamentos e fornecedores. De outro lado, o conservadorismo não se justifica quando se trata de melhorias tecnológicas incrementais, performance



organizacional, melhorias no controle e na otimização de processos e aplicação de tecnologias em escala para capturar maior eficiência, pois estas têm sido as alavancas fundamentais para manter a competitividade da mineração no século XX (WARHURST; BRIDGE, 1996).

Segundo Warhurst e Bridge (1996), a inovação é fundamental para sustentar a competitividade das operações de mineração. A tendência é que as complexidades operacionais aumentem por conta da escassez de depósitos minerais e que aumentem as pressões regulatórias relacionadas, principalmente, ao impacto ambiental, além dos desafios de mercado relacionados a sobreoferta, redução dos preços de mercado, queda das margens de retorno e maior competição (MESQUITA; CARVALHO; OGANDO, 2016). Nesse contexto, a inovação na tecnologia de processamento mineral pode permitir que as empresas de mineração combinem ganhos de produtividade com melhorias na gestão ambiental (WARHURST; BRIDGE, 1996; MESQUITA; CARVALHO; OGANDO, 2016).

A sobreoferta mundial, a pressão por maior sustentabilidade ambiental e social e a difusão de novas tecnologias são os principais fatores que orientam as estratégias das empresas e a dinâmica de mercado nos próximos anos (MESQUITA; CARVALHO; OGANDO, 2016).

O Quadro 1 sumariza as principais características e o principais desafios da indústria de mineração.

Quadro 1 - Características e desafios da indústria de mineração

<b><i>Características da indústria</i></b>	<b><i>Principais desafios</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capital intensivo.</li> <li>- Processo de produção, geralmente, contínuo.</li> <li>- Ciclos de vida dos produtos, geralmente, muito longos.</li> <li>- Processo de produção inflexível e difícil de mudar.</li> <li>- Elevado impacto ambiental.</li> <li>- Não é uma indústria de alta tecnologia.</li> <li>- Dependente de avanços tecnológicos de fabricantes de equipamentos e fornecedores.</li> <li>- Focada em inovações tecnológicas incrementais, principalmente em desenvolvimento de processos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Complexidade operacional decorrente da à escassez de depósitos minerais.</li> <li>- Pressões regulatórias, principalmente para questões relacionadas a sustentabilidade socioambiental.</li> <li>- Sobreoferta, redução dos preços de mercado, queda das margens de retorno e maior competição.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor

## 2.3 Inovação

### 2.3.1 Relevância e conceitos

A inovação é resultado de um processo multiestágio, por meio do qual as organizações transformam ideias em bens, serviços ou processos novos ou significativamente melhorados, com o objetivo de progredir, competir ou diferenciarem-se com sucesso no mercado. À medida que os mercados se tornam mais dinâmicos, o interesse pela inovação, seus processos e gerenciamento aumentaram. As organizações precisam inovar em resposta às mudanças nas demandas e nos estilos de vida dos clientes, para capitalizar as oportunidades oferecidas pela tecnologia e mudar mercados, estruturas e dinâmicas (BAREGHEH; ROWLEY; SAMBROOK, 2009).

Segundo Schumpeter (1982), as inovações surgem a partir de novas formas de combinar os fatores de produção; ou seja, modos totalmente novos de dispor materiais e forças. Para o OECD (2005), a inovação é uma mudança relevante, realizada de forma planejada, que se traduz em melhoria no desempenho da organização. Uma inovação consiste na implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de novos negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas. Segundo Tidd e Bessant (2015), a inovação é, basicamente, uma “mudança”.

Em relação à intensidade da mudança provocada, Freeman e Perez (1988) classificam a inovação em: radical, que refere a uma quebra de paradigma, à introdução de algo totalmente diferente dos padrões conhecidos; e incremental, relativa ao processo de aprimoramento contínuo e gradual, no qual pequenos aprimoramentos são realizados ao longo do tempo.

Em relação à tipologia de inovação, existem diversas propostas, com destaque para a de Francis e Bessant (2005), chamada “os 4 Ps da inovação”: Produtos, Processos, Posicionamento e Paradigma dominante da firma.

Gibson e Skarzynski (2008) defendem uma definição mais ampla de inovação, com o objetivo de abarcar maior número de oportunidades: tecnológicas, em produtos, em serviços, operacionais, de custo, de experiência; gerenciais; em modelo empresarial e no setor de inserção da organização.

Porém, mesmo dispondo de uma tipologia, deve-se considerar que em algumas situações existe uma certa dificuldade para identificar o tipo de inovação, já que, muitas vezes, não existe uma divisão clara entre um tipo e outro (TIDD; BESSANT, 2015).

O OECD (2005), com base no *Manual de Oslo*, propõe uma tipologia concisa, que divide os tipos de inovação em:

- a) Em produtos – introdução de um bem ou serviço novo ou significativamente melhorado em relação às suas características ou usos pretendidos. Inclui melhorias significativas nas especificações técnicas, componentes e materiais, software incorporado, facilidade de uso ou outras características funcionais.
- b) Em processos – implementação de um novo ou significativamente melhor método de produção ou entrega. Inclui mudanças significativas nas técnicas, equipamento e / ou software.
- c) Em métodos organizacionais – implementação de novos métodos organizacionais, que podem incluir mudanças nas práticas da organização, no ambiente interno ou na forma das relações externas da empresa.
- d) Em marketing – implementação de um novo método de marketing, envolvendo mudanças significativas no design do produto ou na embalagem, na colocação de produtos, na promoção do produto ou na definição de preço.

### **2.3.2** Processos de inovação: perspectiva histórica

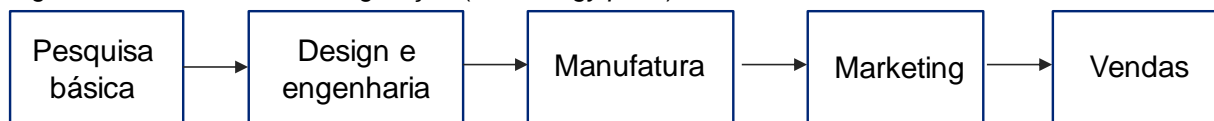
As organizações que pretendem incorporar a inovação devem se preocupar em implementar práticas de gestão que priorizem a atividade de inovar em todas as suas dimensões. Em outras palavras, devem desenvolver a gestão da inovação (GIBSON; SKARZYNSKI, 2008). A fim de auxiliarem as empresas na sistematização da inovação,

diversos autores modelaram processos de inovação; em outras palavras, modelos de gestão da inovação.

Rothwell (1994) analisou historicamente os modelos de gestão da inovação, encontrando padrões de evolução, que partem de modelos lineares para modelos iterativos. Seu trabalho foi utilizado como base para a realização de um apanhado geral sobre a evolução dos modelos de gestão da inovação em uma perspectiva histórica. Segundo ele, os modelos de inovação podem ser divididos em cinco gerações.

- Primeira geração – ocorreu entre a década de 1950 e meados da década de 1960. Compreende os modelos lineares simples, em que a inovação era empurrada pela tecnologia (*technology-push*). Ou seja, as expectativas do mercado e a demanda de clientes e consumidores não eram consideradas entradas do processo de inovação (Figura 2).

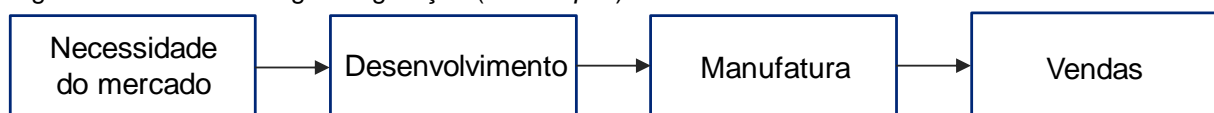
Figura 2 - Modelo de terceira geração (*technology push*)



Fonte: Adaptada de Rothwell (1994)

- Segunda geração – ocorreu entre meados da década de 1960 e início da década de 1970. Assim como a primeira geração, segue um modelo linear, porém a inovação é puxada pelo mercado (*market pull*). Ou seja, as expectativas do mercado e a demanda de clientes e consumidores passam a orientar a inovação (ROTHWELL, 1994) (Figura 3).

Figura 3 - Modelo de segunda geração (*market pull*)

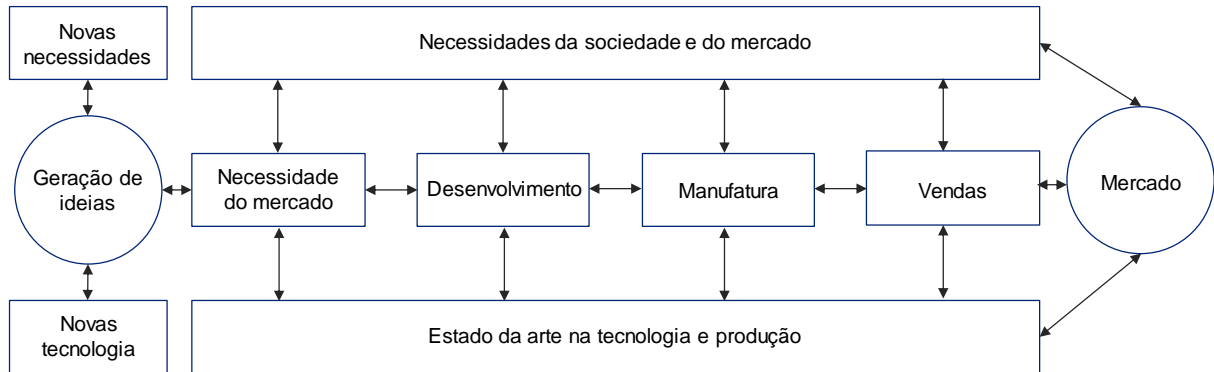


Fonte: Adaptada de Rothwell (1994)

- Terceira geração – ocorreu entre início da década de 1960 e meados da década de 1980. Uma mudança substancial ocorre: os modelos reconhecem combinações de tecnologia e/ou mercado para disparar o processo de inovação. Além disso, os processos passaram a ser considerados como

resultado da interação e dos loops de retorno entre as atividades (ROTHWELL, 1994) (Figura 4).

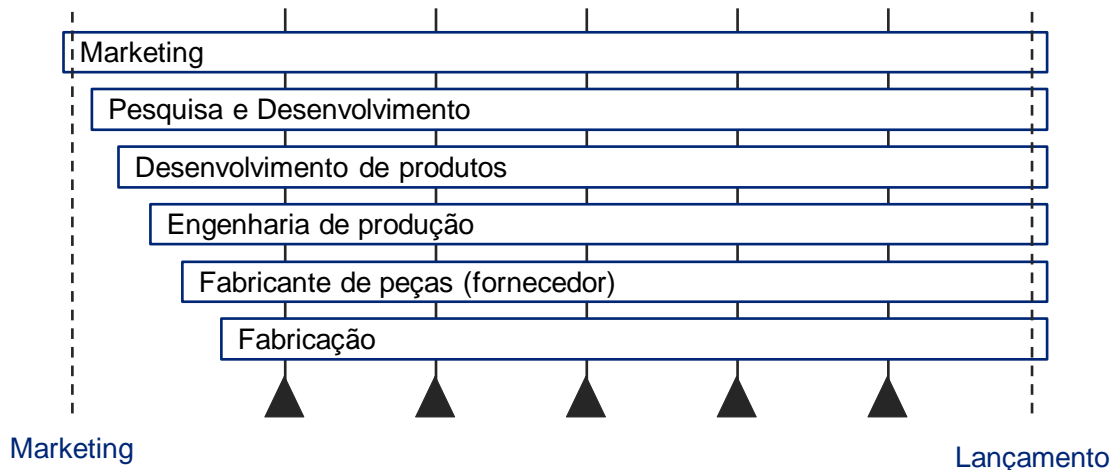
Figura 4 - Modelo de terceira geração (“acoplado”)



Fonte: A adaptada de Rothwell (1994)

- Quarta geração – ocorreu entre início da década de 1980 e início da década de 1990. Os modelos caracterizam-se pela integração e pelo desenvolvimento em paralelo e privilegiam uma perspectiva de atividades paralelas e auxiliadas por alianças e parcerias. A integração ocorre entre fornecedores na fase inicial, em paralelo com os diversos departamentos internos da organização (Figura 5).

Figura 5 - Modelo de quarta geração (integrado)



Fonte: Adaptada de Rothwell (1994)

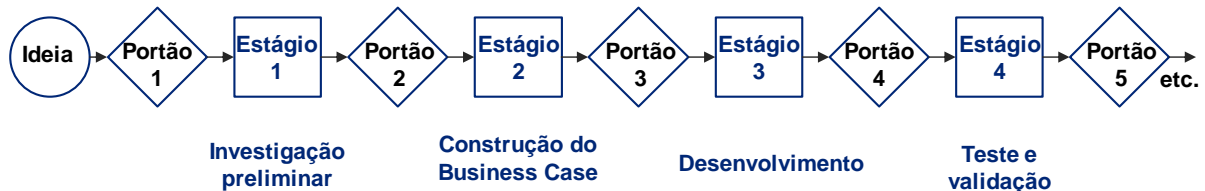
- Quinta geração – ocorreu a partir do início da década de 1990. A inovação é vista como um modelo contínuo, cujas características principais são: integração, flexibilidade, integração de sistemas e rede e processamento de informação paralela (em tempo real). Além disso, a velocidade para o

desenvolvimento das inovações é reconhecida como fator crucial de competitividade, porém levando em consideração o trade-off entre custo e tempo de desenvolvimento (ROTHWELL, 1994).

Segundo Teza (2012), vários modelos formais têm sido apresentados como alternativas, com destaque para dois modelos da quinta geração: o funil de desenvolvimento, de Clark e Wheelwright (1992); e o *stage-gate*, de Cooper (1993), que propõe que o processo de desenvolvimento seja quebrado em diversos estágios predefinidos

A Figura 6 mostra que cada estágio deve possuir uma lista de entregáveis, ou seja, uma lista de atividades que sejam paralelas e interfuncionais. A cada término de estágio ocorre um portão de decisão, em que são analisados os entregáveis e é deliberado se a iniciativa segue para a próxima etapa de desenvolvimento. O objetivo é afunilar os projetos, eliminando aqueles que não têm potencial, nas fases iniciais que demandam menor utilização de recursos.

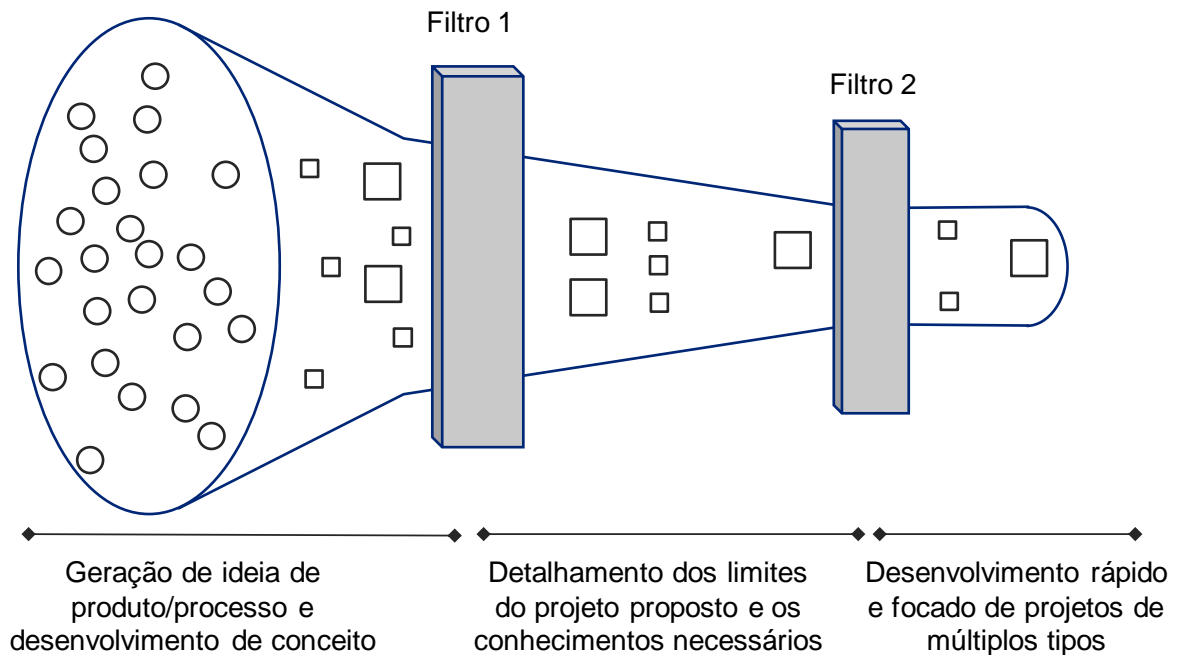
Figura 6 - Modelo stage-gate de segunda geração



Fonte: Adaptada de Cooper (1993)

O modelo funil de desenvolvimento, de Clark e Wheelwright (1992), tem como característica marcante a seletividade dos projetos (Figura 7). A proposta é que, dentre as diversas ideias capturadas, apenas aquelas identificadas com maior probabilidade de gerar valor devem receber recursos para sua implantação, sendo esse processo iterativo, por não haver limitação por etapas sequenciadas para executar.

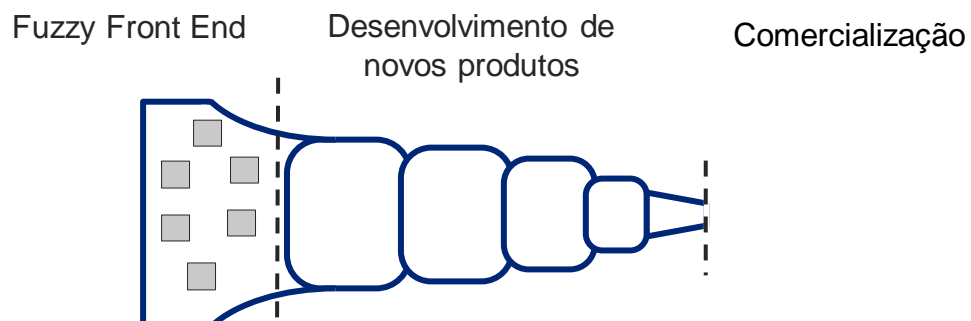
Figura 7 - Modelo funil de desenvolvimento



Fonte: Adaptada de Clark e Wheelwright (1992)

A análise dos modelos aqui apresentados permite constatar que as definições no início do processo de inovação tendem a direcionar o desenvolvimento do produto, bem como o resultado. Assim, é evidente que melhorias nessa etapa geram grandes impactos no processo como um todo (REID; DE BRENTANI, 2004). Smith e Reinertsen (1991) sugerem dividir o processo de inovação em três etapas: *Fuzzy Front End*, desenvolvimento de novos produtos e comercialização. No trabalho de Koen *et al.* (2002) essa proposta é reforçada (Figura 8).

Figura 8 - As três partes do processo de inovação



Fonte: Adaptada de (KOEN *et al.*, 2002)

Os diversos modelos de gestão da inovação destacados nesta análise têm origem no processo de desenvolvimento de novos produtos. Porém, nas últimas décadas, diversos estudos foram desenvolvidos no campo da inovação de serviços

(ALAM, 2006; BOUKIS; KAMINAKIS, 2014; JEVNAKER; TELLEFSEN; LUDERS, 2015; THANASOPON; PAPADOPDULOS; VIDGEN, 2016), inovação de processo (CLARK; WHEELWRIGHT, 1993; LAGER, 2010; KURKKIO, 2011; FRISHAMMAR; LICHTENTHALER; RICHTNER, 2013), dentre outros.

### **2.3.3 Inovação em desenvolvimento de processos**

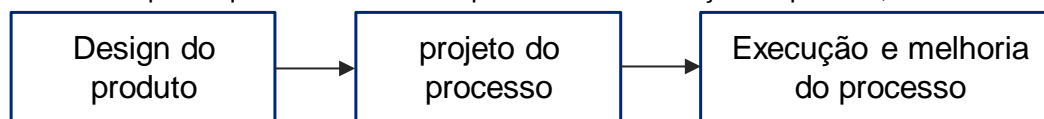
As inovações técnicas podem ser, basicamente, divididas em: desenvolvimento de produto (produtos físicos ou na forma de serviços); e desenvolvimento de processos (KURKKIO, 2011). Esses dois tipos de inovação têm diferentes focos e objetivos. O primeiro é impulsionado pelo desejo de melhorar as propriedades e performance de produtos acabados, ao passo que o último persegue desejos internos da produção – por exemplo, redução de custos e aumento de produtividade (LAGER, 2002). Muitos autores concordam que desenvolvimento de processo pode ser definido como o desenvolvimento deliberado e sistêmico relacionado, principalmente, aos objetivos de produção, implicando a introdução de novos elementos no processo de produção, com o objetivo de criar ou melhorar métodos de produção (LAGER, 2002; REICHSTEIN; SALTER, 2006; KURKKIO, 2011).

O desenvolvimento de processos é considerado fundamental para a competitividade nas indústrias de processos, em especial em mercados consolidados, por exemplo, o de aço, em que a performance operacional é o principal diferencial competitivo (LAGER, 2000). A indústria de processos é a indústria de produção que usa materiais (brutos) para fabricar produtos não montados, em um processo de produção em que os materiais (brutos) são processados em uma planta de produção na qual ocorrem diferentes processos de beneficiamento de forma fluida e os diferentes processos são conectados um fluxo contínuo (LAGER, 2000). Os produtos não montados, mas por outro lado, são compostos por apenas um ou alguns materiais e são, normalmente, usados como insumo de produção em outras indústrias (BARNETT; CLARK, 1996). Os produtos químicos, minerais e metais são exemplos de produtos não montados (LAGER, 2010; KURKKIO, 2011). Porém, dada a relevância para a indústria de processos, são poucos os estudos focados na inovação de processos na indústria de processo (LU; BOTHA, 2006).



Segundo Lu e Botha (2006), é necessário diferenciar desenvolvimento de novos produtos de desenvolvimento do processo, considerando a cadeia de realização do produto (Figura 9). Os autores sugerem a cadeia de realização do produto com três etapas e quatro elementos: design do produto; projeto do processo; execução do processo; e melhoria do processo. Para lançar um novo produto, é necessário percorrer toda a cadeia de realização do produto. Porém, o desenvolvimento de processos, geralmente, não envolve as etapas de design do produto e projeto do processo (LU; BOTHA, 2006). Em alguns casos, como na indústria de processos, o desenvolvimento de produtos e o desenvolvimento de processos, geralmente, são exigidos no mesmo projeto de inovação, pois alterações no processo podem gerar mudanças na característica do produto final (KURKKIO, 2011).

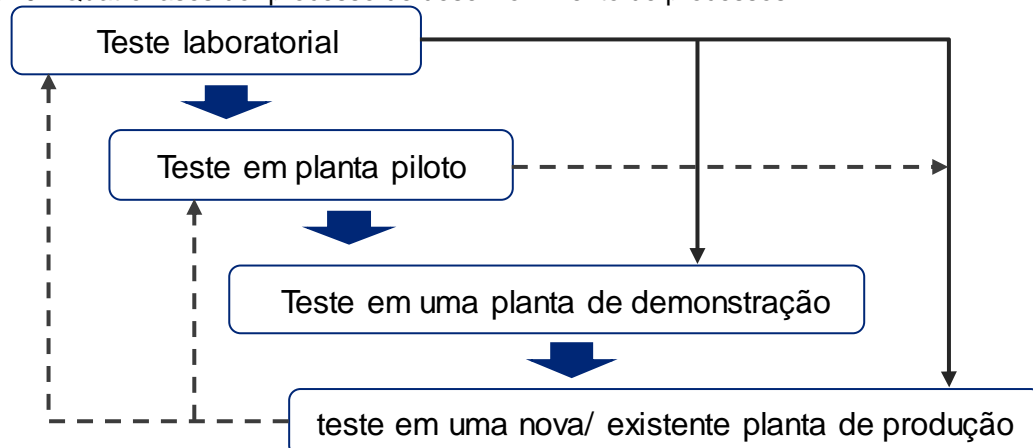
Figura 9 - Três etapas e quatro elementos do processo de realização do produto,



Fonte: Adaptada de Lu e Botha (2006)

Lager (2000) explica que um modelo tradicional para o “processo de desenvolvimento de processos” em indústrias de processos é composto por quatro fases: teste laboratorial, teste em planta piloto, teste em planta demonstração, e teste em nova/existente planta de produção. Conforme detalhado na Figura 10, o desenvolvimento do processo não envolve necessariamente todas as etapas. Também, não são necessariamente executadas na ordem mostrada, sendo comum vários loops iterativos entre elas.

