



Disponível em  
<http://www.anpad.org.br/rac>

RAC, Rio de Janeiro, v. 21, n. 4,  
pp. 569-584, Julho/Agosto, 2017  
<http://dx.doi.org/10.1590/1982-7849rac2017170047>



## **Artigos Tecnológicos:**

### **Avaliação Tecnológica: Uma Proposta Metodológica**

#### **Technology Assessment: A Methodological Proposal**

**Marcella Luiza Santos Mendes<sup>1</sup>**  
**Daniel Reis Armond de Melo<sup>2</sup>**

Universidade Federal Fluminense<sup>1</sup>  
Universidade Federal do Amazonas<sup>2</sup>

**Artigo recebido em 20.09.2016. Última versão recebida em 12.12.2016. Aprovado em 26.01.2017.  
Publicado online em 25.05.2017. Editor Associado: Prof. Gustavo da Silva Motta.**

## Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo propor uma metodologia de apoio à avaliação de tecnologia que, por meio da cientometria e da patentometria, seja capaz de auxiliar as organizações em suas tomadas de decisão, no que se refere à introdução de novas tecnologias. A inserção de uma nova tecnologia em um cenário de incertezas pode provocar impactos dentro das organizações, por isso se faz necessária a realização de uma análise prévia. A Avaliação de Tecnologia tem como principal objetivo fornecer informações que possam minimizar os riscos e maximizar os benefícios de determinada tecnologia. A metodologia desenvolvida, composta por nove passos facilmente replicáveis, pode ser usada para ajudar especialistas que se encarregam de realizar a avaliação tecnológica nas organizações, ou, também, para assessorar os profissionais que não costumam atuar neste processo.

**Palavras-chave:** avaliação de tecnologia; cientometria; patentometria; inovação.

## Abstract

This research aims to propose a methodology to support technology assessment using scientometrics and patentometrics that is capable of assisting organizations in their decision making, in particular in reference to the introduction of new technologies. The introduction of a new technology in a scenario of uncertainties may cause impacts within organizations, this is why it is necessary to make a preliminary analysis. The primary objective of the Technology Assessment is to provide information that can minimize the risks and maximize the benefits of a particular technology. The proposed methodology is composed of nine easily replicable steps which can be used either by specialists who are in charge of carrying out a technological assessment in organizations, or by professionals who do not usually act in this process.

**Key words:** technology assessment; scientometrics; patentometrics; innovation.

## Introdução

Avaliação de tecnologia (AT) é uma técnica utilizada em diversos segmentos industriais e visa apoiar as decisões estratégicas por meio de uma abordagem minimamente estruturada que relaciona mercados, produtos e as tecnologias da organização. Dessa forma, a técnica pode contribuir para a sobrevivência das empresas em mercados competitivos ao permitir o acompanhamento de tecnologias (inclusive disruptivas) e sua relação com o ambiente onde se inserem.

Devido a sua importância para as organizações, públicas ou privadas, percebe-se que existe, desde a década de 1970, um esforço de construção de metodologias de AT, tanto do ponto de vista acadêmico quanto empresarial. Para Maloney (1982), quando praticada pelo setor privado, a avaliação de tecnologia representa uma ferramenta integradora para o planejamento tecnológico relacionado ao futuro da empresa.

De acordo com Tran e Daim (2008), um número crescente de estudos tem sido realizado ao longo dos anos, contribuindo para o desenvolvimento da literatura sobre essa temática. Todavia, apontam que os métodos e ferramentas sobre a AT não são suficientemente documentados na literatura sobre gestão e, por isso, pesquisas nesse sentido devem ser incentivadas.

Mais recentemente, Coates e Coates (2016) afirmam que ainda existem inúmeras oportunidades para expandir e aperfeiçoar as ferramentas atuais e introduzir novas ferramentas no processo de avaliação de tecnologia. Segundo esses autores, poucas delas apresentam oportunidades de mudanças radicais, mas cada uma delas apresenta oportunidades para melhorias no escopo, na eficácia, na eficiência e nos custos. A AT tem como finalidade a antecipação, identificação e avaliação de possíveis impactos que a inserção de uma nova tecnologia pode causar em uma organização (Castorena, Rivera, & González, 2013).

Verifica-se que o desenvolvimento e a inserção de uma nova tecnologia precisam ser bem administrados e avaliados, a fim de identificar a viabilidade da implementação, de custos e se não existem outras tecnologias capazes de fazer o mesmo trabalho com custos menores.