Figura 10 - Quatro fases do "processo de desenvolvimento de processos"



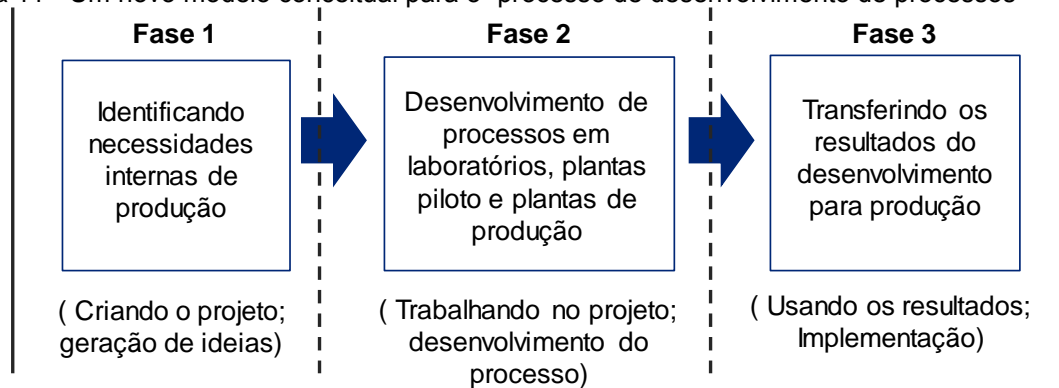
Fonte: Adaptado de Lager (2000)

Detalham-se, a seguir, as etapas do modelo tradicional para o “processo de desenvolvimento de processos” em indústrias de processo sugerido por Lager (2000).

- Teste laboratorial – consiste em um trabalho experimental, por meio de testes por bateladas ou contínuos, com objetivos diversos, dependendo do trabalho em desenvolvimento. O trabalho experimental é realizado no ambiente laboratorial, por causa da facilidade e dos baixos custos. Atualmente, é possível realizar alguns desses testes em simuladores computacionais (LAGER, 2016).
- Teste em planta piloto – consiste em testar o processo em uma planta industrial de pequena escala. Uma das razões para mover o processo de desenvolvimento para a planta piloto está na possibilidade de testar o processo completo, como um sistema fechado, e determinar a influência das cargas circulantes nos resultados do processo. Os custos aumentam consideravelmente em relação aos testes laboratoriais.
- Testes em uma planta de demonstração – geralmente, são muito caros e realizados em um grande projeto de desenvolvimento, em que o processo é de caráter completamente inovador e as instalações da planta piloto existentes não podem ser usadas. O principal objetivo de usar uma planta de demonstração não é para servir de alternativa à planta piloto, mas executar testes que complementem os testes anteriores da planta piloto. Os objetivos dos ensaios podem ser: testar o desgaste no equipamento de processo; desenvolver estratégias e sistemas de controle de processos; ampliar o processo para algo entre a planta piloto e a planta de produção; e produzir amostras maiores de produtos para testes subsequentes no processo do cliente;
- Testes na planta de produção – consiste na realização de testes no ambiente produtivo, podendo gerar perturbações na produção. A vantagem deste teste está velocidade e na confiabilidade dos testes. Porém, para cada projeto de desenvolvimento de processo é necessário encontrar o correto equilíbrio entre a velocidade de desenvolvimento e as perturbações mínimas na produção. Os ensaios podem ser realizados para testar novos equipamentos e novas condições de processo, novas configurações de processos, dentre outros fatores.

Lager (2000) afirma que o modelo tradicional para o “processo de desenvolvimento de processos” em indústrias de processo é limitado, focaliza apenas as atividades relacionadas às práticas do desenvolvimento. Assim, o autor sugere um novo modelo conceitual, detalhado na Figura 11, o qual divide o processo de desenvolvimento de processos em três fases: Identificação de necessidades internas da produção; desenvolvimento de processos em laboratórios, plantas piloto e de produção; e transferência dos resultados do desenvolvimento para produção. Este é um modelo base, o qual pode ser desenvolvido em detalhes e customizado por cada empresa no desenvolvimento de seus processos específicos Lager (2000).

Figura 11 - Um novo modelo conceitual para o “processo de desenvolvimento de processos”



Fonte: A adaptado de Lager (2000)

- Primeira fase, ou fase de geração de ideias – foca na identificação das necessidades internas da produção, pois, ao “ouvir a voz da produção”, novas ideias são geradas. Uma maneira de melhorar esta fase poderia ser o incentivo a mais pesquisa de bancada, brainstorming com funcionários e trabalhadores da produção, discussões com fabricantes de equipamentos e fornecedores de reagentes, análise estrutural do processo de produção e testes laboratoriais exploratórios (LAGER, 2000).
- Segunda fase, ou fase de solução de problemas – é semelhante ao modelo tradicional para o “processo de desenvolvimento de processos” (LAGER, 2000).
- Terceira fase, ou a fase de implementação – consiste na transferência dos resultados da fase anterior para o ambiente de produção (LAGER, 2000).

A fase de pré e a de pós-desenvolvimento costumam ser as mais difíceis de gerenciar. A experiência ensina que as atividades de pós-desenvolvimento são subestimadas nas empresas (LAGER, 2016).

Lager; Hallberg e Eriksson (2010) propõem um modelo de inovação de processo para uma mineradora de minério de ferro, utilizando como base o modelo o novo modelo conceitual para o “processo de desenvolvimento de processos”, de Lager (2000).

Apesar de os modelos assumirem a importância dos estágios iniciais, todos carecem de detalhes suficientes sobre as atividades que constituem o estágio inicial, ou seja o *Fuzzy Front End* (KURKKIO; FRISHAMMAR; LICHTENTHALER, 2011).

O desenvolvimento de estudos relacionados ao *Fuzzy Front End* para o desenvolvimento de processos ainda é pouco significativo. Porém Kurkkio; Frishammar e Lichtenthaler (2011) sugerem em seu trabalho um modelo composto de quadro fases: início informal; estudo formal de ideias; pré-estudo formal; e pré-projeto formal. Derivado desse modelo, outros, com objetivos mais específicos foram desenvolvidos (FRISHAMMAR; FLOREN; WINCENT, 2011; KURKKIO, 2011; KURKKIO; FRISHAMMAR; LICHTENTHALER, 2011; FRISHAMMAR; LICHTENTHALER; KURKKIO, 2012; FRISHAMMAR; LICHTENTHALER; RICHTNER, 2013). Sendo assim, é possível supor que existe uma tendência ao estudo do *Fuzzy Front End para desenvolvimento de processos*.

## **2.4 Front end da inovação: terminologia e conceitos**

O termo *Fuzzy Front End* foi popularizado por Smith e Reinertsen (1991), que se destacaram no processo de inovação, com foco no desenvolvimento de produtos, o subprocesso inicial, que consiste nas atividades e no tempo despendido em uma ideia antes da primeira reunião formal de grupo para discutir a ideia/conceito. Em outras palavras, a data de início do alinhamento da equipe. Koen *et al.* (2001) definem como aquelas atividades que vêm antes do formal e bem estruturado processo de desenvolvimento de novos produtos. Embora exista uma continuidade entre os dois processos, o *Fuzzy Front End*, ou *Front End* da inovação (FEI), não pode ser

considerado uma etapa inicial de uma representação mais tradicional do processo de inovação, pois possui características fundamentalmente diferentes, conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - Diferenças entre os processos *Front End* da inovação e desenvolvimento de novos produtos, adaptado de Koen *et al.* (2001) e Kim, Jongbae e Wilemon, David (2002).

<b>Termos</b>	<b><i>Front End</i> da Inovação</b>	<b>Processo de desenvolvimento de novos produtos</b>
Natureza do trabalho	Experimental; muitas vezes, caótico; difícil planejar; momentos de “Eureka”.	Estruturado; disciplinado; e orientado para objetivos, com um plano de projeto.
Data de comercialização	Imprevisível.	Definível.
Financiamento	Nas fases iniciais, muitos projetos podem ser cancelados, enquanto outros precisarão de financiamento para prosseguir.	Orçado.
Expectativas de receita	Muitas vezes, incerto; às vezes, feito com muita especulação.	Crível e com crescente certeza.
Atividade	Tanto individual quanto em equipe; em áreas para minimizar o risco e otimizar o potencial.	Equipe multifuncional de desenvolvimento de produtos e / ou processos.
Estado da ideia	Provável; nebulosa; fácil de mudar.	Determinado a desenvolver; clara; específica; difícil de mudar.
Características da informação para tomada de decisão	Qualitativa; informal; e aproximada.	Quantitativa; formal; e precisa.
Facilidade de rejeição da ideia	Fácil.	Mais difícil.
Grau de formalização	Baixo.	Alto.
Envolvimento de pessoas	Individual; ou pequenos times.	Time de desenvolvimento completo.
Métodos de gestão	Não estruturado; experimental; é necessário criatividade.	Estruturado/ e sistemático.
Dano visível se abandonado	Geralmente baixo.	Substancial.
Comprometimento do CEO	Nenhum ou baixo.	Geralmente/ alto.

Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo Khurana e Rosenthal (1998), o processo FEI é finalizado quando em organização se compromete a financiar e lançar um projeto de desenvolvimento de um novo produto ou em interromper o projeto. Koen *et al.* (2001) complementam que muitos projetos recebem financiamento durante o FEI. Kim, Jongbae e Wilemon, David (2002) afirmam que o FEI termina quando a organização toma a decisão de lançar um projeto de desenvolvimento formal ou, alternativamente, decide não fazê-lo. Do ponto de vista de inovação, com base no desenvolvimento de processos, o FEI pode ser definido como o conjunto de atividades conduzidas antes de o conceito de um novo processo ser implementado no processo produtivo (LAGER, 2002; KURKKIO, 2011).

Apesar de *Smith e Reinertsen (1991)* terem cunhado o termo *Fuzzy Front End*, ainda não existe na literatura consenso sobre essa terminologia. Diversos outros termos são utilizados para explicar esse estágio do processo de inovação (Quadro 3). Neste trabalho, emprega-se o termo *Front End* da Inovação (FEI).

Quadro 3 – Outros termos para descrever o *Fuzzy Front End*

<b>Termos</b>	<b>Autores</b>
<i>Front End of Innovation</i>	Rice <i>et al.</i> (2001), Verworn; Herstatt e Nagahira (2008), Poskela e Martinsuo (2009), Koen; Bertels e Kleinschmidt (2014a), Eling e Herstatt (2017)
<i>Front End Process</i>	Khurana e Rosenthal (1998), Nobelius e Trygg (2002), Reid e De Brentani (2004)
<i>Front End of New Product Development</i>	<i>Murphy e Kumar (1997), Khurana e Rosenthal (1997), Reid e De Brentani (2004)</i>
<i>Early Phases of Innovation</i>	<i>Franke et al. (2009)</i>
<i>Early Stages of Innovation</i>	<i>Augsdorfer (2008)</i>
<i>Pre-development / predevelopment activities</i>	<i>Cooper (1988), Hammedi; van Riel e Sasovova (2011)</i>

Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo Koen *et al.* (2001), é possível afirmar que o *Front End* da inovação possui as seguintes atividades: geração de ideias e seleção de ideias; identificação e seleção oportunidades; e desenvolvimento de conceito.

O processo de inovação tem sido foco de diversos pesquisadores, que buscam formas de otimizar o processo. O FEI aparece como o estágio que requer mais investigação, tendo o maior potencial para aumentar a probabilidade de sucesso do processo de inovação com o mínimo esforço (COOPER; KLEINSCHMIDT, 1987; KHURANA; ROSENTHAL, 1997; KOEN *et al.*, 2001; KIM, J.; WILEMON, D.1, 2002; REID; DE BRENTANI, 2004; ELING; HERSTATT, 2017; SPIETH; JOACHIM, 2017).

Cooper (2008) declara que o FEI talvez seja a parte mais importante do processo de inovação, pois o jogo é ganho ou perdido nas primeiras jogadas. Então, o FEI é vital e é parte do processo que mais contribui para uma taxa de sucesso superior. Assim, a qualidade das decisões tomadas no FEI é de extrema relevância, pois é improvável que essas decisões sejam alteradas nas fases seguintes sem que ocorram grandes impactos no custo e no tempo de desenvolvimento (VERGANTI, 1999).

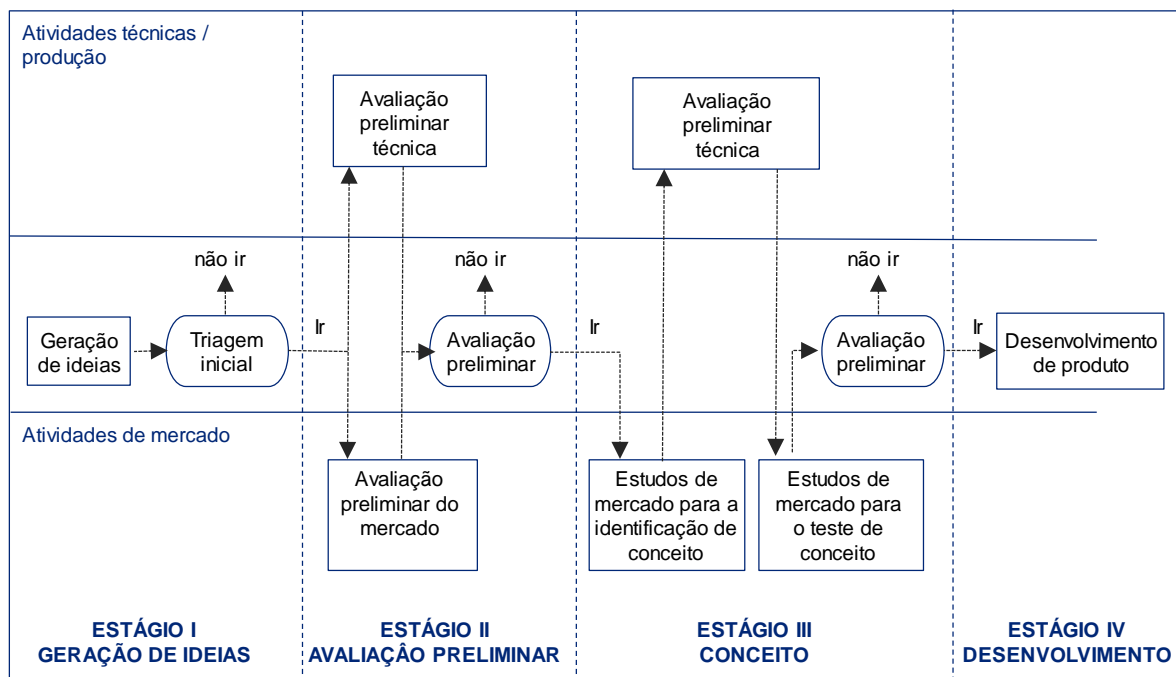
Dada as características do FEI, não existe consenso na literatura quanto à formalidade e à estruturação do processo. Um argumento contra a formalidade e a estruturação do FEI é que muito tempo pode ser gasto para preparar as revisões (COOPER; KLEINSCHMIDT, 1990). Uma preocupação ainda mais problemática é que a excessiva formalidade pode reduzir a criatividade e a flexibilidade necessárias para conduzir projetos na FEI (VERGANTI, 1999). De outro lado, pesquisas empíricas de Montoya-Weiss e Calantone (1994) sobre os fatores de sucesso para inovação sugerem que os estágios iniciais do processo de inovação devem ser estruturados sistematicamente. O fato de a fase de identificação do conceito ser estruturada, sem restringir a criatividade e desencorajar as pessoas de tomarem a iniciativa reflete a experiência demonstrada em empresas inovadoras de sucesso. De um lado, a fase da coleta de ideias até o ponto de decisão em relação aos projetos de P&D deve ser estruturada de tal maneira que as ideias possam ser identificadas abertamente, usando uma grande variedade de fonte de ideias. De outro lado, a avaliação e o desenvolvimento adicional das ideias devem basear-se em regras fixas, definidas pela alta gestão (BOEDDRICH, 2002). Nobelius e Trygg (2002) enfatizam que não existe um processo de *Front End* adequado para todas as situações. Em vez disso, o tipo de projeto e a situação geral da empresa devem influenciar a organização / estruturação do FEI.

## 2.5 Front end da inovação: modelos

### 2.5.1 Modelo de Cooper (1988)

O modelo proposto por Cooper (1988) é focado no desenvolvimento de novos produtos. Segundo o autor muitos novos produtos falham devido a decisões tomadas no início do processo de desenvolvimento. A algumas atividades, como, filtro inicial, avaliação preliminar técnica e de mercado e estudo de mercado detalhado, estão fortemente correlacionadas com o sucesso de novos produtos. Essas atividades anteriores ao desenvolvimento real do produto o autor denomina “atividades de pré-desenvolvimento”, ou seja, o *Front End*. O modelo proposto por Cooper (1988), detalhado na Figura 12, é linear e separa as atividades em três blocos: fluxo principal; atividades técnicas e de produção; e atividades de mercado. O fluxo de atividades é dividido em quatro estágios: geração de ideia; a avaliação preliminar; conceito; e desenvolvimento.

Figura 12 – O *Up-front*, ou atividades de pré-desenvolvimento no processo de desenvolvimento de novos produtos.



Fonte: A adaptada de Cooper (1988)

O primeiro estágio – geração de ideia –, segundo Cooper (1988), envolve a realização de uma primeira avaliação, ou seleção, das ideias. As atividades são



críticas, pois iniciam o projeto de um novo produto. Deficiências podem resultar em problemas de alto custo nos estágios seguintes do processo. Cooper (1988) sugere algumas boas práticas para melhorar o resultado, por exemplo: ouvir o consumidor, utilizar os grupos de vendas e serviço e utilizar sessões de criatividade. Para ele, não há garantias de que a implementação dessas boas práticas produza ideias inovadoras, mas o gerenciamento deste estágio de forma proativa melhora o desempenho das empresas em novos programas de produtos. A atividade seguinte envolve a triagem, ou primeira seleção, das ideias, que tem por objetivo selecionar as ideias que seguirão para investigação mais detalhada.

O segundo estágio – a avaliação preliminar –, segundo Cooper (1988), envolve a realização das avaliações preliminares de mercado e técnica, cujo objetivo é verificar se a ideia tem potencial técnico para ser executada e potencial de mercado para ser aceita. Com base no resultado das avaliações preliminares, definem-se as ideias que seguirão no processo.

O terceiro estágio – definição do conceito –, segundo Cooper (1988), é composto de quatro atividades: identificação do conceito, desenvolvimento do conceito, geração do conceito e avaliação do conceito. Tem por objetivo decidir se o produto será desenvolvido e definir com detalhes o conceito e a estratégia do produto.

O quarto estágio – desenvolvimento do produto –, segundo Cooper (1988), deve resultar no protocolo de produto, com o escopo detalhado do produto, contendo a definição de mercado-alvo, o conceito e benefícios do produto, o posicionamento no mercado e os atributos e as especificações de design do produto. O protocolo do produto será utilizado na atividade de avaliação do conceito, que delibera se o conceito segue para a etapa de desenvolvimento do produto.

### **2.5.2 Modelo de Khurana e Rosenthal (1997 e 1998)**

O modelo proposto por Khurana e Rosenthal (1997) foca no desenvolvimento de novos produtos. Os autores sugerem que o *Front End* seja mais bem gerenciado, com a integração entre as atividades operacionais e técnicas dos projetos e as atividades estratégicas. Tal proposta de baseia-se em sete atividades críticas, com

respaldo da literatura acadêmica e na profissional. Depois de discutir com onze empresas como elas devem gerir o *Front End*, os autores identificaram os desafios e formularam soluções, sugerindo uma abordagem para criar um processo bem-sucedido, e uma lista de verificação e diagnósticos para os gestores do *Front End*.

As sete atividades críticas propostas por Khurana e Rosenthal (1997) são divididas em dois blocos: elementos de fundação; e elementos específicos do projeto.

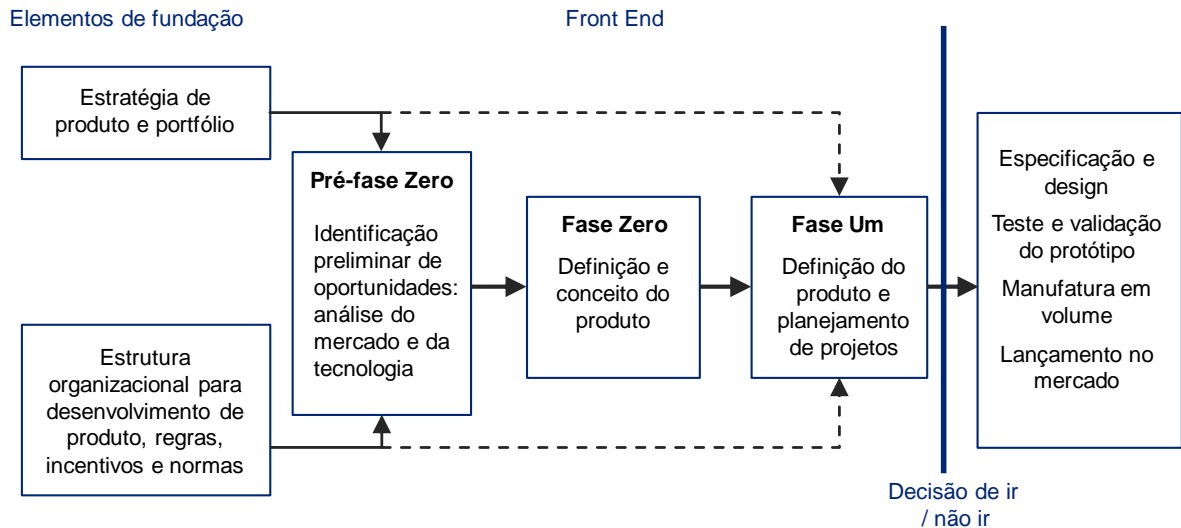
Os elementos específicos do projeto exigem o esforço das equipes de projetos no sentido de garantir uma definição de produto e o plano de projeto. Ou seja, são aqueles dedicados ao desenvolvimento de um novo produto, compondo-se das seguintes atividades: conceito do produto; definição do produto; considerações da cadeia de valor na definição de produto; e planejamento do projeto do *Front-end* (KHURANA; ROSENTHAL, 1997).

Os elementos de fundação não estão ligados diretamente ao desenvolvimento de novos produtos. Eles permeiam os projetos e formam as bases para as atividades específicas dos projetos. São compostos das seguintes atividades: formulação e articulação da estratégia de produto; planejamento do portfólio de produtos; e estrutura organizacional para o desenvolvimento de produtos (KHURANA; ROSENTHAL, 1997).

O modelo de Khurana e Rosenthal (1997) detalhado na Figura 13, é dividido em três fases: pré-fase zero; fase zero; e fase um. A pré-fase zero é o primeiro reconhecimento, de forma semiformal, de uma oportunidade. Se a oportunidade recém-identificada despertar interesse para ser explorada, segue-se para a fase seguinte. A fase zero tem por objetivo desenvolver as definições e os conceitos do produto. Geralmente, é executada por um pequeno grupo, às vezes, incluindo fornecedores. Na fase um avalia-se a viabilidade técnica e comercial do novo produto e confirmam-se as definições do produto. Então, segue-se à fase seguinte, a fase de desenvolvimento de um novo produto. Segundo Khurana e Rosenthal (1997), o *Front End* é concluído no término dessa fase, quando os times de projetos apresentam o *business case* e delibera-se se a empresa se compromete em financiar o projeto, dedicar recursos humanos, lançar o projeto ou descartar o projeto.

Segundo Khurana e Rosenthal (1997), não é possível desenvolver um modelo único, pois a solução do *Front End* depende do tipo de empresas e da realidade de cada negócio.

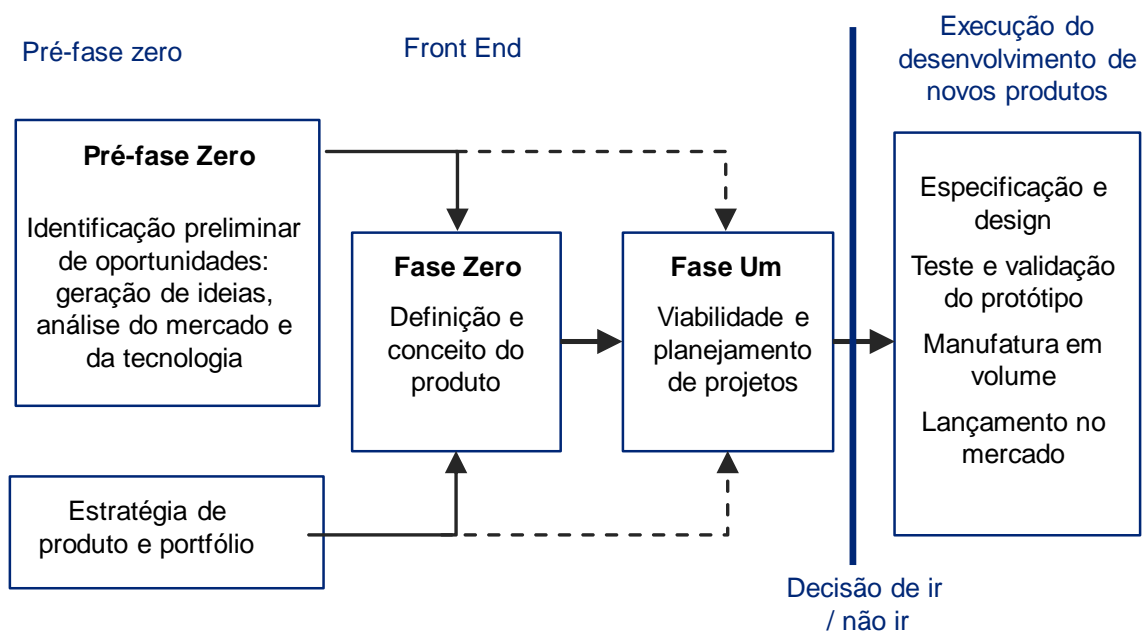
Figura 13 – Modelo de Khurana e Rosenthal (1997)



Fonte: Adaptada de Khurana e Rosenthal (1997)

Os autores apresentam uma nova versão do modelo (Figura 14), no artigo “*Towards holistic ‘Front End’ in new product development*”, que, em tradução literal, é “Rumo a um *Front End* holístico no desenvolvimento de novos produtos”.

Figura 14 – Modelo de Khurana e Rosenthal (1998)



Fonte: Adaptada de Khurana e Rosenthal (1998)

Como complemento do estudo anterior, Khurana e Rosenthal (1998) realizaram uma pesquisa em 12 empresas, na qual identificaram a importância do alinhamento do *Front End* com a estratégia de produto e portfólio. Segundo os autores, esse alinhamento pode ser alcançado por meio de procedimentos formais e da cultura empresarial. Também, sugerem fatores chave de sucesso do *Front End*, agrupados em estratégia do produto, definição do produto, definições do projeto e papéis organizacionais.

### 2.5.3 Modelo de Koen et al. (2001)

O modelo de Koen *et al.* (2001) foi elaborado após os autores identificarem a necessidade de esclarecer o *Fuzzy Front End*. Eles preferem referir como *Front End of Innovation*, dado que *Fuzzy*, ou nebuloso, sugere que o processo é imprevisível, e não gerenciável. Os autores perceberam que na época do estudo existia grande dificuldade para comparar o FEI de uma empresa com a de outra, devido à falta de uma linguagem comum entre os estudos. Sugeriram, então, um modelo teórico capaz de prover uma linguagem comum aos elementos chave do FEI. Tal modelo, chamado de *New Concept Development* (NCD), (Figura 15). Compõe-se de três partes: fatores de influência; motor no centro; e blocos interiores com cinco elementos.

Figura 15 – Modelo *New Concept Development*, de Koen et al.



Fonte: Adaptada de Koen *et al.* (2001)

Os fatores de influência, ou ambiente na periferia (a área que contorna o motor e os cinco blocos interiores), são: capacidades organizacionais, estratégia do negócio, mundo exterior (por exemplo, canais de distribuição, consumidores e competidores) e ciência de borda a ser utilizada. Esses são os mesmos fatores que afetam o processo de inovação como um todo, incluindo FEI, desenvolvimento de novos produtos e processos e comercialização (KOEN *et al.*, 2001).

Os cinco elementos (blocos interiores) do modelo NCD são: análise de oportunidade, geração de ideias, seleção de ideias, definição de conceitos (definição do conceito e da tecnologia) e identificação de oportunidades. O autor destaca que os elementos não são chamados de processos, para não se confundir com os processos do desenvolvimento de produtos e serviços. E, finalmente, o motor, ou “alvo”, é a parte que dirige os cinco elementos do FEI e é abastecido pela liderança e pela cultura organizacional (KOEN *et al.*, 2001).

O modelo NCD tem seu processo iniciado pelas entradas “identificação de uma oportunidade” ou “geração de uma ideia”. Tem uma única saída no elemento “desenvolvimento de conceito e tecnologia”. As entradas de ideias ou oportunidades podem interagir com os demais elementos do modelo, influenciadas pelos seguintes fatores: capacidades organizacionais, estratégia do negócio e mundo exterior. Também são impulsionadas pelo motor (liderança e cultura organizacional), até chegarem ao ponto em que o conceito está maduro o suficiente para sair o FEI e seguir para o processo de desenvolvimento de novo produtos ou serviços (KOEN *et al.*, 2001).

Segundo Koen *et al.* (2001), os elementos sugerem algumas ferramentas, que podem ser utilizadas em cada elemento, porém não explicitam como utilizá-las. Destacam que as interações de uma ideia ou conceito pelos elementos, bem como o tempo e energia a gasta em cada elemento, não são previsíveis, pois estão intimamente ligadas às características da ideia ou ao conceito em si.

Para Koen; Bertels e Kleinschmidt (2014a), o motor do modelo NCD – mais especificamente, os atributos organizacionais – é a parte mais importante do *Front End*, explicando 53% da performance do *Front End*. Os autores sugerem que as iniciativas para criar mais inovações devem iniciar com foco nos atributos

organizacionais, ao invés dos elementos de atividades, como, formação de time, identificação de oportunidades e ideação ou business case. Segundo Koen; Bertels e Kleinschmidt (2014a), as empresas com desempenho superior no *Front End* são proficientes em todos os cinco atributos organizacionais, com a perspectiva holística e integrada da alta administração focada em comprometimento, recursos, visão, estratégia e cultura organizacional. Na segunda parte do estudo, Koen; Bertels e Kleinschmidt (2014b) avaliaram a segunda parte do motor do modelo NCD – mais especificamente, equipes e colaboração. Para eles, equipes eficazes e liderança de equipe explicam outros 25% da performance do *Front End*.

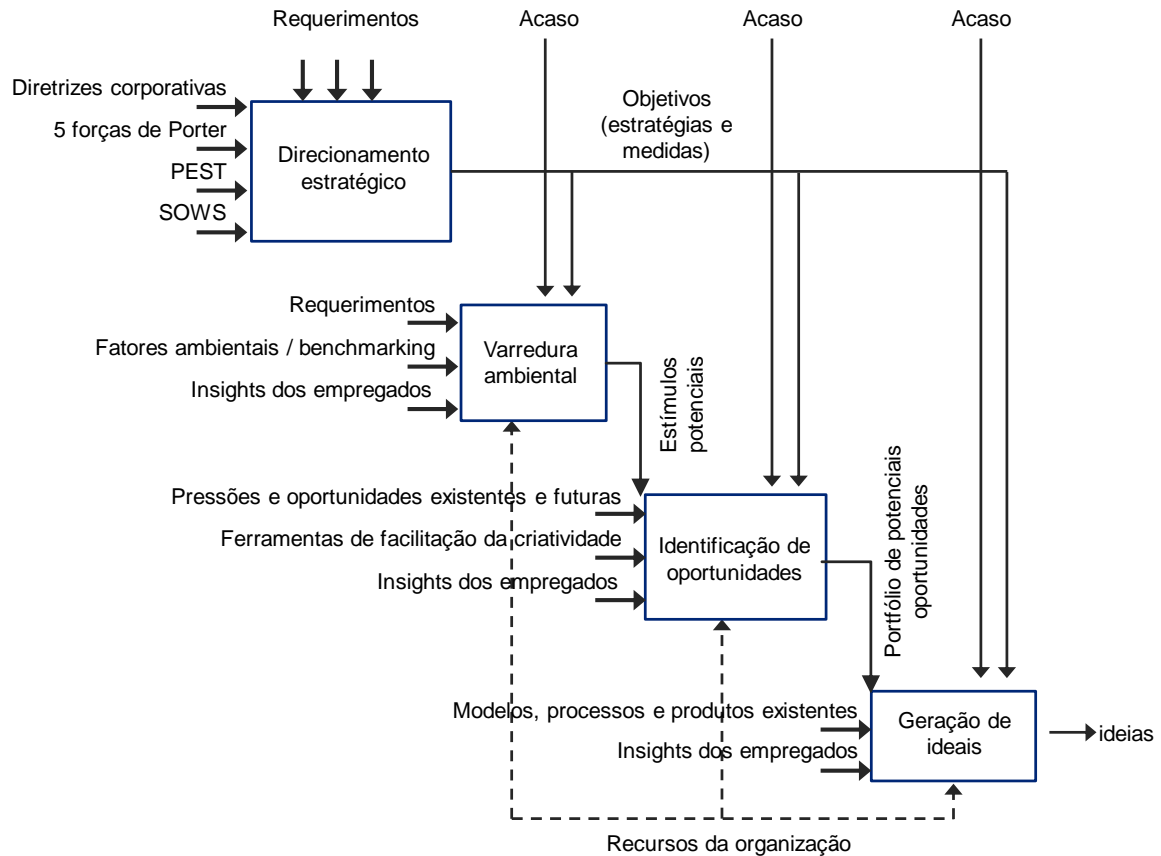
#### 2.5.4 Modelo de Flynn et al (2003)

O modelo proposto por Flynn *et al.* (2003) não foi identificado na busca pois não possui os termos utilizados. Porém, foi considerado nesta revisão devido a sua relevância. Apesar de o autor não caracterizar o modelo como *Front End*, ele possui atividades e conceitos que são aderentes ao *FEI*.

Segundo Flynn *et al.* (2003), o modelo proposto tem por objetivo facilitar a gestão do processo de geração de ideias das corporações. Sua elaboração está fundamentada no levantamento literário de inovação e criatividade organizacional e na identificação de suas inter-relações e características fundamentais. Os autores também apresentaram um sistema computacional que aplica o modelo proposto, o software “*Creations*”, devolvido para trabalhar de forma integrada com outros softwares de gerenciamento dos processos seguintes da inovação, podendo ser uma solução integrada da ideia até a eventual implementação da inovação.

O modelo de Flynn *et al.* (2003), intitulado “Metodologia de geração de ideias”, divide-se em quatro fases: direcionamento estratégico; escaneamento do ambiente; identificação da oportunidade; e geração de ideias. O autor destaca as entradas e saídas de cada fase, sugerindo um modelo sequencial (Figura 16).

Figura 16 – Modelo de Flynn et al.



Fonte: Adaptado de Flynn *et al.* (2003)

A fase de direcionamento estratégico compõe-se de três processos: definição do objetivo; definição da estratégia; e definição de métricas de medição. Tem por objetivo fixar as diretrizes gerais que irão guiar o processo de desenvolvimento e garantir o alinhamento das potências inovações com os objetivos gerais da organização, bem como as métricas que serão utilizadas para medir a performance dos projetos de inovação. O produto desta fase atua como controle para os estágios seguintes com objetivo de focar na entrega desejada pela organização (FLYNN *et al.*, 2003).

A fase de escaneamento do ambiente envolve a busca e o monitoramento dos ambientes interno e externo para prover os estímulos que irão iniciar o processo de geração de ideias. O resultado desejado desta fase é a exposição dos funcionários da organização ao maior número possível de estímulos (os alinhados com os objetivos e a serendipidade) que possam ser usados como insumo para a fase de identificação de oportunidades (FLYNN *et al.*, 2003).

A fase de identificação de oportunidade tem por objetivo desenvolver um portfólio de oportunidades potenciais, ou de ideias iniciais, que possam ser desenvolvidas e analisadas para culminar em ideias concretas, na fase de identificação de ideias. Durante esta fase, os funcionários exploram estímulos potenciais, seguem palpites, experimentam e, às vezes, tomam "saltos de fé", enquanto avaliam estímulos potenciais para oportunidades organizacionais. O uso de certas ferramentas de facilitação, como os mapas mentais, a mineração de dados e a formação de equipes multifuncionais, pode atuar como um facilitador desta atividade (FLYNN *et al.*, 2003). Segundo Flynn *et al.* (2003), questões como a cultura organizacional, os antecedentes dos funcionários e a motivação podem exercer influência significativa no funcionamento desta fase do processo.

Na fase de geração das ideias, ocorre o desenvolvimento das oportunidades potenciais, ou de ideias iniciais, em um conceito mais específico e reconhecível para ser explorado no processo de inovação (FLYNN *et al.*, 2003). Esta fase é composta de quatro processos:

- Modelo de estímulos – os estímulos identificados como oportunidades potenciais para o desenvolvimento de novos produtos podem ser modelados ou mapeados para parâmetros organizacionais predefinidos, por exemplo, materiais necessários ou o processo de produção que as oportunidades potenciais podem ser aplicadas.
- Sugestões de *brainstor* – mediante a aplicação da técnica de brainstorming, as oportunidades potenciais são aprofundadas e exaustivamente provocadas, agregando tantas contribuições forem possível, pois isso aumenta a probabilidade de chegar a uma solução valiosa.
- Ranqueamento das sugestões – as sugestões são classificadas em ordem de prioridade ou importância para a organização. Este processo não tem o propósito de avaliar ou criticar as sugestões, mas obter informações sobre possíveis aplicações e utilidade das ideias apresentadas. Novas ideias podem surgir. Conforme a designação de classificação ou pontuação, certos aspectos das ideias podem ser repensados, resultando em uma nova ideia.
- Definição da ideia – uma declaração da ideia deve ser definida e documentada, com a maior clareza possível, para evitar ambiguidades.

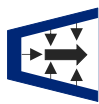

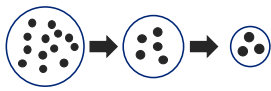



Segundo Flynn *et al.* (2003), esse modelo fornece à organização uma abordagem passo a passo para a geração de ideias. O resultado de cada fase do modelo atua como entrada para a próxima, mas também pode atuar como um impacto nas outras fases, inclusive no direcionamento estratégico.

### 2.5.5 Modelo de Boeddrich (2004)

O modelo proposto por Boeddrich (2004) busca estruturar o processo do *FEI* com foco na geração de ideias. O estudo apresentado pelo autor baseia-se na pesquisa realizada na empresa germânica Wella AG e trabalho de Boeddrich (2002). O modelo sugerido pelo autor é dividido em duas partes: processos a serem realizados, na parte superior; e responsabilidades da organização, na parte inferior (Figura 17). O modelo divide-se em quatro partes: diretrizes estratégicas para a inovação; geração e adoção de ideias; execução da triagem de ideias e desenvolvimento de conceitos; e desenvolvimento de projetos preliminares. As partes estão apresentadas de forma sequencial, sem deixar evidente se existe iterações entre as partes.

Figura 17 – Modelo de Boeddrich, “Organizando o *Fuzzy Front End* do processo de inovação”

Diretrizes estratégicas para a inovação	Geração e adoção de ideias	Execução da triagem de ideias e desenvolvimento de conceitos	Projetos preliminares	D E C I S Ã O	Portfólio de projetos inovadores
					
Desenvolvimento de diretrizes de inovação pela alta direção e pelo gestor de inovação	Análise estratégica ideia por ideia pelo gestor de inovação	Times multifuncionais deliberam sobre a ideia, baseados em estimativas de atratividade técnica do produto, financeira e de mercado.	Verificação das estimativas		Gerenciamento de múltiplos projetos – Alocação de orçamento de P&D

Gestão de ideias, fase de verificação de conceitos, fase de pré-desenvolvimento

Gestão de projetos

Fonte: Adaptada de Boeddrich (2004)

O autor destaca que as ideias constituem o capital intelectual do funcionário e que a falta do correto endereçamento desse capital gera desperdícios. Em relação à formação de ideias, o autor destaca que elas surgem no ambiente de trabalho.

Geralmente, elas emergem do inconsciente durante o banho, no meio de uma corrida, durante um “sonho acordado”, durante uma conversa de amigos etc, processo ao que se dá o nome de “serendipidade”. Assim, é imprescindível uma interface de adoção dessas ideias, para que elas possam ser aplicadas no ambiente de trabalho.

Para que o sistema de gestão das ideias seja estruturado e para alcançar um fluxo de ideias sustentável, Boeddrich (2004) sugere alguns requisitos, os quais foram confirmados por uma série de estudos, sendo separados em:

a) Gerais:

- Existência de orientações estratégicas para as inovações;
- Instalação de um amplo ponto de coleta de ideias;
- Sistemático agrupamento de ideias;
- Funcionalidade cruzada dos tomadores de decisão no processo de gerenciamento de ideia;
- Predefinidos e transparentes critérios de seleção e implementação de ideias;
- Função de funil para o processo de seleção ou implementação de estágios portões (*stage gates*); e
- Sistema simples – fácil de gerenciar.

b) Específicos:

- Definição de categorias de ideia específicas da empresa;
- Comprometimento com os métodos de avaliação e critérios de seleção específicos da empresa – especialmente em relação aos critérios de aprovação dos projetos;
- Comprometimento com o proprietário do processo de gestão de ideias;
- Comprometimento com certos indivíduos ou unidades organizacionais que promovam a inovação dentro da empresa;
- Definição de escopos criativos para a empresa;
- Influência da alta gerência no *Front End*;
- Número de fases e portões na gestão da ideia feitos sob medida; e
- Investigação das partes interessadas na estruturação *Front End* e no estabelecimento da sua participação.

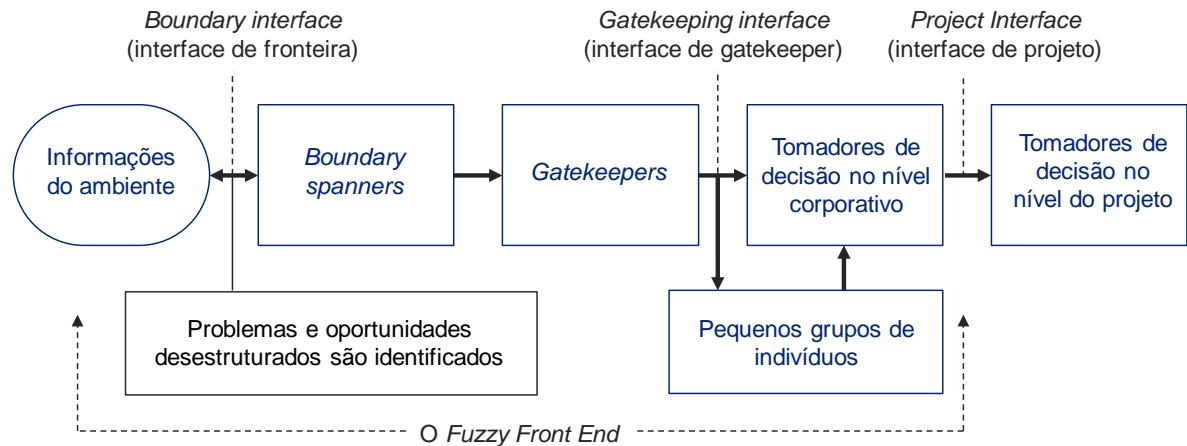
Em relação às propriedades das ideias no local de trabalho, Boeddrich (2004) destaca outros requisitos que também auxiliam a estruturação do *Fuzzy Front End*: recompensas individuais exclusivas para ideias implementadas; criação de um escopo para colocar as ideias no cérebro das pessoas – loop de ideia criativas; os gerentes devem saber qual técnica criativa se adequa a um problema e necessidade; instalação de uma interface inteligente para conectar “os cérebros dos funcionários” e um sistema de coleta de ideias; aprimoramento da sensibilidade na liderança do gerenciamento de ideias de acordo com a complexidade; e diversas possíveis abordagens para lidar com as ideias.

#### 2.5.6 Modelo de Reid e Brentani (2004)

O modelo proposto por Reid e De Brentani (2004) é direcionado as inovações descontínuas. Os autores afirmam que novos produtos incrementais – em outras palavras a inovação incremental –, problemas estruturados e oportunidades são definidos no nível organizacional e, posteriormente, direcionados aos indivíduos, para a coleta de informações. Já no caso das inovações contínuas, os autores sugerem que elas ocorrem na direção oposta. Ou seja, são os indivíduos que identificam e entendem os padrões emergentes no ambiente, com pouco ou nenhum direcionamento da organização, de forma desestruturada. Eles afirmam que, dada essas características, o processo é de natureza complexa e especial. Assim, com o propósito de estudar o processo de tomada de decisões e o fluxo de informações ao longo do *Fuzzy Front End* do desenvolvimento de novos produtos para inovações descontínuas, propõe um modelo com uma sequência de decisões que ocorrem em três interfaces: *boundary*, *gatekeeper* e *project* ( Figura 18).

Segundo Reid e De Brentani (2004) o *Front End* das inovações descontínuas envolve três perspectivas: ambiente, indivíduo, e organização. Eles propõem que as informações fluem do ambiente externo para a organização por intermédio de indivíduos chave, passando pelas três interfaces de tomadas de decisão (*boundary*, *gatekeeper* e *project*).

Figura 18 – Modelo de Reid e De Brentani



Fonte: Adaptada de Reid e De Brentani (2004)

Na primeira interface proposta, chamada de *boundary interface*, que ocorre no limite da organização, envolve o fluxo de informações do ambiente externo para os indivíduos *boundary spanners*. É estimulada pelo encontro ou percepção (por exemplo, intuição) da informação no ambiente (REID; DE BRENTANI, 2004).

Na segunda interface, chamada de *gatekeeping interface*, as informações e as ideias trazidas pelos *boundary spanners* são avaliadas em termos de relevância e disseminadas na organização. A tomada de decisão é realizada pelos *gatekeepers*, que, muitas vezes, são os mesmos indivíduos *boundary spanners*, porém com uma mudança de papel/responsabilidade. Esta interface é estimulada pela construção de valor e pelo compartilhamento de informações (REID; DE BRENTANI, 2004).

Na terceira interface, chamada de *project interface*, eventualmente, ocorre o fluxo de ideias ou informações da organização para um projeto específico a ser desenvolvido. Uma vez que as ideias prospectadas no nível do indivíduo (*boundary spanners* e *gatekeepers*) estiverem disponíveis para os tomadores de decisão no nível organizacional, eles estarão habilitados a iniciar a função de integrar informações relativas às novas ideias, em uma estratégia de desenvolvimento de novos produtos da organização. Esta interface é estimulada pela integração de informações dentro da rede estratégica e pela avaliação de como proceder com a primeira triagem formal de ideias radicais. (REID; DE BRENTANI, 2004).

Posteriormente, de Brentani e Reid (2012) realizaram um novo estudo sobre a questão do fluxo de informações, com o objetivo de formular algumas proposições detalhando fatores que afetam o fluxo de informações e, portanto, a efetividade das funções (*boundary spanner*, *gatekeeper*, *project broker*) em cada uma das interfaces da inovação descontínua. Segundo de Brentani e Reid (2012), a velocidade e a qualidade do fluxo de informações impactam o resultado em inovações descontínuas. Eles formulam algumas hipóteses de pesquisas para serem desenvolvidas e destacaram algumas ações que podem impactar positivamente o fluxo de informações no *Front End* do desenvolvimento de novos produtos para inovações descontínuas (DE BRENTANI; REID, 2012):

- a) Dar aos *boundary spanners* acesso aos recursos solicitados e tempo para usá-los.
- b) Prover um sistema de apoio à decisão para codificação do conhecimento tácito especificamente projetado para suportar o fluxo das informações e recompensar o uso desse sistema.
- c) Encorajar e recompensar os grupos “*skunkworks*”, que são os projetos realizados fora dos processos formais, geralmente, desenvolvidos em segredo antes de passar para uma linha formal da empresa, e encorajar e recompensar o empreendedorismo dentro da organização (intra-empresendedores).
- d) Encorajar os “*boundary spanners*” a participarem de conferências da indústria e, ocasionalmente, conferências que são tangentes a suas disciplinas.
- e) Encorajar os “*boundary spanners*” a perseguirem seus hobbies e viagens.
- f) Selecionar cuidadosamente as novas contratações baseadas nas características individuais e, especificamente, investigar os estilos de comunicação/processamento da informação.
- g) Instigar os “*buddy teams*”, compreendendo dois indivíduos possuindo habilidades complementares de processamento de informações.
- h) Encorajar e recompensar o compartilhamento de informações.
- i) Estabelecer uma relação de compromisso entre projetos de novos produtos incrementais e descontínuos, para obter informações de entrada relacionadas com os potenciais projetos descontínuos, e utilizar regras de decisão mais flexíveis.