A partir de uma revisão de literatura sobre Avaliação de Tecnologia, seus conceitos, classificações e aplicações práticas, foi possível verificar a variedade de abordagens utilizadas, bem como seus pontos fortes e fracos, e também uma importante lacuna – a ausência de uma metodologia robusta para empresas que desejam adotar a avaliação de tecnologias como parte de seus processos de negócios.

Dessa forma, esse artigo apresenta uma alternativa metodológica desenvolvida pelos autores e aplicada a uma tecnologia industrial. Trata-se de um método relativamente simplificado e que permite sua aplicação em diversos contextos e necessidades empresariais.

O conceito de avaliação de tecnologia é utilizado aqui na mesma perspectiva apontada por Tran e Daim (2008), ou seja, como possibilidade de aplicação ao setor privado, e não apenas ao setor público, como observado nas definições clássicas.

A Avaliação de Tecnologia não resolve os problemas encontrados, mas é uma técnica que ajuda a identificá-los e deixá-los claros aos olhos da organização. Metodologias que auxiliem a realização da Avaliação de Tecnologia possibilitam que as empresas e os profissionais encontrem caminhos para identificar a viabilidade e os impactos de determinada tecnologia; elas não fornecem todas as respostas que a empresa precisa para tomar decisão, mas podem mostrar quais caminhos os profissionais responsáveis devem seguir para realizar o processo de decisão.

Tomando como base o que foi apresentado, o objetivo dessa pesquisa é propor uma metodologia de apoio à avaliação de tecnologia que seja capaz de auxiliar empresas em seus processos internos e na introdução de uma nova tecnologia, ofertando, portanto, o passo a passo para a realização da técnica por profissionais que não precisam, necessariamente, ser especialistas nesta atividade.

## Revisão de Literatura

### Avaliação de tecnologias: conceitos e metodologias

Segundo Gonçalves (1994), uma tecnologia é o conjunto integrado de conhecimentos, técnicas, ferramentas e procedimentos de trabalho. As tecnologias consideradas novas são as utilizadas para substituir procedimentos anteriormente utilizados pela organização.

A inserção de novas tecnologias provoca mudanças no ambiente organizacional, sendo difícil encontrar alguma que, ao ser inserida na empresa, não provoque efeito algum. Tecnologias apresentam uma dinâmica elevada e evolução rápida e constante, sendo, assim, considerada fonte de incertezas, devido aos impactos que trazem à empresa e também aos investimentos que são realizados.

Uma vez considerada fonte de incerteza e diante de um cenário organizacional também incerto devido ao seu dinamismo, a tecnologia precisa ser avaliada. Segundo Rattner (1979), o intuito da avaliação tecnológica é descobrir e designar alternativas de intervenção mais adequadas no desenvolvimento de tecnologias; isto se deve pela preocupação com os efeitos, não só os planejados, como custo/benefício, mas, sobretudo, os que não são esperados.

A Avaliação de Tecnologia, de acordo com Decker e Ladikas (2004), é um processo científico interativo e comunicativo que possui por objetivo contribuir para a formação de opinião pública e política sobre aspectos sociais de tecnologia e informação. Este processo também visa prever e reduzir os riscos, além de, principalmente, maximizar os benefícios da tecnologia para a organização.

A AT disponibiliza importantes e objetivas informações sobre determinada tecnologia, a saber, se já existem empresas que a utilizam, onde essas empresas estão situadas, se existem patentes referentes a ela, se existem publicações que possam auxiliar na obtenção ou transferência tecnológica, dentre outras informações e consequências que possuem chances de aparecer com a inserção de uma nova tecnologia na organização. As informações disponibilizadas pela AT podem ser conseguidas por meio de pesquisas bibliométricas e patentométricas.

Para Maloney (1982), a avaliação da tecnologia no setor privado é frequentemente realizada quando uma empresa examina uma nova tecnologia ou um novo negócio no qual deseja se envolver.

Porter *et al.* (2004) demonstram que alguns métodos e técnicas aplicáveis à Avaliação de Tecnologia podem ser rotulados como *hard* (quantitativos, numéricos), ou como *soft* (qualitativos baseados em julgamentos ou refletindo conhecimentos tácitos), divergindo-se entre si nas abordagens e em relação às habilidades exigidas para sua realização.

De acordo com Santos, Coelho, Santos e Fellows (2004), de modo geral, quando métodos quantitativos são combinados com métodos qualitativos, conhecimentos explícitos somam-se a conhecimentos tácitos na busca de complementaridade ou de visões diferenciadas.