- j) Estabelece uma função responsável pela intermediação de projetos.

### **2.5.7** Modelo de Brem e Voigt (2009)

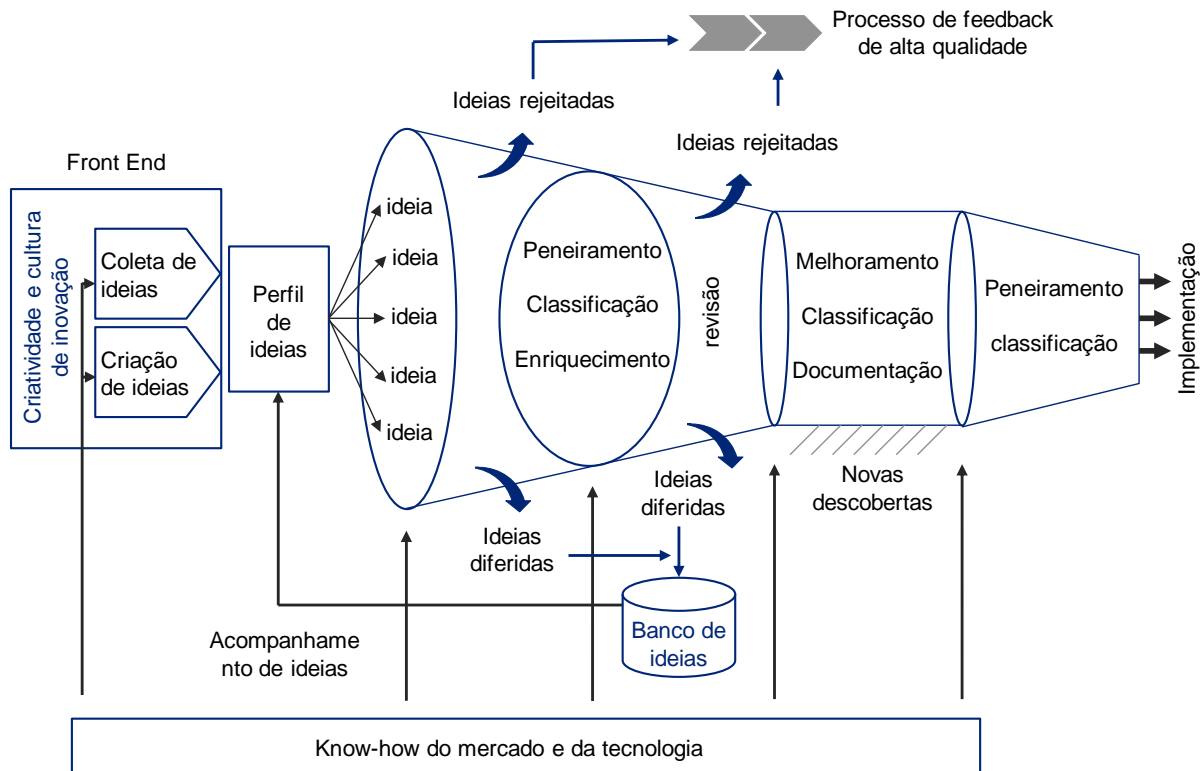
A pesquisa de Brem e Voigt (2009) objetiva propor um modelo conceitual que consiga integrar as atividades de impulsos tecnológicos puxados pelo mercado e os empurrados pela tecnologia, a tecnologia corporativa e a gestão da inovação. Os dois movimentos de impulsos tecnológicos, os puxados pelo mercado e os empurrados pela tecnologia, são estudados por meio da revisão bibliográfica e de um estudo de caso realizado em uma das maiores e mais bem-sucedida empresa de desenvolvimento de software e serviços de tecnologia da informação da Alemanha. Os autores afirmam que não é possível afirmar que um modelo é predominante em relação ao outro, pois a aplicação de um movimento ou outro depende de vários fatores organizacionais, tais como, tipo de setor e histórico da empresa (BREM; VOIGT, 2009).

Com base na pesquisa, Brem e Voigt (2009) sugerem um modelo baseado na proposta de Deschamps e Nayak (1995). Eles adicionaram vários elementos não contemplados no modelo “funil de ideias”, de Deschamps e Nayak (1995), por exemplo, o banco de dados de ideias, em que as ideias não aderentes à estratégia atual não são descartadas, e sim armazenadas para consulta futura.

Os autores não detalharam as atividades e os processos do modelo proposto. Porém, como é possível observar na Figura 19, trata-se de um modelo sequencial de compreensão intuitiva. Conforme entendimento da leitura e análise do artigo, a dinâmica do modelo é a seguinte: a) o processo inicia-se com a coleta ou criação de ideias, procedimento influenciado pelo nível de criatividade e cultura de inovação; b) as ideias são classificadas e direcionadas conforme o perfil, passando, posteriormente, pela primeira seleção, na qual as ideias rejeitadas seguem para o processo de feedback, as ideias diferidas seguem para o armazenamento no banco de ideias e algumas ideias continuam no processo; c) as ideias que seguem no processo são enriquecidas e classificadas e passam por uma revisão, na qual, novamente, podem ser rejeitas, diferidas ou seguir no processo; d) ocorre o melhoramento das ideias, sendo possível sofrerem influência de novas descobertas,

sendo, novamente classificadas e documentadas, seguindo para o processo de implementação. Em todas as etapas do processo, pode ocorrer contribuição do know-how do mercado e da tecnologia (BREM; VOIGT, 2009).

Figura 19 – Modelo “Abordagem avançada do *Front End*”, de Brem e Voigt



Fonte: Adaptada de Brem e Voigt (2009)

Os autores destacam algumas conclusões que contribuem para o sucesso do *Front End*: a fase da coleta e criação de ideias é melhorada pelo nível de criatividade e de cultura de inovação da empresa; em relação às ideias rejeitas, é crucial a realização de um feedback compreensível e detalhado, primeiro em relação à vontade da pessoa envolvida em contribuir com novas ideias no futuro e, segundo, em relação à disposição de outras pessoas de enfrentar os efeitos internos e externos do desapontamento e da insatisfação da pessoa que contribuiu com a ideia; garante a permanente contribuição de ideias oriundas do conhecimento de mercado e tecnologia, e não somente das ideias provenientes do estágio interno de geração de ideias.

### 2.5.8 Modelo de Kurkkio, Frishammar e Lichtenthaler (2011)

O modelo de Kurkkio; Frishammar e Lichtenthaler (2011) é específico para inovações de processos. Os autores destacam que os estudos do *Front End* para inovação de processo são vagos, não estruturados e necessitam de maior detalhamento. Assim, o objetivo da pesquisa de Kurkkio; Frishammar e Lichtenthaler (2011) foi identificar as atividades do *Front End* do desenvolvimento de processo, com base em um estudo multicaso em quatro empresas da indústria de mineração e fundição:

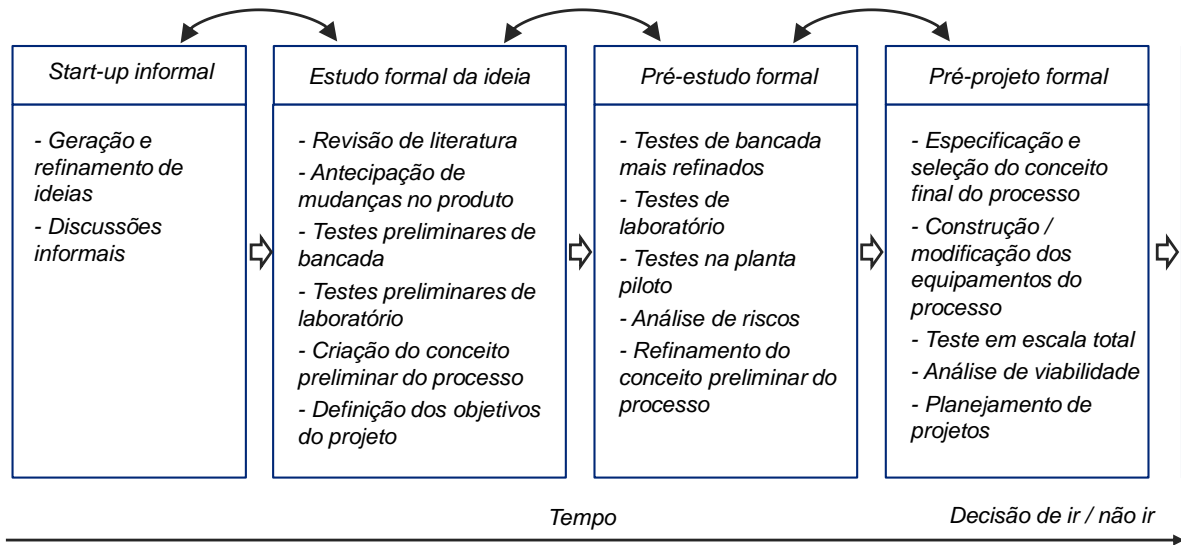
- Boliden AB, mineradora e fundição, que produz principalmente zinco e cobre, além de ouro, prata e chumbo. Possui mais de 4.400 empregados, atuando em mais de sete países.
- Höganäs AB, desenvolve e produz metal em pó para a indústria global. Tem aproximadamente, 1.500 empregados, atuando em 28 países.
- LKAB, desenvolve e produz concentrado de minério de ferro e outros minerais industriais para produção de aço e outros setores. Possui, aproximadamente 3.700 pessoas, atuando em 15 países.
- SSAB, desenvolve e produz aço de alta resistência para o mercado global. Emprega, aproximadamente, 9.000 pessoas, atuando em 45 países.

O modelo proposto pelos autores (Figura 20), foi concebido por meio de entrevistas e de estudo de dados secundários. Compõe-se de quatro subfases: start-up informal; estudo formal da ideia; pré-estudo formal; e pré-projeto formal.

Na primeira fase, start-up informal, as ideias para o desenvolvimento do processo, geralmente, não são claras, são nebulosas e contêm várias pontas soltas. As principais atividades são: geração de ideias; e refinamento. Em geral, uma ideia segue para a fase de seguinte, ou seja, a fase de estudo formal da ideia, quando ganha legitimidade entre o pessoal de desenvolvimento (KURKKIO; FRISHAMMAR; LICHTENTHALER, 2011).



Figura 20 – Modelo de Kurkkio, Frishammar e Lichtenthaler, “*Front End* para o desenvolvimento de processos”



Fonte: Adaptada de Kurkkio; Frishammar e Lichtenthaler (2011)

Segundo Kurkkio; Frishammar e Lichtenthaler (2011), tipicamente, as ideias são geradas pela alta gestão, pelos gerentes ou pelo pessoal de desenvolvimento, em suas iniciativas, sem uma ordem explícita. A princípio, qualquer pessoa envolvida no processo produtivo ou no desenvolvimento pode contribuir com ideias para novos projetos de desenvolvimento de processo. Em todas as firmas estudadas, a maioria das ideias é oriunda do pessoal de produção. Porém, ideias também são originadas dos departamentos de pesquisa e desenvolvimento, desenvolvimento de produto e central de desenvolvimento de processo. Embora os gatilhos para a geração de novas ideias sejam múltiplos, redução de custos e problemas de qualidade relacionados aos produtos existentes são os pontos de partidas mais frequentes. As ideias oriundas dos gestores, desde que estejam em linha com a estratégia de produção da empresa, são rapidamente legitimadas. Apesar de, muitas vezes, ser necessário um refinamento, a ideia, geralmente, move-se rapidamente para a fase estudo formal da ideia. Se a ideia for originada do pessoal de produção ou desenvolvimento, adicionalmente, algumas atividades informais acontecem para que ela ganhe legitimidade. Essas atividades, geralmente, acontecem fora do processo formal do projeto. O maior refinamento das ideias, frequentemente, ocorre nas conversas informais com colegas de trabalho. Por exemplo, durante as pausas para o café e quando pessoas de diferentes departamentos funcionais são reunidas para discutir problemas no processo de produção. Conseqüentemente, a segunda atividade chave na fase de start-up informal contempla as discussões informais (KURKKIO; FRISHAMMAR; LICHTENTHALER, 2011).

Segundo Kurkkio; Frishammar e Lichtenthaler (2011), a segunda fase, o estudo formal da ideia, é citada como a primeira fase formal do *Front End*. Tipicamente, inicia-se com o gerente metalurgista ou o gerente de desenvolvimento de processo. Nesta fase, a ideia é mais especificada e um conceito claro do problema para qual a ideia foi apresentada como solução é proferido. A primeira atividade chave desta fase é a “*especificação da ideia*”, geralmente, realizada por meio de grupos de discussão e/ou conduzindo uma revisão formal da literatura, dependendo do tipo de inovação de processo que está sendo analisada. Por exemplo, se o problema e a respectiva ideia são relativos a questões de qualidade no produto final, a ideia para a solução é, frequentemente, discutida entre os operadores de processo e os engenheiros de desenvolvimento de processo. De outro lado, se a ideia para um projeto de desenvolvimento de processo é proveniente de um gerente sênior, então, geralmente, implica objetivos de longo prazo, de forma a avaliar oportunidades e gargalos futuros do processo de produção. Nesse caso, a revisão formal da literatura é frequentemente realizada. Quando o problema e a ideia são suficientemente entendidos, eles são extensivamente discutidos nos passos seguintes com outros colegas e, mais tarde, com os pesquisadores sênior.

A questão chave no estudo das ideias é: A mudança de processo necessária afeta as propriedades do produto final e, em caso afirmativo, de que forma. Como as mudanças no processo de produção, frequentemente, afetam o produto final, a segunda atividade chave é a “*antecipação das mudanças no produto final*”. Tipicamente, a próxima atividade chave realizada no estudo formal da ideia compreende o teste e mais validação da ideia, por meio de testes em escala de bancada ou de teste preliminar laboratorial. Esta atividade é mais relevante para os projetos radicais – ou seja, aqueles que implicam mudanças mais abrangentes no processo de produção – e menos importante para os projetos de mudanças incrementais. Outra atividade chave é a “*criação conceito preliminar do processo*”, que tem por objetivo detalhar as especificações funcionais desejadas do processo objetivo. A última atividade chave desta fase pode ser resumida como “*definição dos objetivos do projeto*”, que, geralmente, é um relatório que descreve os objetivos preliminares, junto com as especificações e os ganhos esperados com a implementação do projeto. Finalmente, a decisão de prosseguir ou não para a fase de

estudo preliminar é tomada, tipicamente, pelo gerente do departamento de desenvolvimento de processo (KURKKIO; FRISHAMMAR; LICHTENTHALER, 2011).

Na terceira fase, o pré-estudo formal, segundo Kurkkio; Frishammar e Lichtenthaler (2011), a ideia de projeto é mais profundamente especificada. Essas especificações, geralmente, desencadeiam investimentos em novos equipamentos processo ou a reforma deles, que podem melhorar a eficiência no processo produtivo. Questões como “O que deve ser desenvolvido? ”, “Como isso deve ser feito, e a qual custo? ”, “Quais são as consequências da mudança de processo proposta? ”, e “Qual é a análise de riscos de diferentes tipos? ”, tipicamente, são realizadas no início da fase de pré-estudo formal.

Na maioria dos casos, o pré-estudo é conduzido por um grupo de projeto composto por pessoas de diferentes experiências funcionais. Uma atividade chave do grupo de trabalho é verificar as ideias a partir da realização de uma série de experimentos em diferentes escalas. Conseqüentemente, as atividades chave desempenhadas nesse processo são: testes de bancada mais refinados; testes laboratoriais; e testes em plantas piloto. Esses experimentos têm como principal objetivo verificar se os objetivos preliminares do projeto podem ser alcançados. Conforme o conhecimento sobre os efeitos e as consequências das mudanças de processo planejadas são acumulados, os objetivos preliminares, geralmente, tendem a sofrer pequenas mudanças, o que demanda mais iterações entre as atividades chave. Esse processo resulta no refinamento do conceito de processo preliminar, sendo essa a última atividade chave do pré-estudo formal (KURKKIO; FRISHAMMAR; LICHTENTHALER, 2011).

A última fase do *Front End* de desenvolvimento de processos de Kurkkio; Frishammar e Lichtenthaler (2011) é a de pré-projeto. A primeira atividade chave compreende a especificação e seleção do conceito final do processo. Experimentos em escala real são conduzidos para verificar as mudanças de processo. Se o projeto envolve a construção ou compra de um novo equipamento de processo, protótipos desse equipamento são testados e validados no final desta fase. Além disso, a análise de viabilidade e o plano de projeto são atividades chave. Na análise de viabilidade, as capacidades e os requisitos são explorados. Também, avalia-se como se as

mudanças de processo propostas estão em linha com estratégia geral da empresa. No plano de projeto, recursos, custos e cronograma são estimados para o desenvolvimento geral do projeto (KURKKIO; FRISHAMMAR; LICHTENTHALER, 2011).

Segundo Kurkkio; Frishammar e Lichtenthaler (2011), o estudo permitiu identificar vários fatores que influenciam a gestão das atividades do *Front End*, por exemplo:

- Grau de novidade do projeto de desenvolvimento de processo. Quanto maior a novidade ou a necessidade de mudanças radicais, mais complexo se torna o processo, exigindo maior número de atividades e maior rigor na execução.
- Expertise prévia da empresa sobre o problema em questão. Se a empresa já possui experiência prévia, algumas fases do processo não são executadas, por exemplo, o estudo da ideia.
- Origem da mudança de processo. Os projetos de desenvolvimento de processo com objetivos de longo prazo, geralmente, são oriundos da alta gestão e são mais formalizados. De outro lado, os projetos de curto prazo, geralmente, são oriundos do chão de fábrica e conduzidos de forma mais informal.
- Tempo para execução do projeto. Para os projetos com prazo para término mais curtos, algumas atividades não são executadas.
- Projetos de desenvolvimento de processos. Podem ser direcionados para mudanças técnicas e/ou organizacionais. Dependendo da natureza principal do projeto, atividades específicas são realizadas. Porém, as mudanças técnicas raramente são efetivas sem o acompanhamento de mudanças organizacionais.

Kurkkio; Frishammar e Lichtenthaler (2011) destacam alguns problemas e deficiências encontradas nos projetos de *Front End*:

- Falta de envolvimento dos times de produção na fase inicial;
- Os projetos de desenvolvimento de processos, em sua maioria são reativos;
- Falta de tempo e recursos para conduzir o projeto de desenvolvimento de processo; e
- Falta de documentação dos resultados – em especial, experimentos que resultaram em falha.

Foram identificadas também práticas realizadas pelas empresas que melhoram o *Front End*:

- Envolvimento inicial dos times de produção;
- Colaboração multifuncional; e
- Criação de uma cultura criativa.

## 2.6 Análise dos modelos do *Front End* da Inovação

O objetivo desta seção é analisar os oitos modelos de *Front End* da inovação identificados na revisão da literatura, para buscar as similares, diferenças e principal contribuição de cada um.

A análise comparativa dos modelos foi resumida em dois quadros. O Quadro 4, destaca os seguintes atributos: fundamentação do modelo, foco de inovação, tipo de inovação, resultado do FEI, fluxo de processo, e portões de aprovação. O Quadro 5 resume as principais atividades enquadradas nos três elementos do FEI e as principais contribuições de cada modelo. A análise comparativa permite sugerir algumas conclusões, por exemplo:

- Identificou-se apenas uma proposta de modelo para desenvolvimento de processos (KURKKIO; FRISHAMMAR; LICHTENTHALER, 2011). A maioria dos modelos direciona-se ao pré-desenvolvimento de novos produtos. Os modelos analisados não mencionam inovações em métodos organizacionais nem inovações em marketing.
- É possível encaixar as atividades dos modelos em três elementos – ideia, oportunidade e conceito –, com base nas definições de (KOEN *et al.*, 2002).
- Conforme sugere Lempiälä (2011), com base no trabalho Koen *et al.* (2001), é possível agrupar todo o trabalho executado no FEI nas seguintes atividades: geração e ideias; seleção de ideias, identificação de oportunidades, seleção de oportunidades, desenvolvimento de conceitos e seleção de conceitos.
- Apesar de perseguirem objetivos distintos, os modelos de desenvolvimento de produtos e de desenvolvimento de processos tem algumas atividades em

comum: identificação e refinamento da ideia, identificação da oportunidade e análise preliminar da tecnologia (KURKKIO, 2011).

- Apesar de quase todos os modelos identificarem a geração de ideias como uma atividade do FEI, o modelo sugerido por Flynn *et al.* (2003) trata a geração de ideias como um processo e destaca a importância da criatividade para o sucesso do FEI.
- Apesar de alguns modelos serem considerados lineares por não deixarem claro a interação entre as atividades, é possível supor que todas as atividades do *FEI* influenciam o resultado do *FEI* de maneira não linear, dado que todas as atividades possuem um nível de influência mútua.
- Os fatores organizacionais e ambientais são citados como influenciadores ou como fatores críticos de sucesso do *FEI*. Segundo Khurana e Rosenthal (1997), empresas bem sucedidas integram suas estratégias de negócios e produto com o *Front End*. Já Koen *et al.* (2001) ressaltam a importância da liderança e da cultura organizacional como “motor” do processo.

Quadro 4 – Categorização dos modelos analisados

<b>Modelo</b>	<b>Fundamentação do modelo</b>	<b>Foco de inovação</b>	<b>Tipo de inovação</b>	<b>Resultado do processo</b>	<b>Fluxo do processo</b>	<b>Portões de aprovação</b>
Cooper (1988)	Teórica	Produtos (bens)	Novos produtos	Conceito de produto	Linear	- Triagem inicial - Avaliação da ideia - Avaliação do conceito
Khurana & Rosenthal (1997) (1998)	Empírica	Produtos (bens)	Novos produtos	Conceito de produto	Linear	- Avaliação do conceito
Koen et al (2001)	Teórica	Produtos (bens)	Novos produtos	Conceito de produto	Interativo	- Avaliação do conceito
Flynn et al (2004)	Teórica	Produtos (bens e serviços)	Geração de ideias	Ideias e/ou soluções	Linear	- Avaliação da ideia / solução
Boeddrich (2004)	Teórica	Produtos (bens)	Novos produtos	Projeto preliminar	Linear	- Avaliação da ideia - Avaliação do conceito
Reid e Brentani (2004)	Teórica	Produtos (bens)	Inovações descontínuas	Ideia / oportunidade	Linear	- Três Interfaces / não são portões de aprovação.
Brem & Voigt (2009)	Empírica	Produtos (bens e serviço)	Novos produtos e serviços	Ideia "enriquecida"	Interativo	- Avaliação da ideia em três níveis
Kurkkio et al. (2011)	Empírica	Processo	Inovações Incrementais de processo	Projeto preliminar	Interativo	- Avaliação do conceito

Fonte: Elaborado pelo autor

(Continua)

Quadro 5 - Principais atividades e contribuições a literatura dos modelos

<b>Modelo</b>	<b>Elementos</b>	<b>Atividades</b>	<b>Principais contribuições do modelo</b>
Cooper (1988)	Ideias	Geração de ideias; triagem inicial; avaliação preliminar de mercado; e avaliação preliminar técnica.	- Divide as atividades em técnicas e de mercado; - Apresenta o conceito de stage-gate; e - Sugere o conceito como produto para avaliação final.
	Conceitos	Estudos de mercado para identificação de conceito; avaliação técnica preliminar; Estudos de mercado para teste do conceito; e avaliação preliminar.	
Khurana & Rosenthal (1997)	Oportunidades	Identificação preliminar de oportunidades: e análise do mercado e da tecnologia.	- Identifica os elementos de fundação estratégia de produto e portfólio como sendo os norteadores do processo.
	Conceitos	Definição e conceito do produto; e definição do produto e planejamento de projetos.	
Khurana & Rosenthal (1998)	Oportunidades	Identificação preliminar de oportunidades: geração de ideias, análise de mercado e tecnologia.	- Adiciona a geração de ideias ao modelo.
	Ideias		
	Conceitos	Definição e conceito do produto; viabilidade; e planejamento de projetos.	
Koen et al (2001)	Oportunidades	Identificação de oportunidades; e análise de oportunidades.	- Sugere uma linguagem padrão para os elementos e atividades do FEI; - Processo interativo com duas entradas, a geração de uma ideia ou a identificação de uma oportunidade, e apenas uma saída com definição do conceito.
	Ideias	Geração de ideias; enriquecimento de ideias; e seleção de ideias.	
	Conceitos	Definição do conceito.	
Flynn et al (2004)	Ideias	Direcionamento estratégico; varredura ambiental; e identificação de oportunidades.	- Aborda com detalhes o processo de geração de ideias.
Boeddrich (2004)	Ideias	Geração e adoção de ideias; análise estratégica de ideias; e triagem de ideias.	- Aborda requisitos gerais e específicos da empresa para manter um fluxo sustentável de ideias.
	Conceitos	Desenvolvimento do conceito; e projetos preliminares.	