Ende, Mulder, Knot, Moors e Vergragt (1998), Tran e Daim (1998) e Porter *et al.* (2004) realizaram trabalhos de síntese e classificação de métodos aplicáveis à avaliação de tecnologias. Santos *et al.* (2004), baseados em Porter *et al.* (2004), desenvolveram um quadro-síntese no qual apresentam alguns dos pontos fortes e fracos dos principais métodos e técnicas utilizados.

Cada um dos métodos explicados por Santos *et al.* (2004) apresentam suas vantagens e desvantagens. Entende-se, portanto, que enquanto os métodos quantitativos necessitam de uma sequência história confiável, os métodos qualitativos às vezes têm problemas resultantes da limitação de conhecimento dos profissionais, além do próprio viés pessoal que surge a partir de suas escolhas particulares baseadas em experiências de vida diferentes.

Nesse sentido, Porter *et al.* (2004) dizem que a prática mais recomendada pelos profissionais da área de gestão da tecnologia é a Avaliação da Tecnologia, por apresentar resultados de melhor qualidade dos estudos, estando fortemente relacionada à escolha mais correta da metodologia a ser usada, utilizando a combinação de mais de uma ferramenta, técnica ou método.

Rattner (1979) relata que, no ano de 1971, uma equipe da Mitre-Corporation elaborou uma metodologia, denominada Mitre-Jones, composta por sete passos que conduzem a uma Avaliação de Tecnologia. O método Mitre-Jones pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1

### Metodologia Mitre-Jones (1971)

- 
1. Definir a tarefa de avaliação
  2. Descrever as tecnologias relevantes
  3. Desenvolver os pressupostos sobre o estado da sociedade
  4. Identificar áreas de impacto
  5. Realizar análises preliminares dos impactos
  6. Identificar possíveis opções para ação
  7. Completar a análise dos impactos
- 

**Nota.** Fonte: Adaptado de Rattner, H. (1979). Avaliação de tecnologia (*technology assessment*): um instrumento auxiliar no processo decisório (p. 83). *Revista de Administração de Empresas*, 19(4), 79-90. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75901979000400007>

A metodologia de Mitre-Jones foi ampliada em 1974, por Coates, do *Office of Technology Assessment* (OTA). A fim de desenvolver a Metodologia Coates, foi utilizado o esquema de Mitre-Jones como base, acrescentando alguns elementos que foram adquiridos com sua própria experiência em Avaliação de Tecnologia, tornando a metodologia, agora, composta por dez passos, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2

### Metodologia Coates (1974)

- 
1. Examinar diferentes formulações do problema
  2. Especificar alternativas sistêmicas
  3. Identificar possíveis impactos
  4. Avaliar os impactos
  5. Identificar a estrutura decisória
  6. Identificar as opções para ação da estrutura decisória
  7. Identificar grupos de interesse
  8. Identificar alternativas macrosistêmicas (outros caminhos para a meta)
  9. Identificar variáveis exógenas ou eventos com prováveis efeitos sobre 1-8
  10. Conclusões e recomendações
- 

**Nota.** Fonte: Adaptado de Rattner, H. (1979). Avaliação de tecnologia (*technology assessment*): um instrumento auxiliar no processo decisório (p. 83). *Revista de Administração de Empresas*, 19(4), 79-90. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75901979000400007>

Observa-se que a metodologia de Coates é mais completa, uma vez que conta com fases de identificação e análise dos impactos que podem ser causados pela tecnologia, para que então se realize a identificação de grupos de interesse e outras opções de caminhos que possam levar ao alcance da meta proposta; enquanto a metodologia Mitre-Jones foca mais nos impactos e deixa de lado alternativas que possam ser importantes para tornar a avaliação mais completa.

As metodologias de Mitre-Jones (Jones, 1971) e de Coates (1974) foram desenvolvidas em contextos sociais e empresariais muito diferentes dos atuais e, por si só, não são suficientes para que a avaliação tecnológica seja bem-sucedida.

Em uma perspectiva mais recente, Castorena, Rivera e Gonzales (2013), Santiago, Martinelli, Eloi-Santos e Hortac (2015) e Joung e Kim (2016) apresentaram metodologias aplicáveis ao processo de Avaliação Tecnológica com diferentes objetivos de negócios.