(Conclusão)

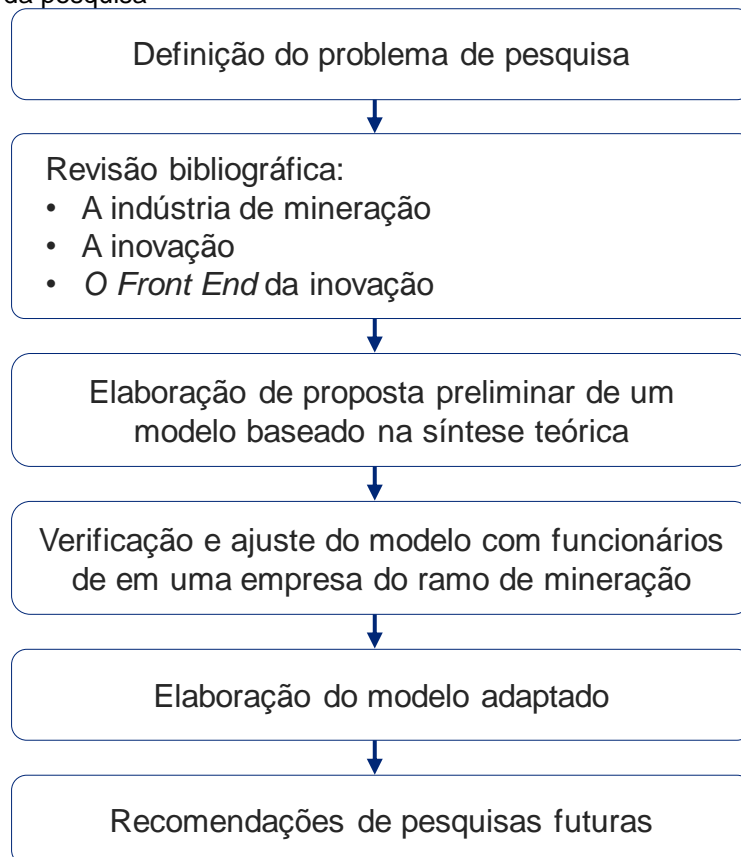
<b>Modelo</b>	<b>Elementos</b>	<b>Atividades</b>	<b>Principais contribuições do modelo</b>
Reid e Brentani (2004)	Ideias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificação de ideias/oportunidades no ambiente externo;</li> <li>- Internalização da ideia ou oportunidade; e</li> <li>- Adoção da ideia no projeto.</li> </ul>	- Propõe um modelo de tomada de decisão e um fluxo de informações do ambiente externo para empresa, como foco em inovações descontinuas.
Brem & Voigt (2009)	Ideias	Coleta de ideias; criação de ideias; análise do perfil das ideias; acompanhamento das ideias; triagem de ideias; classificação de ideias; enriquecimento de ideias; e armazenamento de ideias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabalha a integração entre mercado e tecnologia;</li> <li>- Trabalha com banco de ideias não aprovadas; e</li> <li>- Trabalha com processo de feedback de alta qualidade.</li> </ul>
Kurkkio et al. (2011)	Ideias	Geração de ideias; refinamento de ideias; e discussões informais	- Único modelo de <i>Front End</i> do desenvolvimento de processos em indústrias de processos
	Conceitos	Revisão de literatura; antecipação de mudanças no produto; testes preliminares de bancada; testes preliminares de laboratório; criação do conceito preliminar do processo; definição dos objetivos do projeto; testes mais refinados de bancada; testes de laboratório; testes piloto em planta; análise de riscos; refinamento preliminar do conceito do processo; especificação e seleção do conceito final do processo; construção/modificação dos equipamentos do processo; teste em escala total; análise de viabilidade; e planejamento de projetos	

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3 METODOLOGIA

O objetivo desta seção é descrever o processo realizado nesta pesquisa. A Figura 21 detalha a sequência de atividades.

Figura 21 - Etapas da pesquisa



Fonte: Elaborada pelo autor

Nas seções seguintes, detalham-se as atividades de cada etapa da metodologia de pesquisa.

#### 3.1 Etapas da pesquisa: motivação e definição do problema de pesquisa

A definição do problema pesquisa deu-se a partir de duas motivações. A primeira relacionada à percepção do autor quanto à realidade da inovação na indústria da mineração; e a segunda, ao contato inicial com o tema.

O autor tem mais de dez anos de experiência em diversas funções na indústria de manufatura e na indústria de mineração. É graduado em Engenharia de Controle de Automação pelo Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, e possui duas

especializações, ambas em Gerenciamento de Projetos, uma pela Fundação Dom Cabral e outra pela Fundação Getúlio Vargas. Sua experiência profissional iniciou-se no desenvolvimento de produtos, atuando durante quatro anos nas seguintes funções: projetista de máquinas, programador de automação de máquinas e gestor de desenvolvimento de produto. Em 2011, migrou para a indústria de mineração, tendo participado do Programa de Formação de Engenheiros para Atuação em Projetos de Capital de uma mineradora multinacional. Atuou por dois anos no escritório de projetos de capital, contribuindo para o desenvolvimento, treinamento e auditoria de aplicação do modelo de gestão de projetos de capital. Em 2013, transferiu-se para uma segunda mineradora multinacional, onde atuou por dois anos em uma planta de beneficiamento como engenheiro de projetos e melhoria do negócio, contribuindo para a implementação de projetos e melhorias operacionais. Em 2014, retornou a Belo Horizonte/MG, para trabalhar no escritório corporativo, atuando, aproximadamente dois anos como engenheiro de melhoria do negócio corporativo e posteriormente como especialista de estratégia, para os negócios de níquel, nióbio e fosfatos no Brasil. Em 2017, após a venda dos ativos de nióbio e fosfatos, atuou como especialista de estratégia e desenvolvimento do negócio para os ativos de níquel e minério de ferro no Brasil.

Durante esses sete anos atuando na indústria de mineração em diferentes funções e em diversas empresas, o autor conseguiu identificar importantes questões relacionadas à realidade da inovação na indústria da mineração. Sua percepção é que a indústria mineral executa projetos de inovação com considerável taxa de sucesso, porém encontra dificuldades em formar o portfólio de projetos de inovação. A hipótese do autor é que as atividades relacionadas ao pré-desenvolvimento falham em garantir o mínimo de acerto e confiança ao *business case* dos projetos de inovação. Assim, quando participam dos processos de priorização de investimentos, geralmente, não são priorizados para a fase de desenvolvimento, pois demandam volumosos investimentos e apresentam muitas incertezas quanto aos benefícios do projeto. Tal percepção despertou seu interesse em aprofundar o conhecimento nas atividades de pré-desenvolvimento. Sua experiência influenciou o desenvolvimento da proposta de um modelo do *Front End* da inovação de processos aplicável a uma empresa de mineração de minério de ferro.

A segunda motivação do autor está relacionada ao contato inicial com o tema nas disciplinas “Introdução à Gestão da Inovação” e “Gestão de Desenvolvimento de Produtos”, na qual a fase pré-desenvolvimento é identificada como o *Front End* da inovação. Após o contato inicial, realizou o aprofundamento na literatura, o que resultou nas seguintes conclusões:

- O FEI é a base da inovação bem-sucedida. Vários estudos afirmam que as empresas aumentam as chances de desenvolvimento de inovações mediante a da melhoria desse subprocesso (KOEN *et al.*, 2001; KIM, J.; WILEMON, D.1, 2002; COOPER, 2008; VERWORN; HERSTATT; NAGAHIRA, 2008; VERWORN, 2009; THANASOPON; PAPADOPDULOS; VIDGEN, 2016).
- A literatura é carente de estudos relacionados ao FEI para inovações de processo (KURKKIO, 2011).
- A indústria de mineração é reconhecidamente uma indústria de processos e possui grande dependência por inovações de processo (WARHURST; BRIDGE, 1996).
- A literatura do FEI é criticada por apresentar modelos genéricos, em que é difícil para as empresas aplicarem esses estudos em seus processos de inovações específicos (NOBELIUS; TRYGG, 2002; KURKKIO, 2011);

O contexto e as conclusões apresentadas estabeleceram o ponto de partida para a seguinte pergunta de pesquisa: Como estabelecer um modelo prático do *Front End* da inovação de processos aplicável a uma empresa de mineração de minério de ferro?

### **3.2 Etapas da pesquisa: revisão de literatura**

A revisão da literatura teve por objetivo esclarecer conceitos básicos relacionados ao tema da pesquisa. Como base na revisão da literatura, foram utilizados os artigos identificados durante o levantamento da literatura do FEI e da indústria da mineração. Os temas abordados foram os seguintes:

- Relevância e conceitos da indústria de mineração (seção **2.2.1**);
- Processos de beneficiamento do minério de ferro (seção **2.2.2**);

- Inovação na indústria de mineração (seção **2.2.3**);
- Relevância e conceitos da inovação (seção **2.3.1**);
- Perspectiva histórica dos processos de inovação (seção **2.3.2**);
- Inovação em desenvolvimento de processos (seção **2.3.3**);
- Terminologias e conceitos do *Front End* da inovação (seção **2.4**);
- Modelos do *Front End* da inovação (seção **2.5**).

### **3.3 Etapas da pesquisa: proposta do modelo preliminar**

O modelo preliminar é produto de duas bases de informações. A primeira foi a análise dos modelos encontrados na literatura e a segunda está relacionada a experiência profissional do autor na indústria de mineração.

A análise dos oitos modelos identificados na revisão da literatura, baseada na busca por similaridades e diferenças, e a contribuição para a literatura de cada modelo possibilitaram a formação da base teórica, que, somada à experiência profissional na indústria de mineração, forneceu subsídios para o autor sugerir um modelo do *Front End* da inovação de processos aplicável a uma indústria de mineração. Tal modelo é apresentado posteriormente na Figura 22.

### **3.4 Etapas da pesquisa: verificação do modelo**

Com o objetivo de propor um modelo aplicável e aderente à realidade, o modelo preliminar foi submetido a um processo de verificação, realizada em uma indústria de mineração de minério de ferro, por intermédio de entrevista com profissionais envolvidos diretamente com a inovação de processos. Segundo Gil (2002), entrevistas são utilizadas em estudos exploratórios com o propósito de proporcionar melhor compreensão do problema, gerar hipóteses e fornecer elementos para a construção de instrumentos de coleta de dados. A escolha por realizar a verificação em uma única empresa da indústria de mineração está alinhada com o objetivo da pesquisa de desenvolver um modelo aplicável à realidade de uma empresa específica.

A empresa escolhida para realizar a verificação foi a “XPTO”. Neste trabalho, utilizou-se para a empresa a denominação fictícia “Empresa XPTO”. Foram utilizadas denominações fictícias sempre que houvesse a possibilidade de identificação da empresa.

Empresa “XPTO” integra um conglomerado que atua no ramo da mineração há mais de 100 anos. É uma das maiores mineradoras do mundo, empregando mais de 130 mil pessoas. Dedicou-se à exploração e ao beneficiamento de metais do grupo da platina, diamantes, cobre, níquel, minério de ferro e carvão. Possui operações na África, Europa, América do Sul, América do Norte e Austrália. Instalou-se no Brasil há mais de 40 anos. Atualmente, possui duas plantas de beneficiamento de níquel e uma planta de beneficiamento de minério de ferro.

O principal motivador da escolha foi o acesso à empresa “XPTO”, aos funcionários, aos processos e às informações. Além disso, a empresa possui intensa atividade de desenvolvimento de processos, com vários profissionais dedicados, diversos laboratórios e planta piloto.

#### **3.4.1** Planejamento da verificação do modelo

O planejamento da dinâmica de verificação foi compartilhado com o gerente de melhoria do negócio. Ele foi o primeiro a ser abordado. Já no primeiro contato, foram apresentados os conceitos gerais de inovação e do *Front End* da inovação, bem como os objetivos da pesquisa. Como produto dessa reunião, o gerente de melhoria do negócio sugeriu uma lista de funcionários que poderiam contribuir para a dinâmica de verificação (Quadro 6).

Os funcionários mapeados para a dinâmica foram abordados separadamente, para a apresentação do contexto da pesquisa e a confirmação da participação na pesquisa. Todos os participantes sugeridos concordaram em participar. A estratégia adotada consistiu em abordar os funcionários em reuniões individuais. A principal motivação foi a limitada disponibilidade de tempo dos funcionários. Seria muito difícil destacar todos os funcionários de suas funções de rotina no mesmo horário.

Quadro 6 - Participantes da dinâmica de verificação

<b>Cargo</b>	<b>Área de atuação</b>	<b>Motivação da escolha</b>
Gerente	Melhoria do negócio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possui visão sistêmica do negócio e das melhorias de processo.</li> <li>- Possui mais de 5 anos de experiência como gestor na indústria de mineração.</li> <li>- É graduado em Engenharia de Controle e Automação e mestre em Engenharia Mecânica.</li> </ul>
Gerente	Desenvolvimento de processos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atua no desenvolvimento de melhorias no processo produtivo.</li> <li>- Possui mais de 36 anos de experiência na indústria de mineração, dentre eles 29 anos dedicados ao desenvolvimento de processos.</li> </ul>
Coordenador	Desenvolvimento de processos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atua no desenvolvimento de melhorias no processo produtivo.</li> <li>- Possui mais de 9 anos de experiência na indústria de mineração, dentre eles 8 anos dedicados ao desenvolvimento de processos.</li> <li>- Graduado em Engenharia de Minas e mestre e doutor em Engenharia Minas e Metalúrgica.</li> </ul>
Coordenador	Coordenador de melhoria do negócio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- É o responsável por fomentar os projetos inovadores.</li> <li>- Possui mais de 5 anos de experiência na indústria de mineração.</li> <li>- Graduado em Engenharia de Produção.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor

Para guiar a execução das reuniões, elaborou-se uma apresentação com os seguintes temas: “Objetivos da pesquisa”; “Contextualização sobre processo de inovação e o *Front End* da inovação”; “Apresentação dos objetivos da entrevista”; e “Apresentação do modelo preliminar”.

Para suportar a verificação do modelo, desenvolveu-se um roteiro de entrevistas estruturado, que objetivou induzir os participantes a questionarem a aplicabilidade do modelo proposto e, então, contribuir com comentários relevantes. O roteiro não foi entregue aos participantes, servindo como guia para o autor (Quadro 7).

Quadro 7 - Roteiro estruturado da verificação do modelo.

Categoria	Questões
Questões gerais sobre o <i>Fuzzy Front End</i> do desenvolvimento de processos	Como você define o desenvolvimento de processos?
	Existe um processo formal para a gestão do desenvolvimento de processos?
	Como um projeto de desenvolvimento de processo se inicia? É necessária a formalização ou ocorre de forma informal?
	Qual é a origem das ideias de inovação de processo? Geralmente são iniciadas por quem na estrutura organizacional?
	<p>Em relação ao processo formal ou o processo que ocorre na prática:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Existe um processo de seleção ou filtro inicial das ideias?</li> <li>– Ele é separado por fases? Possui portões de aprovação? Quem é o tomador de decisão?</li> <li>– Quais são as principais atividades e entregáveis?</li> <li>– Qual é o critério para definir se uma inovação de processo já tem maturidade de desenvolvimento o suficiente para seguir para a fase de implantação?</li> <li>– Após concluir o desenvolvimento do conceito de uma melhoria de processo, como ocorre a deliberação sobre implementação ou não do conceito ?</li> </ul>
	Em sua opinião, no geral, os projetos de inovação em processos são bem-sucedidos? Quais são os principais motivadores do sucesso. Quais são as principais causas do insucesso?
	<p>Em sua opinião, o modelo proposto para o <i>Fuzzy Front End</i> do desenvolvimento de processos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– É aderente com a realidade do contexto de desenvolvimento de processos da empresa?</li> <li>– A divisão das fases e os respectivos portões de aprovação são aderentes à realidade da inovação de processos e à estrutura organizacional?</li> <li>– A matriz RACI proposta é aderente à estrutura organizacional da empresa? Está no equilíbrio ótimo em fluidez do processo e o correto nível de controle autoridade de aprovação?</li> <li>– As atividades e produtos de cada fase estão aderentes ao contexto de desenvolvimento de processos?</li> </ul>
Questões sobre os direcionadores da inovação	<p>Em sua opinião, na empresa existe uma estratégia clara que direcione as inovações de processo?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– A empresa entende que a inovação é um importante pilar da cultura organizacional?</li> <li>– A alta gestão (gerentes e diretores) suporta as iniciativas de inovação?</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor



### 3.4.2 Execução da verificação do modelo

As reuniões de verificação foram realizadas entre 01/05/2018 e 17/05/2018, no escritório corporativo da empresa em Belo Horizonte/MG, em uma das operações de minério de ferro. As reuniões, com duração de aproximadamente 40 minutos, seguiram o seguinte roteiro:

- a) Apresentação dos objetivos da pesquisa, o contexto do autor como funcionário e pesquisador.
- b) Apresentação do processo genérico de inovação, com destaque para o *stage-gate*, de Cooper (1990), e o funil de desenvolvimento, de Clark e Wheelwright (1992).
- c) Apresentação dos conceitos e relevância do *Front End* da inovação e demonstração de alguns modelos da literatura, com destaque para os modelos de Koen *et al.* (2001) e Kurkkio; Frishammar e Lichtenthaler (2011)
- d) Apresentação dos objetivos da verificação e da finalidade da reunião, reforçando que não seriam julgadas as práticas da empresa em relação ao *Front End* da inovação, mas a aplicabilidade do modelo proposto.
- e) Apresentação do modelo preliminar, detalhando as fases e atividades e, sempre que possível, citando exemplos da realidade da empresa.
- f) Discussão aberta sobre a aplicabilidade do modelo proposto, utilizando o questionário apresentado no Quadro 7, para induzir a análise crítica.

Durante as discussões, o autor reforçou o quanto é importante para pesquisa a crítica sincera dos participantes, esclareceu detalhes do modelo e prontificou-se a sanar dúvidas.

### 3.4.3 Análise dos dados e proposta adaptada do modelo

A análise dos dados da dinâmica de verificação foi realizada com base na transcrição das gravações de áudio e nas anotações dos participantes e do autor. O conteúdo das transcrições e das anotações foi analisado utilizando os passos propostos por Creswell (2010), sendo eles:

- a) Organização do material – transcrição das gravações e digitalização das anotações dos participantes e do autor.
- b) Leitura das transcrições e das anotações – procurando encontrar padrões nos comentários dos participantes.
- c) Agrupamento do material por temas – as transcrições e anotações foram agrupadas nos seguintes temas:
  - Fases do modelo proposto;
  - Atividades do modelo proposto; e
  - Elementos do modelo proposto.
- d) Organização do material codificado – os temas e os respectivos comentários foram organizados de forma lógica.
- e) Interpretação e extração do significado – a utilização dos comentários para a adaptação do modelo preliminar como resultado da proposta adaptada do modelo.

## 4 PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DO *FRONT END* DA INOVAÇÃO DE PROCESSOS

A proposição do modelo divide-se em três etapas: apresentação de um modelo preliminar; validação do modelo; e sugestão de um modelo adaptado. O modelo preliminar é produto de duas bases de informações: análise dos modelos encontrados na literatura; e experiência profissional do autor na indústria de mineração.

### 4.1 O modelo preliminar

A forma ilustrativa do modelo preliminar é apresentada na Figura 22. O modelo possui cinco elementos: oportunidade, ideia, conceito, direcionadores da inovação e agentes de influência. A descrição dos elementos é apresentada no Quadro 9. A interação desses elementos ocorre nas quatro subfases do modelo: início informal; estudo formal da ideia e/ou oportunidade; pré-estudo formal; e pré-projeto formal. A descrição das fases é apresentada no Quadro 11 e as respectivas atividades de cada fase no Quadro 14. Como consequência da execução das atividades, os produtos esperados das fases é apresentado no Quadro 12. A ideia e/ou a oportunidade avançam pelas fases do modelo conforme atendem aos requisitos mínimos de cada portão de aprovação: triagem inicial; seleção de ideias e oportunidades; seleção de conceitos preliminares; e aprovação de conceitos. O detalhamento dos portões é apresentado no Quadro 13. As ideias, oportunidades e conceitos diferidos nos portões seguem para um processo de *feedback* de alta qualidade e, posteriormente, são registrados em um banco de ideias e oportunidades. O objetivo é esclarecer os envolvidos quanto aos argumentos da deliberação, bem como servir de insumo para retroalimentar o processo.

O processo proposto foi desenhado com base nas características organizacionais da mineradora estudada, levando em consideração a linguagem de comunicação e os jargões da indústria, bem como a estrutura organizacional vigente no momento da pesquisa. Essa abordagem foi adotada com o objetivo de tornar o modelo proposto uma ferramenta de fácil entendimento pelos colaboradores da empresa, bem como de facilitar a possível implementação no futuro.

Para tornar claro os papéis e as responsabilidades na execução das atividades e ações, uma matriz RACI foi proposta, considerando a estrutura organizacional vigente. Essa matriz é apresentada no Quadro 8. Segundo o Guide (2004), uma matriz RACI é um tipo comum de matriz de alocação de responsabilidades, que indica os papéis de responsável pela execução e de responsável pela aprovação. Deve ser consultado e deve ser informado para definir o tipo de envolvimento das partes interessadas nas atividades de projeto ou processo. No contexto deste trabalho, a palavra “aprovação” foi substituída por “autoridade”. As definições adotadas na matriz RACI foram as seguintes:

- “R” ou Responsável – é o responsável pela execução da atividade ou ação. Para uma atividade ou ação, pode ser designado um ou mais responsáveis.
- “A” ou Autoridade – é o tomador de decisão, a quem cabe deliberar se a atividade ou ação está concluída, e se foi realizada conforme os padrões demandados. Ou seja, responde pelo sucesso ou fracasso. No caso dos portões de aprovação, deliberar se a solicitação atende aos requisitos necessários para prosseguir para próxima fase. É importante ressaltar que para cada atividade ou ação deve existir apenas uma “autoridade”.
- “C” ou Consultado – é o especialista em determinada disciplina. Deve ser consultado antes de uma tomada de decisão.
- “I” ou Informado – é o *stakeholder*, que deverá ser informado após uma tomada de decisão.