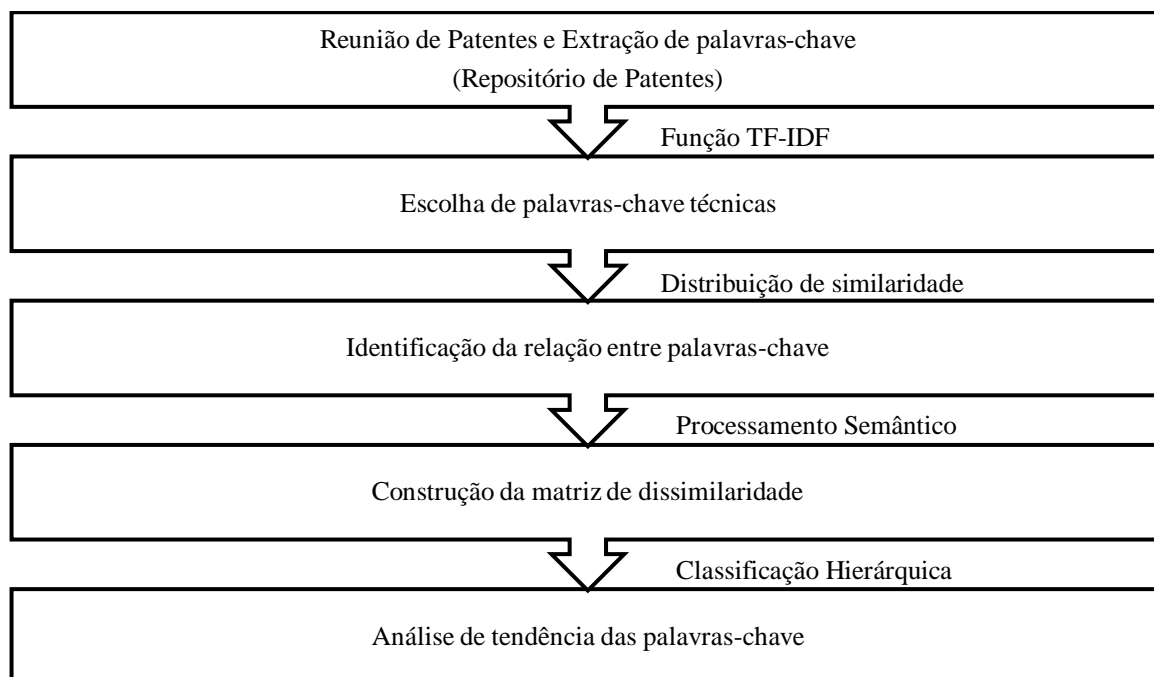
Castorena *et al.* (2013) desenvolveram um modelo de oito passos no qual, primeiramente, propõem a análise de tendências e identificação dos direcionadores de mudança que ajudam a identificar as tendências mais relevantes em áreas que podem afetar as atividades de negócios. Todas essas informações são colocadas em um processo Delphi com a ajuda de especialistas. No passo seguinte são realizadas análises de cenários sobre as oportunidades de negócios. Enfim, é realizado um diagnóstico da área de estudo, setor ou organização através dos métodos de diagnóstico dinâmico.

O modelo de Castorena *et al.* (2013) é bastante completo e contempla uma série de métodos e ferramentas. Por esse motivo, o custo para aplicação da metodologia pode se tornar proibitivo para organizações de menor porte por requerer especialistas em diversas fases e em ferramentas distintas.

Por sua vez, Santiago *et al.* (2015) apresentam uma metodologia focada na avaliação de um portfólio de patentes para fins de licenciamento. Essa metodologia é dividida em duas macrofases, a saber, a classificação e a avaliação de tecnologia. Na primeira etapa, são avaliados os mercados potenciais para a tecnologia, considerando a elegibilidade de licenciamento de patentes (ou seja, se ela pode ser licenciada). A segunda fase é uma sequência lógica da fase de classificação para definir taxas de licenciamento na qual são analisadas patentes da empresa e patentes licenciadas por outras empresas da mesma indústria para utilizá-las como um valor de referência.

Embora suficientemente robusta, a metodologia de Santiago *et al.* (2015) é focada no processo de licenciamento de tecnologia a partir de um portfólio existente na própria organização. Desse modo, torna-se de difícil aplicação para organizações sem um portfólio de patentes coerente com a análise que se pretende empreender.

Mais recentemente Joung e Kim (2016) apresentaram uma metodologia de monitoramento de tecnologia baseada em análise de patentes, conforme visão geral apresentada na Figura 1.



**Figura 1.** Metodologia de Monitoramento de Tecnologia Baseada em Análise de Patentes  
Função TF-IDF (*Term Frequency–Inverse Document Frequency*). Fonte: Elaborada pelos autores.

Do ponto de vista das limitações do modelo de Joung e Kim (2016), destaca-se o foco apenas no universo de documentos de patentes, ignorando as publicações científicas que podem representar uma importante fonte de dados para a análise da tecnologia em questão.

O que se percebe é que embora a AT tenha se desenvolvido ao longo das últimas quatro décadas e demonstrado seu valor na solução de muitos problemas relacionados com a tecnologia, ainda há uma forte necessidade de encontrar métodos mais eficazes e de baixo custo.

Devido a essas limitações dos modelos apresentados, propõe-se, nesse artigo, uma metodologia de apoio à avaliação tecnológica que visa suprir algumas das lacunas deixadas pelos modelos apresentados, particularmente ao combinar a patentometria e a cientometria como instrumentos de informação tecnológica, conforme explicado a seguir.

### **Cientometria e patentometria como instrumentos de informação tecnológica**

De acordo com Ferreira (2011), a bibliometria é uma técnica que possibilita, por meio de métodos quantitativos, a análise de produções científicas em determinada área de conhecimento.

Tendo como base a bibliometria, a cientometria é voltada para o estudo da Ciência, Tecnologia e Inovação e tem como finalidade entender a evolução da ciência, para estabelecer relações com o desenvolvimento tecnológico, além do desenvolvimento econômico e social.

A patentometria também é uma técnica pertencente ao grupo de métodos analíticos da bibliometria, embora se diferencie por ser o estudo métrico das características e usos dos documentos de patentes (Guzmán Sánchez, 1999). De acordo com estes autores, algumas características são fundamentais nos documentos de patentes para esse tipo de pesquisa, sendo elas: (a) a estrutura semelhante dos documentos no que diz respeito a sua apresentação, tornando a seleção dos pontos de interesse mais simples; (b) também é essencial que estes documentos estejam bem organizados, o que permite a fácil recuperação de dados; e, por fim, (c) a existência de bases automatizadas para extração de dados, que contêm resumos e trechos dos registros, tornando o acesso mais fácil (Guzmán Sánchez, 1999).



Segundo Motta e Quintella (2012), a cientometria e a patentometria já são usadas para fins de auxílio à tomada de decisão em Ciência e Tecnologia e nas decisões empresariais relacionadas à Pesquisa e Desenvolvimento, além de serem utilizadas no apoio às decisões acadêmicas sobre novas tecnologias.

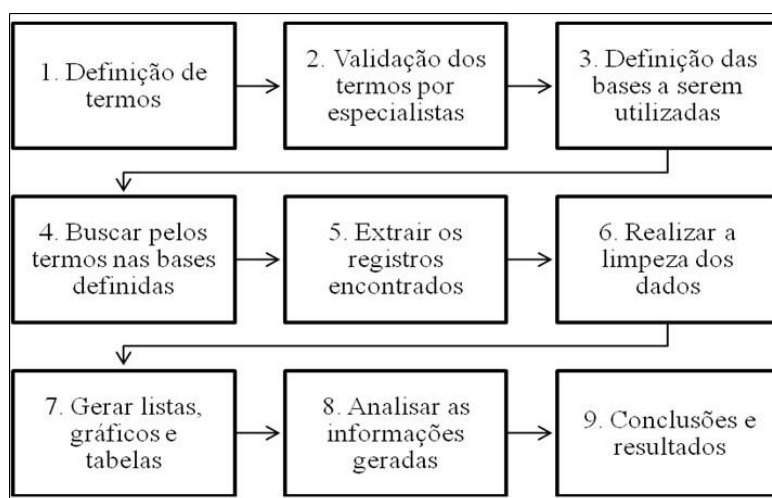
Exemplos dessa utilização para avaliação de tecnologias podem ser encontrados em Moravcsik (1985) e também em Daim, Gerdri, Basoglu e Albar (2011), que apresentam uma compilação de vários métodos.

A proposta metodológica aqui apresentada utiliza-se tanto da cientometria quanto da patentometria como instrumentos para informação tecnológica de suporte à avaliação de tecnologias, conforme discutido a seguir.

### Proposta Metodológica para Auxiliar o Processo de Avaliação Tecnológica

A fim de alcançar uma proposta metodológica para auxiliar os profissionais das organizações, especialistas ou não, na avaliação de uma determinada tecnologia, e complementar os métodos já existentes, propõe-se, a seguir, um caminho composto por nove etapas.