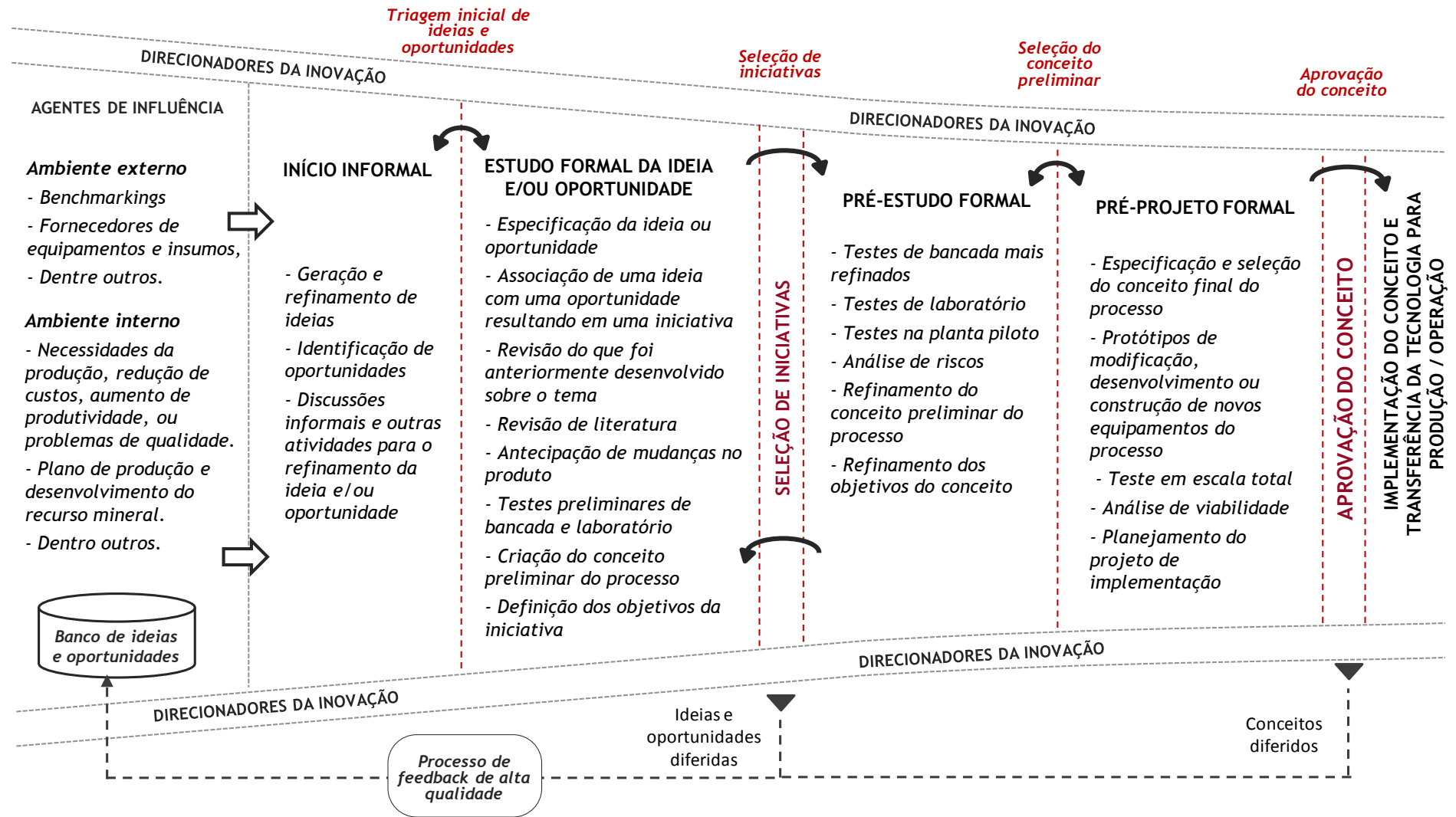
O *Front End* da inovação de processos pode ser iniciado a partir da criação de uma ideia ou da identificação de uma oportunidade. Porém, somente a associação de uma ideia com uma oportunidade possibilita o desenvolvimento de um conceito. Ou seja, uma ideia isolada gera apenas uma invenção e uma oportunidade sem uma ideia não consegue ser explorada. No modelo proposto, a associação de uma ideia com uma oportunidade será nomeada como uma “iniciativa”, a qual será desenvolvida até culminar em um conceito de novo processo. Conforme define Kurkkio (2011), o conceito de um novo processo a ser implementado na cadeia produtiva é o produto final do *Front End* da inovação de processos. Ou seja, após concluir o FEI nenhum outro teste ou desenvolvimento é realizado.

Uma característica das empresas de processo é o altíssimo grau de interdependência entre o desenvolvimento de produtos e o desenvolvimento de processos. Mudanças no processo produtivo, geralmente, impactam as propriedades do produto final. Por exemplo, em uma mineradora de minério de ferro qualquer mudança no processo de beneficiamento mineral poderá impactar as características do concentrado de minério de ferro. Assim, apesar de o modelo proposto objetivar inovações de processo, ele não impede que também possa gerar inovações no produto final.

Apesar de o modelo proposto ser descrito como um processo linear, com diversos portões de aprovações, é importante ressaltar que em alguns casos as fases podem se sobrepor, acontecer em paralelo, serem repetidas ou retornar ao início do processo, dado que o *Front End* do desenvolvimento de processos é entendido como um ciclo de tentativa e erro, com várias iterações entre as diferentes fases. As setas de duplo sentido entre as fases no modelo proposto objetivam enfatizar que durante o processo de desenvolvimento é possível que uma iniciativa retorne às fases anteriores. Por exemplo, caso uma iniciativa que está na fase “pré-estudo formal” durante os testes laboratoriais apresente resultados substancialmente divergentes das premissas que justificam o projeto, é necessário que os estudos sejam encerrados ou retornar às fases anteriores, para redefinir os objetivos da iniciativa (associação de uma ideia com uma oportunidade).

Os diversos modelos do FEI identificados e estudados nesta pesquisa influenciaram, de alguma forma, o desenvolvimento do modelo proposto, mas alguns dos modelos tiveram contribuições relevante. Esses modelos e suas respectivas contribuições são apresentados no Quadro 10.

Figura 22 - Modelo preliminar para o *Front End* da inovação de processos



Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 8 - Matriz RACI para o modelo preliminar.

Definições: “R” é o Responsável; “A” é a Autoridade; “C” é o Consultado; e “I” é o Informado.							
Etapa	O dono da ideia ou oportunidade	Coordenador de desenvolvimento de processos	Gerente de desenvolvimento de processos	Coordenador de inovação	Coordenador de produção	Gerente de produção	Comitê de desenvolvimento de processos
Fase: Início informal	R/A						
<b>Portão: Triagem inicial</b>		R/A		I			
Fase: Estudo formal da ideia / oportunidade	R	R/A	C/I				
<b>Portão: Seleção de ideias e oportunidades</b>	R	R	A	I			
Fase: Pré-estudo formal		R	R/A				
<b>Portão: Seleção do conceito preliminar</b>		R	R/A	I	C	C	
Fase: Pré-projeto formal		R	R	R	R	C	
<b>Portão: Aprovação do conceito</b>			R	R		R	A

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 9 - Os elementos do modelo

Elementos	Descrição
Oportunidade	Segundo Koen <i>et al.</i> (2002), oportunidade é uma lacuna comercial ou tecnológica que uma empresa ou indivíduo percebe entre uma situação atual e um futuro imaginado para capturar vantagem competitiva, responder a uma ameaça, resolver um problema ou atenuar uma dificuldade.
Ideia	Segundo Koen <i>et al.</i> (2002), a ideia é a forma mais embrionária de um novo produto ou serviço. Geralmente, consiste em uma visão rasa da solução prevista para o problema identificado pela oportunidade. Este mesmo conceito pode aplicar-se a um novo processo, estratégia de marketing ou métodos organizacionais.
Conceito	Segundo Koen <i>et al.</i> (2002), o conceito é uma forma bem definida, incluindo uma descrição escrita e visual, que contém os principais recursos e benefícios aos clientes, combinados com um amplo entendimento da tecnologia necessária. Com base nos modelos analisados, é possível afirmar que o conceito é o produto do <i>Front End</i> da inovação. Porém, é necessário levar em consideração que este conceito pode ser diferente, em razão do contexto da organização e de seu setor de atuação.
Direcionadores da inovação	<p>Os direcionadores da inovação foram baseados nos fatores de influência, no motor do modelo de Koen <i>et al.</i> (2002) e nos elementos de fundação do modelo de Khurana e Rosenthal (1997). Os direcionadores da inovação são responsáveis por guiar e catalisar o processo de inovação, sendo eles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– capacidades organizacionais, estrutura organizacional para o desenvolvimento de processos, as regras, incentivos e normas;</li> <li>– estratégia do negócio, e do portfólio de produtos e processos (em outras palavras, as diretrizes estratégicas para a inovação);</li> <li>– tecnologia disponível;</li> <li>– liderança e cultura organizacional.</li> </ul>
Agentes de influência	São as fontes de influência para a criação de ideias e a identificação de oportunidades oriundas dos ambientes, interno e externo, da organização.

Fonte: Elaborado pelo autor



Quadro 10 - Contribuição dos modelos FEI identificados e analisados para o modelo FEI proposto

Artigos e modelos	Contribuição para o modelo proposto
Cooper (1988)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abordagem dos portões de aprovação; dividir o projeto de inovação em partes menores; manter baixos os investimentos em inovação nas fases iniciais; e aumentar gradualmente os investimentos quando mais conhecimento for adquirido.</li> </ul>
Kurkkio (2011)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Definição das principais atividades do <i>Front End</i> do desenvolvimento de processos.</li> </ul>
Kurkkio; Frishammar e Lichtenthaler (2011)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– O modelo foi utilizado como base para a elaboração do modelo preliminar; e</li> <li>– Definição das principais fases e atividades do modelo.</li> </ul>
Lager; Hallberg e Eriksson (2010)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Definição das principais atividades do processo de inovação de processos em indústrias de processos; e</li> <li>– Utilização de <i>checklist</i> como ferramenta nos portões de aprovação.</li> </ul>
Koen <i>et al.</i> (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Os elementos ideia e oportunidade como início do processo e o conceito como produto do processo, bem como a interatividade entre eles;</li> <li>– Os fatores de influência: capacidades organizacionais, estratégia do negócio e mundo exterior (por exemplo, canais de distribuição, consumidores e competidores), e a ciência de borda que será utilizada; e</li> <li>– Liderança e cultura organizacional como o motor do processo.</li> </ul>
Khurana e Rosenthal (1997)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Os elementos de fundação e a estratégia como direcionador para o processo de inovação....</li> </ul>
(Brem e Voigt (2009))	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Conceito ilustrativo de afunilamento do modelo;</li> <li>– Reciclagem de ideias e oportunidades através do banco de ideias e conceitos indeferidos; e</li> <li>– Feedback de alta qualidade a quem identificou a oportunidade ou criou a ideia.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 11 - Fases do modelo proposto

<b>Fases</b>	<b>Descrição e objetivos</b>
Início informal	<p>- É a fase em que são criadas as ideias e identificadas as oportunidades para o desenvolvimento do processo. Este processo é influenciado pelos agentes de influência do ambiente, interno e externo, bem como pelos direcionadores da inovação. As ideias e as oportunidades geralmente, são oriundas dos times de operação e desenvolvimento de processo, da alta gestão, dos engenheiros e dos operadores.</p> <p>- O objetivo desta fase é desenvolver uma ideia ou oportunidade com o mínimo refinamento necessário para seguir para o estudo formal.</p>
Estudo formal da ideia e oportunidade	<p>- Nesta fase deve ocorrer a associação de uma ideia com uma oportunidade resultando em uma “iniciativa”. A ideia é mais especificada e um claro conceito da oportunidade na qual ela busca explorar é promulgado.</p> <p>- O trabalho nesta fase é predominantemente teórico, com alguns testes laboratoriais de menor escala. O rigor desse processo depende da complexidade da ideia e oportunidade.</p> <p>- O objetivo desta fase é produzir um relatório contendo, de forma preliminar, o conceito de processo, os objetivos do projeto, a especificação da oportunidade que será explorada e os benefícios esperados.</p>
Pré-estudo formal	<p>- Nesta fase o conceito preliminar da fase anterior é profundamente estudado e especificado, sendo predominantes os testes empíricos, como testes laboratoriais e planta piloto.</p> <p>- Esta fase objetiva responder a questionamentos do tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O que deve ser desenvolvido?</li> <li>- Como isso deve ser feito?</li> <li>- A qual custo?</li> <li>- Quais são as consequências do processo proposto?</li> <li>- Quais são os impactos no produto final?</li> <li>- Os objetivos preliminares do projeto podem ser alcançados?</li> </ul>
Pré-projeto formal	<p>- Esta fase tem como principais objetivos escolher e detalhar o conceito final, realizar a análise de viabilidade e desenvolver o plano de projeto para implementação da melhoria de processo.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 12 - Produtos esperados em cada fase

<b>Fases</b>	<b>Descrição dos produtos esperados</b>
Início informal	- O principal produto desta fase é a formalização da ideia ou oportunidade mediante o uso do formulário “Cadastro de ideia ou oportunidade”.
Estudo formal da ideia e oportunidade	- O principal produto desta fase é um relatório contendo, de forma preliminar: o conceito de processo, os objetivos do projeto, a especificação da oportunidade que será explorada (por exemplo, como um problema será resolvido) e os benefícios esperados.
Pré-estudo formal	- O principal produto desta fase é um relatório contendo: as especificações do conceito de processo, os objetivos do projeto, análise de riscos e os benefícios esperados.
Pré-projeto formal	- O principal produto desta fase é um <i>business case</i> , contendo: detalhes e especificações do conceito de novo processo, o que será necessário modificar no processo produtivo (por exemplo, adaptação ou aquisição de novos equipamentos), benefícios esperados, análise de viabilidade, plano de projeto para a implementação do conceito e qualquer outra informação necessária para deliberar se segue ou não com a implementação do conceito.

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 13 - Portões de aprovação.

(Continua)

<b>Portões de aprovação</b>	<b>Descrição e objetivos</b>	<b>Tomador de decisão</b>
Triagem inicial	<p>A triagem inicial tem três objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Verificar se a ideia e/ou oportunidade são caracterizadas como inovação em desenvolvimento de processos e estão alinhadas com a estratégia do negócio.</li> <li>– Verificar se a complexidade de desenvolvimento da ideia e/ou oportunidade justifica a utilização da abordagem mais estruturada do <i>Front End</i> da inovação. A aplicação rigorosa do modelo se justifica mais para projetos de exigem grandes investimentos em novas tecnologias de processo e menos para os projetos de desenvolvimento incremental. Porém, não será sugerida uma métrica. Tal decisão qualitativa deve basear-se na experiência do tomador de decisão.</li> <li>– Verificar se a ideia ou oportunidade já possui o refinamento necessário para seguir para a próxima fase.</li> </ul>	<p>A média gestão responsável pelo desenvolvimento de processo, podendo ser o coordenador de produção, de desenvolvimento de processo ou de pesquisa e desenvolvimento.</p>

(Conclusão)

Portões de aprovação	Descrição e objetivos	Tomador de decisão
Seleção de ideias e oportunidades	<p>A seleção de iniciativas (associação de ideia e oportunidade) tem os seguintes objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Verificar se o relatório do estudo preliminar da ideia e oportunidade atende aos requisitos de qualidade. Para essa atividade, recomenda-se o uso de um <i>checklist</i> contendo os principais entregáveis e direcionamentos estratégicos para inovação.</li> <li>– Verificar se a iniciativa (associação de ideia com uma oportunidade) é atrativa o suficiente para seguir para próxima fase.</li> <li>– Definir o líder e o time de execução do pré-estudo e do pré-projeto formal.</li> </ul>	O gestor responsável pelo desenvolvimento de processo, podendo ser o gerente de produção, de desenvolvimento de processo ou de pesquisa e desenvolvimento.
Seleção do conceito preliminar	<p>A seleção do conceito preliminar tem os seguintes objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Verificar se o relatório de pré-estudo formal do conceito atende aos requisitos de qualidade. Para essa atividade, recomenda-se o uso de um <i>checklist</i> contendo os principais entregáveis e direcionamentos estratégicos para inovação.</li> <li>– Verificar se o conceito preliminar é atrativo o suficiente para seguir para próxima fase.</li> </ul>	O gestor responsável pelo desenvolvimento de processo, podendo ser o gerente de produção, de desenvolvimento de processo ou de pesquisa e desenvolvimento.
Aprovação do conceito	<p>A aprovação do conceito preliminar tem os seguintes objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Verificar o <i>business case</i> atende aos requisitos de qualidade. Para essa atividade, recomenda-se o uso de um <i>checklist</i> contendo os principais entregáveis e direcionamentos estratégicos para inovação.</li> <li>– Verificar se o <i>business case</i> é atrativo o suficiente para seguir para implementação do conceito de processo.</li> <li>– Definir se irá ocorrer a simples transferência de tecnologia para operação ou se será necessário seguir para o processo de priorização de investimentos.</li> </ul>	O Comitê de Desenvolvimento de Processos. Este comitê deve ser composto pelos seguintes membros: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diretor técnico (P&amp;D)</li> <li>• Diretor de produção</li> <li>• Gerente de P&amp;D de processos</li> <li>• Gerente de produção.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 14 - Atividades do modelo

Fases	Atividades
Início informal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geração e refinamento de ideias;</li> <li>- Identificação de oportunidades;</li> <li>- Discussões informais e outras atividades para o refinamento da ideia e/ou oportunidade.</li> </ul>
Estudo formal da ideia e/ou oportunidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Especificação da ideia ou oportunidade;</li> <li>- Associação de uma ideia com uma oportunidade, resultando em uma iniciativa;</li> <li>- Revisão do que foi anteriormente desenvolvido sobre o tema;</li> <li>- Revisão de literatura;</li> <li>- Antecipação de mudanças no produto;</li> <li>- Testes preliminares de bancada e laboratório;</li> <li>- Criação do conceito preliminar do processo;</li> <li>- Definição dos objetivos da iniciativa.</li> </ul>
Pré-estudo formal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Testes de bancada mais refinados;</li> <li>- Testes de laboratório;</li> <li>- Testes na planta piloto;</li> <li>- Análise de riscos;</li> <li>- Refinamento do conceito preliminar do processo;</li> <li>- Refinamento dos objetivos do conceito.</li> </ul>
Pré-projeto formal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Especificação e seleção do conceito final do processo;</li> <li>- Protótipos de modificação, desenvolvimento ou construção de novos equipamentos do processo;</li> <li>- Teste em escala total;</li> <li>- Análise de viabilidade;</li> <li>- Planejamento do projeto de implementação.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor

## 4.2 A verificação do modelo preliminar

Esta seção tem por objetivo apresentar o resultado da verificação do modelo preliminar na empresa “XPTO”. As considerações detalhadas a seguir resultam da aplicação do processo de verificação do modelo, conforme detalhado no seção **3.4.2**.

As reuniões foram gravadas e posteriormente, tiveram as falas relevantes transcritas e categorizadas. Conforme apresentado no Quadro 15, as seguintes categorias foram aplicadas:

- Fase: Início informal
- Portão: Triagem inicial
- Fase: Estudo formal da ideia e/ou oportunidade
- Portão: Seleção de ideias e oportunidades
- Fase: Pré-estudo formal
- Portão: Seleção do conceito preliminar
- Fase: Pré-projeto formal
- Portão: Aprovação do conceito
- Elementos do modelo: oportunidade, ideia, conceito, direcionadores da inovação, agentes de influência, e fluxo do modelo.
- Contexto da empresa.

#### **4.2.1 A empresa XPTO**

A XPTO é uma empresa multinacional que atua no ramo da mineração há mais de 100 anos, sendo uma das maiores mineradoras do mundo. Instalou-se no Brasil há mais de 40 anos. Atualmente, possui duas plantas de beneficiamento de níquel e uma planta de beneficiamento de minério de ferro, empregando mais de 3.300 funcionários.

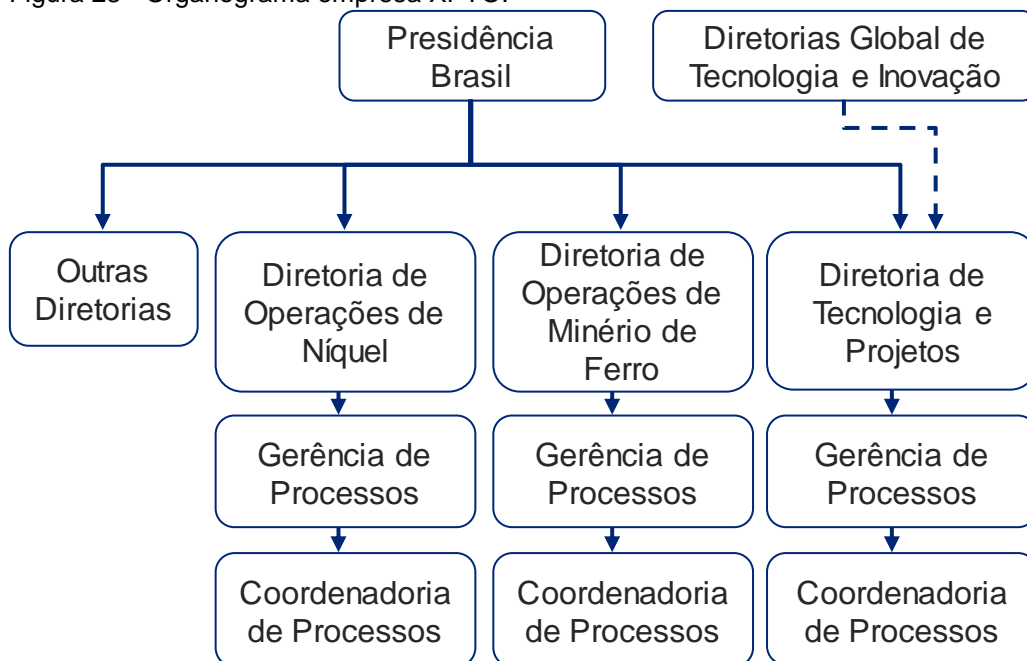
As operações de minério de ferro e níquel no Brasil são gerenciadas por um presidente nacional e um time diretores, responsáveis pelas áreas financeira, jurídica, de recursos humanos, de assuntos corporativos, de tecnologia e projetos, de operações de minério de ferro, e de operações de níquel.

A estrutura responsável pelo desenvolvimento de inovação de processos é dividida em duas frentes. Na Diretoria de Operações, existe a Gerência de Desenvolvimento de Processos, responsável pelas inovações incrementais de processo. Já na Diretoria de Tecnologia e Projetos, existe a Gerência de Desenvolvimento de Processos, responsável pelas inovações de processos mais

estruturantes de longo prazo. Além da estrutura local, existem estruturas globais de tecnologia e inovação que suportam as operações ao redor do mundo.

A planta de beneficiamento de minério de ferro iniciou as operações há quatro anos e está aumentando a produção gradualmente para atingir a capacidade nominal nos próximos anos. A operação tem enfrentado diversos desafios relacionados a características do minério, como, baixo teor e dureza. Além disso, a operação é inovadora ao não utilizar ferrovias para escoar a produção, o que também aumenta a complexidade operacional. Muitos desses desafios são superados com inovações no processo produto. Assim, justifica-se a completa estrutura de profissionais altamente capacitados, laboratórios, planta piloto, parcerias com universidades e centros de pesquisa, dentre outros (Figura 23).

Figura 23 - Organograma empresa XPTO.



Fonte: Elaborada pelo autor

As entrevistas presenciais, somadas ao conhecimento do autor como funcionário da empresa, foram fundamentais para capturar algumas percepções sobre o contexto de inovações de processo na empresa. As percepções relevantes são as seguintes:

- As inovações no processo produtivo são predominantes na empresa. Esta constatação fica evidente ao analisar a estrutura organizacional da empresa.

- A implementação de projetos, incluindo as inovações de processo, obedecem um detalhado e rigoroso processo de desenvolvimento e à priorização de investimentos, no âmbito do Processo de Desenvolvimento de Investimentos (PDI). Apesar de o PDI sugerir uma fase inicial, chamada “Conceitual”, e praticamente todas as atividades citadas no modelo preliminar ocorrerem, não existe um modelo formal do *Front End* da inovação de processos, conforme é apresentado no relato abaixo.

Relato de um dos entrevistados:

“Se existe um processo de Front End da Inovação de processo? Não existe um processo com as etapas e atividades divididas direitinho. O que acontece quando uma ideia é identificada é que a gente discute um pouco e planeja o que será feito. Não tem um procedimento padrão. Para cada iniciativa é planejada uma abordagem distinta. Depende da urgência, da complexidade e se a ideia é promissora ou não. Se a ideia é pouco promissora, é feito uns poucos testes para entender o potencial. Porém, caso a ideia seja bastante promissora, já são realizados testes mais completos de cara.”

- A maioria das atividades citadas no modelo ocorre durante o desenvolvimento de processos, porém não de forma estruturada, com portões de aprovação, delimitação de fases e entregáveis bem definidos. O que ocorre na prática é estruturação de um plano de trabalho de pesquisa, o qual não é padronizado, sendo estruturado conforme a complexidade de cada projeto. Porém, os entrevistados afirmaram que a estruturação desse processo pode trazer benefícios, conforme relatos abaixo.

Relatos de um dos entrevistados:

“Aqui (no término do FEI) tem um problema com a forma que a gente faz hoje. Os testes são realizados, as conclusões de testes são registradas. Já definiu o que irá mudar na planta, é só implantar. Porém, na hora implementar o negócio fica bastante



embolado. Não vai para o time de projetos. A manutenção não faz as mudanças que precisa. Ou seja, não vai para a frente. Porém, se tiver um comitê com os diretores, eu acho que facilita os processos seguintes, pois com o patrocínio dos diretores fica mais fácil implantar. ”

“Eu acho que um modelo formal tipo esse vai ajudar. Fica claro quais são os entregáveis, o que aprova, como aprova, os critérios para decidir se devem seguir ou não com estudos. ”

- Em relação aos direcionadores da inovação, a liderança reconhece a importância da inovação para a competitividade e a sustentabilidade do negócio. Assim, oferece todo o suporte necessário. Não existe um plano diretor de inovação formal. Porém, as inovações são fomentadas e guiadas principalmente pelas campanhas de adequação de qualidade, pela redução de custo e pelo aumento de produtividade. Já as inovações estruturantes são fomentadas e guiadas pelo programa de desenvolvimento de recursos. A inovação é um pilar da cultura organizacional. A empresa possui a Diretoria Global de Inovação e diversos programas para fomentar a inovação, os mesmos serão brevemente detalhados a seguir, com destaque para o “Caixa Inteligente”, o “*Solve*” e o “*SpeedUp*”. Veja relatos abaixo:

Relatos de um dos entrevistados:

“A empresa tem outros programas que envolvem o desenvolvimento de processos, como o “PDI”, o “Caixa inteligente” e o “*Solve*. ”

“Se pensarmos no processo “Caixa Inteligente” é possível criar um paralelo, sendo a “Caixa A” equivalente a fase “estudo formal da ideia e/ou oportunidade” e o “Caixa B” equivalente as fases “pré-estudo formal” e “pré-projeto formal. ”

“Acho que a figura do modelo deve apresentar como esse processo se encaixa com os outros programas da empresa, como, o “PDI”, o “Caixa inteligente” e o “*Solve*. ”

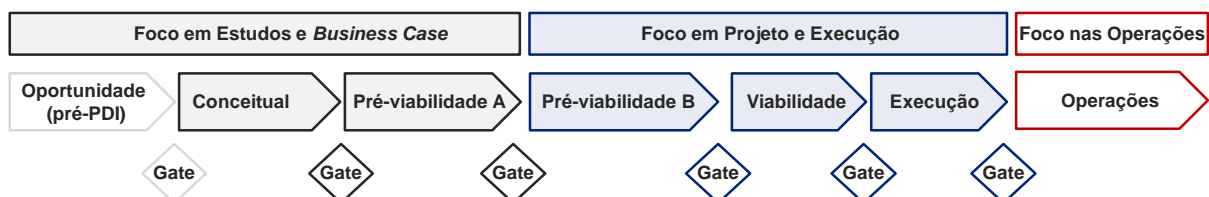
- De maneira geral, existe um grande comprometimento dos funcionários e da liderança com a segurança operacional, a mitigação de impactos socioambientais, a qualidade, e a produtividade. Todos enxergam a inovação como o caminho para alcançar esses objetivos. Um exemplo relevante da inovação de processos direcionada à redução de impactos socioambientais é o projeto “Deposição de rejeitos a seco”, que objetiva abolir o uso de barragens de posição de rejeitos.

Os processos citados durante as entrevistas que possuem algum nível de interface com o *Front End* da inovação de processo são os seguintes: Processo de Desenvolvimento de Investimento (PDI), “Caixa inteligente”, “Solve” o “SpeedUP”. Esses programas tiveram seus nomes alterados, para garantir a privacidade da empresa.

O PDI, ou modelo do desenvolvimento de investimentos, apresentado de forma resumida na Figura 24, é a principal ferramenta de subsídio à tomada de decisão sobre investimentos de capital na empresa. A finalidade do PDI é assegurar que os investimentos estejam alinhados com as estratégias da empresa; maximizar o retorno para os acionistas em uma base ajustada de risco; verificar se estão desenvolvidos segundo uma estrutura consistente com critérios técnicos e financeiros claros; e confirmar se atendem às exigências para aprovação, conforme dispõem nas delegações de autoridade aprovadas pelo Comitê de Investimentos.

O modelo *Front End* da inovação de processos proposto nesta pesquisa é predecessor ao PDI, sendo representado no processo PDI como a fase “Oportunidade (Pré-PDI) ”.

Figura 24 – Modelo do desenvolvimento de Investimentos



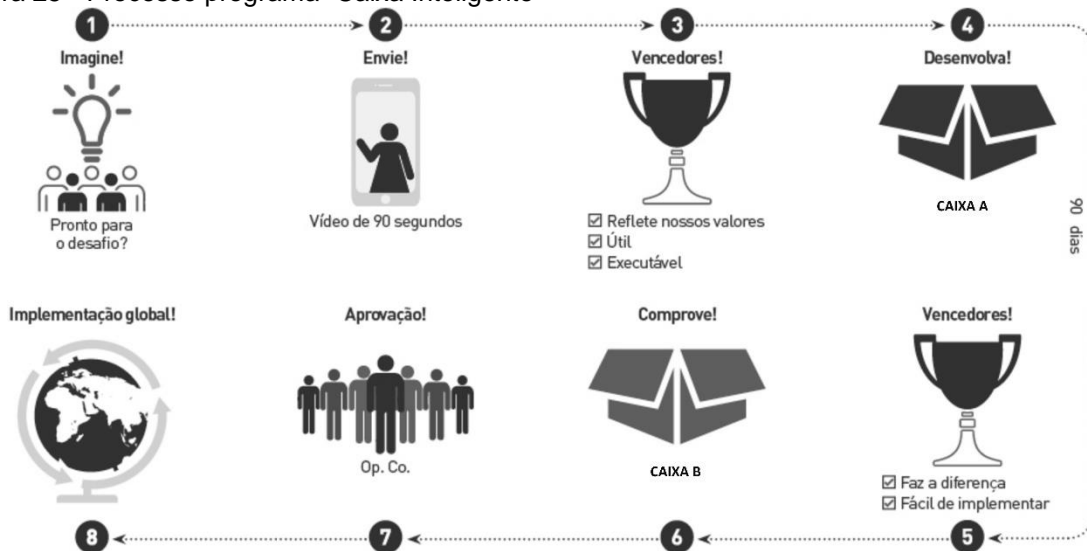
Fonte: Elaborada pelo autor

O “Caixa Inteligente” é um programa de fomento à inovação. Funciona como um tutor para os inovadores internos, orientando-os no desenvolvimento e na

demonstração de suas ideias e fornecendo o apoio e as ferramentas para avançar em cada estágio, desde a definição até a validação. Baseia-se no programa de inovação da Adobe chamado *Kickbox*. O processo do programa é apresentado na Figura 25. Este programa busca encontrar soluções inovadoras que possam ser desenvolvidas e disseminadas para todas as operações do grupo. Uma das categorias é a inovação de processos. Assim, este programa, apesar de possuir objetivos distintos, trabalha em paralelo com o *Front End* da inovação de processos proposto nesta pesquisa.

O programa “*Solve*” objetiva fornecer metodologia para subsidiar as melhorias contínuas de baixa complexidade. O programa “*SpeedUp*” objetiva atrair, fomentar e acelerar start-ups que buscam resolver problemas ou explorar oportunidades identificadas pela empresa. As soluções, geralmente, estão relacionadas com a tecnologia da informação.

Figura 25 - Processo programa “Caixa Inteligente”



Fonte: Adaptado da empresa XPTO.

#### 4.2.2 Contribuições ao modelo preliminar

As percepções em relação ao modelo preliminar do *Front End* da inovação de processos proposto foram positivas, dado que todos os participantes concordaram que a proposta é adequada ao contexto da organização. Porém, várias melhorias foram sugeridas, conforme é apresentado no Quadro 15. Essas sugestões de melhoria contribuíram para o desenvolvimento da proposta de um modelo adaptado.

Quadro 15 - Comentários e contribuições ao modelo preliminar.

Etapa	Comentários e contribuições ao modelo preliminar
Fase: Início informal	<ul style="list-style-type: none"> <li>– “A formação da ideia no cafezinho é um bom exemplo”.</li> <li>– “As ideias podem surgir de diversos pontos. Pode ser da gente (Coordenação de Desenvolvimento de Processos), produção, fornecedor.... Pode ser dos diretores. Pode ser o pessoal do time global de tecnologia. Ou seja, varia muito. ”</li> <li>– “Aqui tem um problema: se a ideia vem de um diretor ou de um gerente sênior, ela pula direta para fase de desenvolvimento. Sendo assim, fica o desafio para você sugerir alguma coisa que vá mitigar isso. ”</li> <li>– “Um desafio para nós aqui no começo é a formalização dessas ideias. Geralmente, nós (Coordenação de Desenvolvimento de processos) vamos recebendo as ideias, mas não tem um cadastro. É uma coisa muito informal da minha opinião. ”</li> </ul>
<b>Portão: Triagem inicial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– “Para a primeira triagem do processo, eu sugiro que já o coordenador... Hoje, por exemplo, o nosso coordenador de pesquisa e desenvolvimento é quem recebe as ideias, é quem trata essas coisas. ”</li> <li>– “Concordo que é necessário filtrar. Se a complexidade é muita baixa, não vale seguir um processo completo de acompanhamento. Além disso, o que será testado é reversível. Se der errado, volta para o processo anterior na hora. ”</li> <li>– “Aqui nessa peneira é importante ter certeza que faz sentido seguir com a ideia usando esse processo. Se a ideia for muito simples, joga ela para o processo do “Solve”. ”</li> <li>– “Esse processo de escolher quais ideias serão estudadas é muito informal. Não fica registro. Até depois de algum tempo é possível que seja questionado qual foi o motivo de não seguir com o estudo e ninguém saiba explicar. ”</li> </ul>
Fase: Estudo formal da ideia e/ou oportunidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>– “Nessa fase inicial, não temos muito filtro. Hoje, por exemplo, qualquer fornecedor que aparece lá com um vidrinho de reagente: Eu falo, eu vou fazer o teste. Para nós, não tem problema nenhum em testar a ideia, apesar de 90% não dar em nada. ”</li> <li>– “Dessa fase em diante já começa a ter registros. Quando é definido que a ideia será estudada, a gente abre um plano de trabalho, já começa a fazer relatórios, etc. ”</li> <li>– “Hoje não tem muita diferença entre as atividades dessa fase com a próxima. Com o mesmo plano de trabalho já se faz todos os testes. ”</li> </ul>

(Continua)

Etapa	Comentários e contribuições ao modelo preliminar
<b>Portão: Seleção de ideias e oportunidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– “Concordo que essa aprovação seja do gerente. Aqui já começa a gastar, já tem que estar no orçamento, já começa a ter gastos relevantes. ”</li> <li>– “Eu acho que esse é um dos portões mais relevantes. Hoje o gerente decide seguir com uma pesquisa sem muita informação. Se quebrar em duas partes, fica melhor mesmo. ”</li> </ul>
Fase: Pré-estudo formal	<ul style="list-style-type: none"> <li>– “Aqui é importante definir, por exemplo, se a mudança de um reagente vai dar problema na filtragem lá no porto ou no descarte da água. ”</li> <li>– “Um exemplo de processo que está nessa fase é o projeto “Fluxo de água. ”</li> <li>– “Nessa fase, primeira coisa que é feita é criar um plano de trabalho. Ele deve conter tudo o que será testado, como será feito, quais testes e quais resultados serão registrados. Além disso, é formado o time que irá executar o plano. Geralmente, é liderado por um engenheiro sênior ou um especialista e tem o suporte dos técnicos de laboratório, os engenheiros e coordenadores de produção. A turma da produção já vai se envolvendo, para saber o que está sendo pesquisado. ”</li> <li>– “Uma coisa importante nessas fases de testes é ter um plano de testes. Esse plano deve conter quais serão os testes realizados, sob quais condições, quem irá participar dos testes, como os resultados serão registrados, dentre outros. Acho que isso é necessário já na fase que irá testar a ideia. Ou seja, seriam dois planos, o plano de testes e o plano de testes preliminares. ”</li> <li>– “Esses estudos mais detalhados da forma que você está descrevendo, muitas vezes não são realizados. Às vezes, após fazer os primeiros testes, já pula direto para o conceitual, e já vai para a Diretoria de Projetos. ”</li> </ul>
<b>Portão: Seleção do conceito preliminar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– “Esse portão de aprovação na prática não é muito evidente. Eu acho que ele terá uma taxa de reprovação muito baixa. ”</li> <li>– “Esse portão, na prática, tem que ser alguma coisa bastante rápida. E eu acho que ele é pouco evidente. Eu acho que as atividades das fases “pré-estudo formal” e “pré-projeto formal” acontecem juntas. Não tem um momento evidente de corte. ”</li> </ul>

(Continua)

Etapa	Comentários e contribuições ao modelo preliminar
Fase: Pré-projeto formal	<ul style="list-style-type: none"> <li>– “Para nós, a principal saída aqui é o <i>PDC, Process Design Criteria</i>. É nesse documento que eu vou especificar, por exemplo, no caso do projeto <i>re cleaner</i>, qual vai ser o percentual de sólidos, qual vai ser o tempo de residência, qual vai ser a taxa de carregamento, qual vai ser a dosagem de reagente, vou precisar de tantos equipamentos desse tamanho, vou ter que bombear daqui para lá, usando tal e tal reagente... E nesse equipamento o concentrado irá seguir tal linha. Isso tudo em desenho de processo, para permitir que a engenharia consiga dimensionar. Isso tudo é entregue para área de Implantação de Projetos. ”</li> <li>– “O processo de investimentos, chamado PDI (Processos de desenvolvimento de investimentos), a primeira fase, chamada <i>Oportunity</i>, ela é exatamente o que você está propondo para essa fase. ”</li> <li>– “Em alguns casos mais simples, por exemplo uma troca de reagente, não segue para o PDI. A gente passa direto para o pessoal de Produção, que só substitui o reagente. ”</li> </ul>
<b>Portão: Aprovação do conceito</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– “Essa aprovação tem que ser do nível de diretoria. Tem que envolver o diretor técnico e o diretor de Operações. Se deixar só os gerentes, não funciona. ”</li> <li>– “Aqui tem um problema com a forma que a gente faz hoje. Os testes são realizados, as conclusões de testes são registradas, já definiu o que irá mudar na planta, é só implantar. Porém, na hora implementar o negócio fica bastante embolado. Não vai para o time de projetos, a manutenção não faz as mudanças que precisa. Ou seja, não vai para a frente. Porém, se tiver um comitê com os diretores, eu acho que facilita os processos seguintes, pois com o patrocínio dos diretores fica mais fácil implantar. ”</li> </ul>
<b>Elementos do modelo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– “Quando você diz que existe um banco de ideias, oportunidades e iniciativas rejeitadas, acho é importante representar o banco de conceitos que passaram por todas as fases desse processo, mas não foram aprovados para se implementados, seja por restrição de investimento, ou uma decisão estratégica, ou falta de patrocínio dos diretores. Em outras palavras, um banco de conceitos prontos para seguir para o processo de implantação. E isso deveria ser registrado em um banco de dados único. ”</li> <li>– “Na figura do modelo, ou seja, a representação gráfica, eu tenho uma sugestão: a gente tem atividades ou processos, e a gente tem os entregáveis. Ou seja, pensando igual ao <i>PMBOK</i> do <i>PMI</i>, você tem entrada, ferramenta e técnicas e saída. Então, você poderia dividir dessa maneira: as ferramentas e técnicas seriam os processos, ou as atividades do seu modelo. No meu modo de pensar, eu dividiria esse espaço dentro do processo, entre os “direcionadores da inovação” em três blocos: entradas, processos e saídas. ”</li> </ul>

(Conclusão)

Etapa	Comentários e contribuições ao modelo preliminar
	<p>– “Acho que a figura do modelo deve apresentar como esse processo se encaixa com os outros programas da empresa, como o “PDI”, o “Caixa inteligente” e o “Solve”. “</p>
<p><b>Contexto da empresa</b></p>	<p>– “A empresa tem os outros programas que envolvem o desenvolvimento de processos, como o “PDI”, o “Caixa inteligente” e o “Solve”.</p> <p>– “Se pensarmos no processo “Caixa Inteligente”, é possível criar um paralelo, sendo a “Caixa A” equivalente à fase “estudo formal da ideia e/ou oportunidade” e o “Caixa B” equivalente as fases “pré-estudo formal” e “pré-projeto formal”.</p> <p>– “Se existe um processo de <i>Front End da Inovação de processo</i>? Não existe um processo com as etapas e atividades divididas direitinho. O que acontece quando uma ideia é identificada é que a gente discute um pouco e planeja o que será feito. Não tem um procedimento padrão. Para cada iniciativa é planejada uma abordagem distinta. Depende da urgência, da complexidade e se a ideia é promissora ou não. Se ideia é pouco promissora, é feito uns poucos testes para entender o potencial, porem caso a ideia seja bastante promissora, já são realizados testes mais completos de cara. ”</p> <p>– “Em relação ao processo do PDI a minha percepção do que ocorre na pratica é que essa fase do pré-PDI é geralmente executada por (Coordenação de Desenvolvimento de Processos), e quando chega na fase do conceitual o time da Diretoria de Projetos começa a assumir a liderança. Nós continuamos alimentando eles com informações, mas eles são os responsáveis. E quando chega na final da fase conceitual, essa questão de viabilidade financeira tem que estar bem definida, porque desse ponto para a frente ela será decisiva. ”</p> <p>– “Eu acho que um modelo formal tipo esse vai ajudar. Fica claro quais são os entregáveis, o que aprova, como aprova, os critérios para decidir se devem seguir ou não com estudos. ”</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

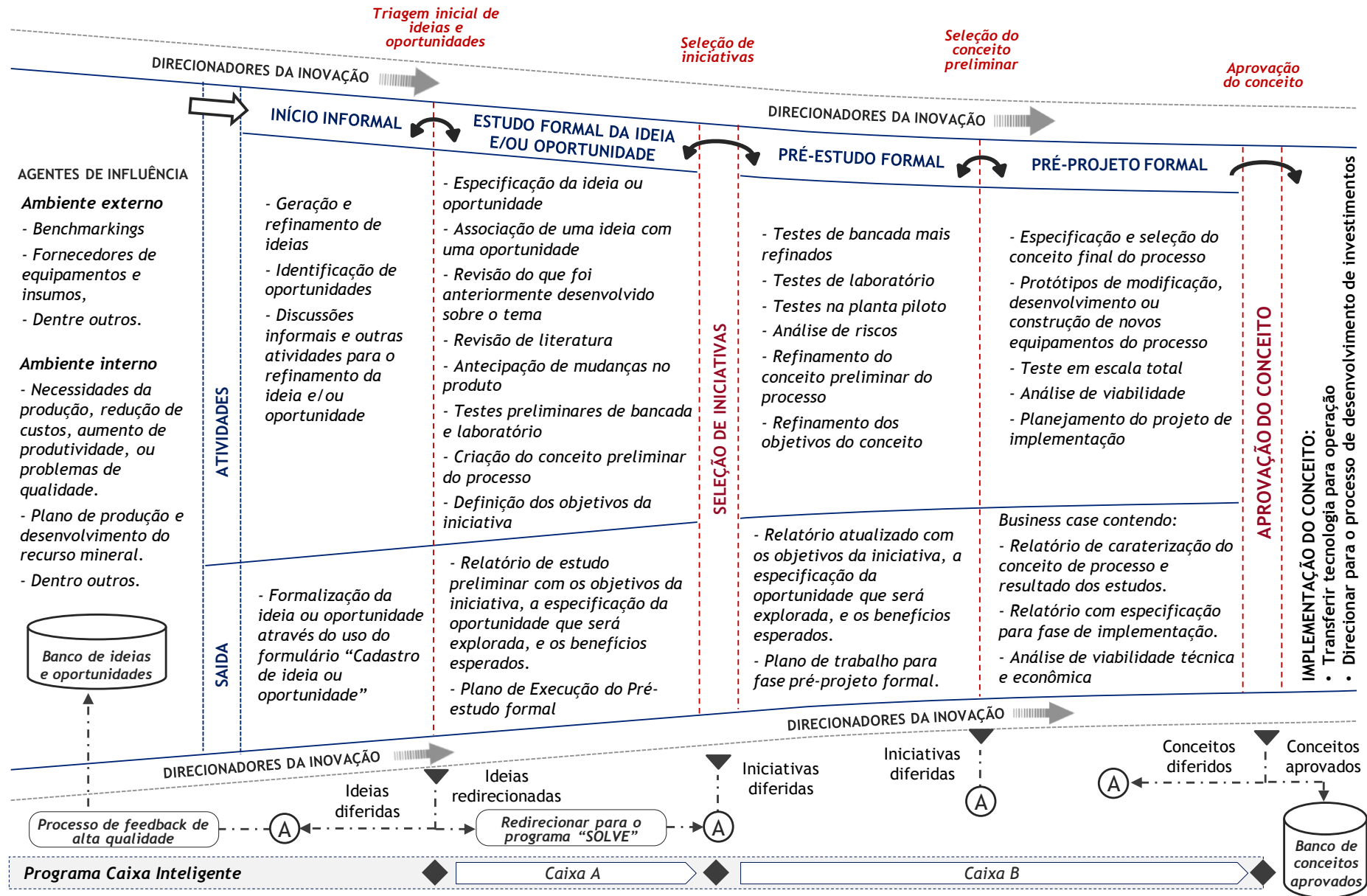
### 4.3 O modelo adaptado

Esta seção objetiva apresentar o modelo adaptado. A verificação do modelo preliminar apontou diversas sugestões de melhorias ao modelo, conforme relatos apresentados no Quadro 15. Essas sugestões de melhoria foram analisadas e priorizadas pelo autor, resultando na proposição de um modelo adaptado (Figura 26). As mudanças adotadas foram as seguintes:

- Adaptações na tabela RACI: mudança do nome "dono da ideia ou oportunidade" para "originador da ideia"; adição do stakeholder "líder da etapa"; e várias adequações de responsabilidade. A matriz RACI adaptada é apresentada no Quadro 16.
- Mudanças no portão "triagem inicial de ideias e oportunidades": as ideias e oportunidades podem ser aprovadas para próxima fase, ou indeferidas ou redirecionar as ideias para o programa "Solucione".
- Mudanças no portão "aprovação do conceito": as ideias e oportunidades aprovadas para a próxima fase serão registradas em um banco de conceitos aprovados. Os conceitos aprovados, muitas vezes, não seguirão imediatamente para a fase de implantação.
- A fase de implantação dos conceitos foi dividida em duas opções: a transferência da tecnologia para operação; ou direcionar para o processo de desenvolvimento de investimentos.
- Em paralelo ao processo do *Front End* da inovação de processos, foi adicionado o programa "Caixa Inteligente". A fase "Estudo formal da ideia e/ou oportunidade" foi comparada à etapa "Caixa A" e as fases "pré-estudo formal" e "pré-projeto formal" foram comparadas à fase "Caixa B".
- Na representação gráfica do modelo, foram adicionados os principais entregáveis de cada fase.
- As fases do modelo foram destacadas das atividades, para facilitar a visualização.
- Nos "direcionares da inovação", foram adicionadas setas, com objetivo de deixar clara a intenção de aceleração.



Figura 26 - Modelo adaptado para o *Front End* da inovação de processos



Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 16 - Matriz RACI para o modelo adaptado

Definições: “R” é o Responsável; “A” é a Autoridade; “C” é o Consultado; e “I” é o Informado.							
Etapa	O originador da ideia ou oportunidade	Coordenador de desenvolvimento de processos	Gerente de desenvolvimento de processos	Coordenador de inovação	Líder de etapa	Coordenador e Gerente de produção	Comitê de desenvolvimento de processos
Início informal	R/A	I					
<b>Portão: Triagem inicial</b>	C	R/A	I	I			
Estudo formal da ideia e/ou oportunidade	R	R/A	I				
<b>Portão: Seleção de ideias e oportunidades</b>	I	R	A	I			
Pré-estudo formal	I	R	A		R		
<b>Portão: Seleção do conceito preliminar</b>	I	C	A	I	R	C	
Pré-projeto formal	I	R	C		R	C	
<b>Portão: Aprovação do conceito</b>	I	C	R	I	C	R	A

Fonte: Elaborado pelo autor

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do objetivo de propor um modelo do *Front End* da inovação de processos específico para uma empresa de mineração de minério de ferro, utilizou-se da revisão da literatura para propor um modelo preliminar e, posteriormente, um modelo adaptado. Com base no resultado da validação em uma empresa de mineração de minério de ferro, é possível afirmar que o objetivo geral foi alcançado. Em relação aos objetivos específicos, é possível afirmar que todos também foram alcançados:

- a) Primeiro: “Identificar e analisar os modelos de *Front End* da Inovação, com base na revisão de literatura”. Foi alcançado, conforme pode ser observado na seção **2.6**, que apresenta a categorização dos modelos analisados e identifica as principais atividades e contribuições de cada modelo a literatura.
- b) Segundo: “Identificar e analisar as particularidades da indústria de mineração no desenvolvimento/inovação de processos, com base na revisão de literatura”. Foi alcançado conforme pode ser observado na seção **2.2**, que apresenta a relevância e os conceitos da indústria de mineração, os processos de beneficiamento do minério de ferro e o contexto da inovação na indústria de mineração, e na seção **2.3.3**, que conceitua a inovação em desenvolvimento de processos.
- c) Terceiro: “Propor um modelo preliminar do *Front End* da inovação de processos aplicável a uma empresa de mineração de minério de ferro”. Foi alcançado, conforme pode ser observado na seção **4.1**, que apresenta o modelo preliminar para o *Front End* da inovação de processos.
- d) Quarto: “Realizar a validação de aplicabilidade em uma empresa de mineração de minério de ferro”. Foi alcançado conforme pode ser observado na seção **4.2**, que apresenta o resultado da verificação no modelo, e na seção **4.3**, que sugere um modelo adaptado às questões identificadas na verificação.

### • LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Apesar de os objetivos terem sido alcançados, tem-se consciência das limitações da pesquisa, principalmente em relação ao número de operações de

mineração consultadas na verificação do modelo e ao recorte limitado à realidade de uma única empresa, não sendo possível propor um modelo genérico para a indústria de mineração. Além disso, a técnica aplicada na verificação limitou-se à análise dos participantes, em função da duração das entrevistas e da realização de um único encontro.

As atividades sugeridas no modelo objetivaram tangenciar o trabalho e os objetivos de cada fase. Ou seja, não foi um exercício que buscou identificar todas as atividades cabíveis em cada fase. O mesmo conceito é aplicado aos entregáveis de cada fase. O modelo sugere o uso de *checklists* nos portões de aprovação, porém esse trabalho não sugere um modelo.

O processo de validação foi considerado útil para definição do modelo adaptado, porém, tem-se consciência da necessidade de validações mais profundas, pois foi contemplado apenas um ativo de minério de ferro do grupo empresarial, sendo assim, uma validação com maior número de ativos e funcionários, poderia resultar em uma validação mais assertiva. Em relação a técnica aplicada na verificação, observou a limitação relacionada ao tempo de análise. Em função da duração das entrevistas e a realização de um único encontro, não foi possível aos participantes uma análise mais aprofundada do modelo.

#### • **CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA PARA A TEORIA E A PRÁTICA**

Este trabalho resultou na proposta de um modelo do *Front End* da inovação de processos específico para uma empresa de mineração de minério de ferro. Nesta seção, apresentam-se as implicações desta pesquisa para a teoria e a prática.

O modelo proposto mantém a essência dos modelos do FEI propostos na teoria, com destaque para os seguintes pontos: possui os elementos sugeridos por Koen *et al.* (2001), sendo as ideias, oportunidades e conceito; os direcionadores da inovação do modelo são baseados nos fatores de influência de Koen *et al.* (2001) e os elementos de fundação e a estratégia, nos direcionadores do processo de inovação de Khurana e Rosenthal (1997); o modelo mantém a proposta de quatro fases, conforme o modelo sugerido por Kurkkio; Frishammar e Lichtenthaler (2011), e adotou as principais atividades do desenvolvimento de processos sugeridas por Kurkkio

(2011) e Lager; Hallberg e Eriksson (2010); e contempla o conceito de portões de aprovação, sugerido por Cooper (1988). Porém, o modelo foi adaptado para a realidade da empresa XPTO, com destaque para os seguintes pontos: adaptação das atividades e produtos de cada fase, com o objetivo de adotar nomenclaturas e documentos já existentes; proposição de uma matriz RACI baseada no organograma da empresa; inserção das interfaces com processos existentes na empresa, sendo eles o processo de desenvolvimento de investimentos (PDI), a “Caixa inteligente”, o “*Solve*” e o “*SpeedUP*”; e adequação à realidade do processo de investimentos, com a proposição do banco de conceitos aprovados. Ou seja, o modelo respeita aspectos genéricos dos modelos de FEI da literatura, porém é prático e adaptado a um ambiente específico.

O modelo proposto foi desenvolvido com base nas especificidades de uma operação de minério de ferro no Brasil. Porém, com pequenas adaptações, essa proposta pode ser replicada a outras operações de minério de ferro da mesma organização. Além disso, é possível afirmar que as diversas mineradoras que beneficiam minério de ferro estão sujeitas a especificidades similares à da empresa estudada. Com pequenas adaptações nas atividades, na matriz RACI e nas interfaces com os processos existentes, esse modelo poderia atender a outras organizações.

As indústrias de processo, geralmente, possuem foco em inovações em processos. Assim, outros estudos podem se beneficiar da metodologia e do modelo proposto neste trabalho, como base para o desenvolvimento de outros modelos específicos.

Apesar de o modelo proposto ser adaptado à realidade da empresa XPTO, e de os entrevistados afirmarem que o modelo é bastante aderente com a realidade e que sua implantação poderia proporcionar ganhos para empresa, uma possível implantação deverá ser acompanhada de uma campanha de conscientização dos diretores – em especial, de operações, de tecnologia e projetos e o financeiro –, pois eles devem legitimar o processo, bem como tornarem-se patrocinadores. Além disso, um detalhado fluxograma de processo especificando os responsáveis, a entrada, o processo, o produto e as precedências de cada atividade poderá aumentar as chances de sucesso na implantação.

A aplicação de um modelo formal, como o proposto neste trabalho, poderia beneficiar a organização de diversas maneiras, por exemplo: a formalização do processo irá evitar que conceitos não maduros ou que não seguiram as atividades do FEI sigam para o processo de priorização de investimentos, podendo resultar em grandes mudanças e impactos no custo do projeto na fase de implantação, bem como na não priorização de excelentes ideias e oportunidades, devido às grandes incertezas nas premissas do conceito; a formalização do desenvolvimento de processos pode contribuir para a organização interna da empresa na busca de fomentos à inovação, por exemplo, a “Lei do Bem”; a formalização pode contribuir para a quantificação dos investimentos em pesquisa, bem como os impacto das inovações nas questões socioambientais e sustentabilidade do negócio, contribuindo para melhor imagem e reputação da organização; e a formalização pode gerar as informações necessárias para retroalimentar as campanhas de incentivo à inovação, bem como fomentar os programas de fortalecimento da meritocracia, por meio do reconhecimento das inovações de sucesso e do time envolvido.

O processo de estudo e construção deste modelo influenciou positivamente a trajetória profissional do autor, dado que enriqueceu a rede contatos, aumentou a perspectiva quanto às atividades e responsabilidades da área de desenvolvimento de processos e, conseqüentemente, aumentou as possibilidades profissionais de influência nos processos de inovação da organização. Além disso, o trabalho contribuiu para a disseminação do conhecimento na organização.

#### • **SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

O desenvolvimento dessa pesquisa possibilitou identificar as seguintes recomendações para estudos futuros:

- Detalhar de forma exaustiva todas as possíveis atividades do *Front End* da inovação de processos no contexto da empresa na qual foi realizada a validação: propor um fluxograma de atividades que detalhe a precedência das atividades e as principais entradas e saída de cada subprocesso; e sugerir um modelo de *checklist* para os portões de aprovação.
- Explorar questões relacionadas a proteção intelectual. Detalhar como o modelo proposto pode fazer interface com o processo de registro de patentes.

Considerar que muitas vezes o mesmo fornecedor transita entre as diversas mineradoras e, eventualmente, pode se apropriar de uma inovação tecnológica sem proteção intelectual, para vender a mesma solução aos concorrentes.

- O modelo proposto tem foco em inovações no processo de concentração do minério de ferro. Porém, pesquisas futuras poderiam estender o estudo para outras etapas, por exemplo, mineração, logística de mina, preparação de minério, logística externa (ferrovias, correias transportadoras, mineroduto e/ou portos).
- Estender a pesquisa para questões relacionadas a inovação aberta, pois muitos dos avanços tecnológicos da indústria de mineração se originam fora da indústria, especificamente dos fabricantes de equipamentos e fornecedores.
- Sugerir métricas para medir a eficiência e eficácia do modelo proposto.
- Realizar a implantação do modelo proposto na empresa na qual o modelo foi validado e, posteriormente, medir os impactos gerados na inovação de processos, para confirmar a efetividade do modelo do modelo proposto.
- Estender o processo de validação a outras empresas da indústria de mineração, a fim de propor um modelo genérico para a indústria de mineração.
- O *Front End* da inovação de processos é pouco explorado na literatura. Portanto, este trabalho pode servir como base para estudos em outras indústrias e contextos.

As sugestões identificadas para pesquisas futuras são consideradas limitadas dentro dessa grande área de estudos que é a gestão da inovação. Em específico, o *Front End* da inovação de processos é pouco estudado pela academia e pouco compreendido pelas organizações. Assim, é possível assumir que há muitas opções de pesquisas futuras sobre este tema.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, R.; BESSANT, J.; PHELPS, R. Innovation management measurement: A review. **International Journal of Management Reviews**, v. 8, n. 1, p. 21-47, 2006.

ALAM, I. Removing the fuzziness from the fuzzy front-end of service innovations through customer interactions. **Industrial Marketing Management**, v. 35, n. 4, p. 468-480, 2006.

AUGSDORFER, P. Managing the unmanageable. **Research-Technology Management**, v. 51, n. 4, p. 41-47, Jul-Aug 2008.

BAREGHEH, A.; ROWLEY, J.; SAMBROOK, S. Towards a multidisciplinary definition of innovation. **Management decision**, v. 47, n. 8, p. 1323-1339, 2009.

BARNETT, B.D.; CLARK, K.B. Technological newness: An empirical study in the process industries. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 13, n. 3, p. 263-282, 1996.

BARTOS, P.J. Is mining a high-tech industry?: Investigations into innovation and productivity advance. **Resources Policy**, v. 32, n. 4, p. 149-158, 2007.

BESSANT, J.; LAMMING, R.; NOKE, H.; PHILLIPS, W. Managing innovation beyond the steady state. **Technovation**, v. 25, n. 12, p. 1366-1376, 2005.

BJORK, J.; MAGNUSSON, M. Where do good innovation ideas come from? Exploring the influence of network connectivity on innovation idea quality. **Journal of Product Innovation Management**, v. 26, n. 6, p. 662-670, 2009.

BOEDDRICH, H.J. **Erfolgsfaktor Ideenmanagement**. Jahrbuch Wirtschaftswissenschaften FH Mainz 2002: University of Applied Sciences Mainz, Mainz, 2002.

BOEDDRICH, H.J. Ideas in the workplace: a new approach towards organizing the fuzzy front end of the innovation process. **Creativity and innovation management**, v. 13, n. 4, p. 274-285, 2004.

BOUKIS, A.; KAMINAKIS, K. Exploring the Fuzzy Front-End of the New Service Development Process - A Conceptual Framework. In: SAKAS, D. P.; KAVOURA, A., et



al (Ed.). **2nd International Conference on Strategic Innovative Marketing**, v.148, 2014. p.348-353. (Procedia Social and Behavioral Sciences).

BREM, A.; VOIGT, K.-I. Integration of market pull and technology push in the corporate front end and innovation management—Insights from the German software industry. **Technovation**, v. 29, n. 5, p. 351-367, 2009.

CARVALHO, P.S.L.D.; SILVA, M.M.D.; ROCIO, M.A.R.; MOSZKOWICZ, J. Minério de ferro. **BNDES Setorial, Rio de Janeiro**, n. 39, p. 197-233, 2014.

CLARK, K.; WHEELWRIGHT, S. Structuring the development funnel. **Revolutionizing Product Development: Free Press. 1ed**, p. 111-132, 1992.

CLARK, K.; WHEELWRIGHT, S. **Managing New Product and Process Development: text and cases**: New York: The Free Press 1993.

COOPER, R.G. Predevelopment activities determine new product success. **Industrial Marketing Management**, v. 17, n. 3, p. 237-247, 1988.

COOPER, R.G. Stage-gate systems: a new tool for managing new products. **Business horizons**, v. 33, n. 3, p. 44-54, 1990.

COOPER, R.G. **Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Launch**. Reading: Addison-Wesley Publishing, 1993.

COOPER, R.G. The stage-gate idea-to-launch process—update, what's new and NexGen systems. **Journal of Product Innovation Management**, v. 25, n. 3, p. 213-232, 2008.

COOPER, R.G.; KLEINSCHMIDT, E.J. New Products: What Separates Winners from Losers? **Journal of Product Innovation Management**, v. 4, n. 3, p. 169-184, 1987.

COOPER, R.G.; KLEINSCHMIDT, E.J. Stage gate systems for new product success. **Marketing Management**, v. 1, n. 4, p. 20-24, 1990.

CRESWELL, J.W. Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto. In: (Ed.). **Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto**, 2010.

DA SILVA, D.O.; BAGNO, R.B.; SALERNO, M.S. Modelos para a gestão da inovação: revisão e análise da literatura. **Production**, v. 24, n. 2, p. 477-490, 2013.

DE BRENTANI, U.; REID, S.E. The Fuzzy Front-End of Discontinuous Innovation: Insights for Research and Management. **Journal of Product Innovation Management**, v. 29, n. 1, p. 70-87, Jan 2012.

DESCHAMPS, J.-P.; NAYAK, P.R. **How companies mobilize to generate a stream of market winners**. Harvard Business School Press, Boston, MA, 1995.

DNPM, D.N.D.P.M.-. Relatório de receitas sintéticas. <https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/Receitas.aspx>, 2018. Acesso em: 23/03/2018.

ELING, K.; HERSTATT, C. Managing the Front End of Innovation-Less Fuzzy, Yet Still Not Fully Understood. **Journal of Product Innovation Management**, v. 34, n. 6, p. 864-874, 2017.

FLYNN, M.; DOOLEY, L.; O'SULLIVAN, D.; CORMICAN, K. Idea Management for Organisational Innovation. **International Journal of Innovation Management**, v. 07, n. 04, p. 417-442, 2003.

FRANCIS, D.; BESSANT, J. Targeting innovation and implications for capability development. **Technovation**, v. 25, n. 3, p. 171-183, 2005.

FRANKE, S.; KIRSCHNER, R.; KAIN, A.; BECKER, I.; LINDEMANN, U. **Managing early phases of innovation processes and the use of methods within - empirical results from an industry survey**. Glasgow: Design Society, 2009. 193-203

FREEMAN, C.; PEREZ, C. **Structural crises of adjustment: business cycles**. 1988.

FRISHAMMAR, J.; FLOREN, H.; WINCENT, J. Beyond Managing Uncertainty: Insights From Studying Equivocality in the Fuzzy Front End of Product and Process Innovation Projects. **Ieee Transactions on Engineering Management**, v. 58, n. 3, p. 551-563, Aug 2011.

FRISHAMMAR, J.; LICHTENTHALER, U.; KURKKIO, M. The front end in non-assembled product development: A multiple case study of mineral-and metal firms. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 29, n. 4, p. 468-488, 2012.

FRISHAMMAR, J.; LICHTENTHALER, U.; RICHTNER, A. Managing process development: key issues and dimensions in the front end. **R & D Management**, v. 43, n. 3, p. 213-226, Jun 2013.

GIBSON, R.; SKARZYNSKI, P. Inovação: prioridade nº 1. **Rio de Janeiro, Campus**, 2008.

GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. **São Paulo**, v. 5, n. 61, p. 16-17, 2002.

GUIDE, P. A guide to the project management body of knowledge. Project Management Institute, 2004.

HAMMEDI, W.; VAN RIEL, A.C.; SASOVOVA, Z. Antecedents and consequences of reflexivity in new product idea screening. **Journal of Product Innovation Management**, v. 28, n. 5, p. 662-679, 2011.

HUTCHESON, P.; PEARSON, A.W.; BALL, D.F. Innovation in process plant: a case study of ethylene. **Journal of Product Innovation Management**, v. 12, n. 5, p. 415-430, 1995.

IBRAM, I.B.D.M. Economia Mineral do Brasil. <http://portaldamineracao.com.br/wp-content/uploads/2018/02/economia-mineral-brasil-mar2018-2.pdf>, 2018. Acesso em: 24/03/2018.

JEVNAKER, B.H.; TELLEFSEN, B.; LUDERS, M. Front-end service innovation: learning from a design-assisted experimentation. **European Journal of Innovation Management**, v. 18, n. 1, p. 19, 2015.

KHURANA, A.; ROSENTHAL, S.R. Integrating the Fuzzy Front End of New Product Development. **Sloan Management Review**, v. 38, n. 2, p. 103, 1997.

KHURANA, A.; ROSENTHAL, S.R. Towards Holistic "Front Ends" In New Product Development. **Journal of Product Innovation Management**, v. 15, n. 1, p. 57-74, 1998.

KIM, J.; WILEMON, D. Focusing the fuzzy front-end in new product development. **R & D Management**, v. 32, n. 4, p. 269-279, Sep 2002.

KIM, J.; WILEMON, D. Strategic issues in managing innovation's fuzzy front-end. **European Journal of Innovation Management**, v. 5, n. 1, p. 27-39, 2002.

KOEN, P.; AJAMIAN, G.; BURKART, R.; CLAMEN, A.; DAVIDSON, J.; D'AMORE, R.; ELKINS, C.; HERALD, K.; INCORVIA, M.; JOHNSON, A.; KAROL, R.; SEIBERT, R.; SLAVEJKOV, A.; WAGNER, K. Providing Clarity and A Common Language to the "Fuzzy Front End". **Research-Technology Management**, v. 44, n. 2, p. 46-55, 2001/03/01 2001.

KOEN, P.A.; AJAMIAN, G.M.; BOYCE, S.; CLAMEN, A.; FISHER, E.; FOUNTOULAKIS, S.; JOHNSON, A.; PURI, P.; SEIBERT, R. **Fuzzy front end: effective methods, tools, and techniques**. Wiley, New York, NY, 2002.

KOEN, P.A.; BERTELS, H.M.J.; KLEINSCHMIDT, E. Managing the Front End of Innovation Part-I Results From a Three-Year Study. **Research-Technology Management**, v. 57, n. 2, p. 34-43, Mar-Apr 2014a.

KOEN, P.A.; BERTELS, H.M.J.; KLEINSCHMIDT, E.J. Managing the Front End of Innovation-Part II Results from a Three-Year Study. **Research-Technology Management**, v. 57, n. 3, p. 25-+, May-Jun 2014b.

KURKKIO, M. Managing the fuzzy front-end: insights from process firms. **European Journal of Innovation Management**, v. 14, n. 2, p. 252-269, 2011.

KURKKIO, M.; FRISHAMMAR, J.; LICHTENTHALER, U. Where process development begins: a multiple case study of front end activities in process firms. **Technovation**, v. 31, n. 9, p. 490-504, 2011.

LAGER, T. A new conceptual model for the development of process technology in process industry: a point of departure for the transformation of the "process development process" into a formal work process? **International Journal of Innovation Management (ijim)**, v. 04, n. 03, p. 319-346, 2000.

LAGER, T. A structural analysis of process development in process industry: A new classification system for strategic project selection and portfolio balancing. **R&D Management**, v. 32, n. 1, p. 87-95, 2002.

LAGER, T. **Managing process innovation: from idea generation to implementation**. World Scientific Publishing Company, 2010.

LAGER, T. Managing Innovation & Technology in the Process Industries: Current Practices and Future Perspectives. **Procedia Engineering**, v. 138, p. 459-471, 2016.

LAGER, T.; HALLBERG, D.; ERIKSSON, P. Developing a process innovation work process: The LKAB experience. **International Journal of Innovation Management**, v. 14, n. 02, p. 285-306, 2010.

LEMPIÄLÄ, T. **Entering the back stage of innovation: tensions between the collaborative praxis of idea development and its formal staging in organisations.** 2011. Doctoral dissertation, Aalto University, Finland.

LU, Q.; BOTHA, B. Process development: a theoretical framework. **International Journal of Production Research**, v. 44, n. 15, p. 2977-2996, 2006.

LUZ, A.B.D.; LINS, F.A.F. Introdução ao tratamento de minérios. In: (Ed.): CETEM/MCT, 2010.

MARTENS, P.; RATTMANN, L. Mining and Society: No Mining, No Future. XVII International Mining Congress and Exhibition of Turkey, 2001.

MENDES, G.H.; OLIVEIRA, M.G. Bibliometric analysis of the front-end of innovation. Management of Engineering and Technology (PICMET), 2015 Portland International Conference on, 2015. IEEE. p.648-661.

MESQUITA, P.P.D.; CARVALHO, P.S.L.D.; OGANDO, L.D. Desenvolvimento e inovação em mineração e metais. **BNDES Setorial**, <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/9577>, p. p. 325-361, 2016. Acesso em: 14/04/2018.

MIKESELL, R.F.; WHITNEY, J.W. **The world mining industry: Investment strategy and public policy.** Routledge, 2017.

MONTOYA-WEISS, M.M.; CALANTONE, R. Determinants of new product performance: A review and meta-analysis. **Journal of Product Innovation Management**, v. 11, n. 5, p. 397-417, 1994.

MURPHY, S.A.; KUMAR, V. The front end of new product development: a Canadian survey. **R&D Management**, v. 27, n. 1, p. 5-15, 1997.

NASSIF, A. Há evidências de desindustrialização no Brasil? **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 28, p. 72-96, 2008.

NOBELIUS, D.; TRYGG, L. Stop chasing the Front End process — management of the early phases in product development projects. **International Journal of Project Management**, v. 20, n. 5, p. 331-340, 2002.

OECD. **Oslo Manual-Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data: Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data**. 3rd. OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT and Eurostat, 2005.

PARIDA, V.; PATEL, P.C.; FRISHAMMAR, J.; WINCENT, J. Managing the front-end phase of process innovation under conditions of high uncertainty. **Quality & Quantity**, v. 51, n. 5, p. 1983-2000, September 01 2017.

PINHEIRO, M.C.; FIGUEIREDO, P.N.; CABRAL, B.P.; SILVA, F.Q.; WEGNER, R.C.; TAVARES, S. A Urgente Necessidade do Fortalecimento da Competitividade Industrial Brasileira: Reflexão Inicial sobre o Papel da Produtividade e da Acumulação de Capacidades Tecnológicas Inovadoras. **2015**, n. 1, 2015.

POSKELA, J.; MARTINSUO, M. Management Control and Strategic Renewal in the Front End of Innovation. **Journal of Product Innovation Management**, v. 26, n. 6, p. 671-684, Nov 2009.

REICHSTEIN, T.; SALTER, A. Investigating the sources of process innovation among UK manufacturing firms. **Industrial and Corporate Change**, v. 15, n. 4, p. 653-682, Aug 2006.

REID, S.E.; DE BRENTANI, U. The fuzzy front end of new product development for discontinuous innovations: A theoretical model. **Journal of product innovation management**, v. 21, n. 3, p. 170-184, 2004.

RICE, M.P.; KELLEY, D.; PETERS, L.; O'CONNOR, G.C. Radical innovation: triggering initiation of opportunity recognition and evaluation. **R & D Management**, v. 31, n. 4, p. 409-420, Oct 2001.

RÖNNBERG SJÖDIN, D.; FRISHAMMAR, J.; ERIKSSON, P.E. Managing uncertainty and equivocality in joint process development projects. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 39, p. 13-25, 2016.

ROTHWELL, R. Towards the fifth-generation innovation process. **International marketing review**, v. 11, n. 1, p. 7-31, 1994.

S&P, S.P.G.M.I.-. Top 25 mining companies by market cap. <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/research/18-top-25-mining-companies-by-market-cap>, 2018. Acesso em: 23/03/2018.

SCHUMPETER, J.A. **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro eo ciclo econômico**. Abril Cultural São Paulo, 1982.

SCHUMPETER, J.A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.

SMITH, P.G.; REINERTSEN, D.G. **Developing products in half the time**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

SPIETH, P.; JOACHIM, V. Reducing front end uncertainties: How organisational characteristics influence the intensity of front end analysis. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 123, p. 108-119, Oct 2017.

TAKEY, S.M.; CARVALHO, M.M. Fuzzy front end of systemic innovations: A conceptual framework based on a systematic literature review. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 111, p. 97-109, Oct 2016.

TEZA, P. Front end da inovação: proposta de um modelo conceitual. 2012.

THANASOPON, B.; PAPADOPDULOS, T.; VIDGEN, R. The role of openness in the fuzzy front-end of service innovation. **Technovation**, v. 47, p. 32-46, Jan 2016.

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da inovação**. 5<sup>o</sup> Edição. Bookman Editora, 2015.

UTTERBACK, J. The dynamics of innovation. **Harvard Business School Press, Boston**, 1994.

VERGANTI, R. Planned flexibility: linking anticipation and reaction in product development projects. **Journal of Product Innovation Management**, v. 16, n. 4, p. 363-376, 1999.

VERWORN, B. A structural equation model of the impact of the "fuzzy front end" on the success of new product development. **Research Policy**, v. 38, n. 10, p. 1571-1581, Dec 2009.

VERWORN, B.; HERSTATT, C.; NAGAHIRA, A. The fuzzy front end of Japanese new product development projects: impact on success and differences between incremental and radical projects. **R & D Management**, v. 38, n. 1, p. 1-19, Jan 2008.

WARHURST, A.; BRIDGE, G. Improving environmental performance through innovation: Recent trends in the mining industry. **Minerals Engineering**, v. 9, n. 9, p. 907-921, 1996.

WEBSTER, J.; WATSON, R.T. Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. **MIS quarterly**, p. 13-23, 2002.