Esta proposta apresenta, de forma detalhada, um processo para chegar a algumas conclusões importantes para que seja possível tomar decisões com relação ao desenvolvimento ou inserção de uma nova tecnologia. O método está apresentado na Figura 2.



**Figura 2.** Etapas do Modelo Proposto para Avaliação de Tecnologia

Fonte: Elaborada pelos autores.

A primeira etapa da metodologia proposta consiste em definir os termos-chave, ou seja, definir quais palavras ou expressões são relacionadas à tecnologia em questão, com base nas informações que se tem sobre ela, como sua aplicação ou composição. De acordo com o que se pretende obter com a tecnologia, o profissional seleciona os termos mais relevantes e os apresenta aos especialistas da área.

Na segunda etapa os termos são apresentados aos especialistas da área a fim de serem aprovados para a realização das buscas de publicações e patentes.

No terceiro passo faz-se necessário definir quais bases de artigos e de patentes serão utilizadas para realizar a busca, e esta escolha é feita por meio de critérios previamente definidos. Deve-se escolher, portanto, as bases que possuam registros mais atualizados, ou as bases que apresentem maior número



de registros, ou, ainda, as bases que sejam mais relevantes dentro do campo tecnológico que está sendo analisado.

Após definir e validar os termos e definir as bases de busca, é na quarta etapa que, de fato, são realizadas as buscas – utilizando os termos selecionados e validados por especialistas nas bases de dados pertinentes.

No quinto passo, todos os artigos e patentes encontrados nas bases são extraídos para criar o que se denominou Base de Dados, uma base que contenha todas as informações necessárias para realizar algumas análises, como título, autores, ano, afiliação – para artigos, e número de registros, país e instituição – para patentes.

A Base de Dados pode ser elaborada com o auxílio de um *software*, como o Vantage Point. De forma alternativa, também pode ser feita por meio de ferramentas não automatizadas, como uma planilha do MS Excel, usada, particularmente, quando não se dispõe de um *software* que elabore de forma automática a base de dados ou quando não é possível extrair todas as informações da base de busca, sendo necessário extrair os dados individualmente.

Na sexta etapa, é necessário realizar uma **limpeza** dos dados, consertando possíveis erros de digitação, além de remover registros repetidos, padronizar nomes de autores e de instituições. Feito isso, no sétimo passo, gráficos e tabelas são gerados a fim de mostrar informações, como a evolução temporal, o interesse das instituições por ano, quem são os autores que publicam sobre o tema, quem são as pessoas que registram patentes, a quais instituições são afiliadas e a quais países estas instituições pertencem.

O oitavo passo consiste em analisar todas as informações fornecidas pelos gráficos e pelas tabelas geradas no passo anterior, seguido do nono e último passo, que são as conclusões que podem ser tiradas com a pesquisa e que auxiliam na Avaliação da Tecnologia em questão.

A seguir será demonstrada uma aplicação prática dos nove passos apresentados.

## O Caso e os Resultados

A proposta metodológica sintetizada na seção anterior surgiu da necessidade prática de uma indústria de siderurgia, que necessitava de uma avaliação de determinada tecnologia.

A empresa apresentou um cenário no qual, na fase inicial do processo produtivo do aço, obtinham o piche como subproduto e, então, houve a necessidade de buscar uma tecnologia alternativa para a utilização desse refugo, uma vez que o produto se encontrava desvalorizado no mercado. Especialistas da empresa definiram, após pesquisas realizadas dentro da organização, que uma alternativa seria transformar esse piche em um tipo chamado de **piche mesofásico**, porque este serve como matéria prima para a produção de fibra de carbono, aumentando, portanto, o seu valor.

Visando identificar os principais autores que publicam sobre o uso do piche para a produção de fibra de carbono, as principais empresas que patentearam processos relacionados a este, assim como os países que possuem essa tecnologia, entre outros aspectos, utilizou-se do método proposto nesse artigo.

No primeiro passo foi definido, para o caso apresentado, o termo *Pitch-based carbon fiber*. Ao definir o termo de busca, especialistas no campo tecnológico foram consultados para a avaliação e validação do termo para que a busca pudesse ser realizada de forma correta, dentro do tema, o que consistiu no segundo passo.

O terceiro passo se deu quando as bases de busca foram definidas, foi escolhida a base *Web of Science* (WoS) para a busca de artigos, e a *Derwent Innovation Index* (DII) para a busca de patentes. No caso específico essas bases foram escolhidas devido à facilidade em padronizar os dados referentes aos

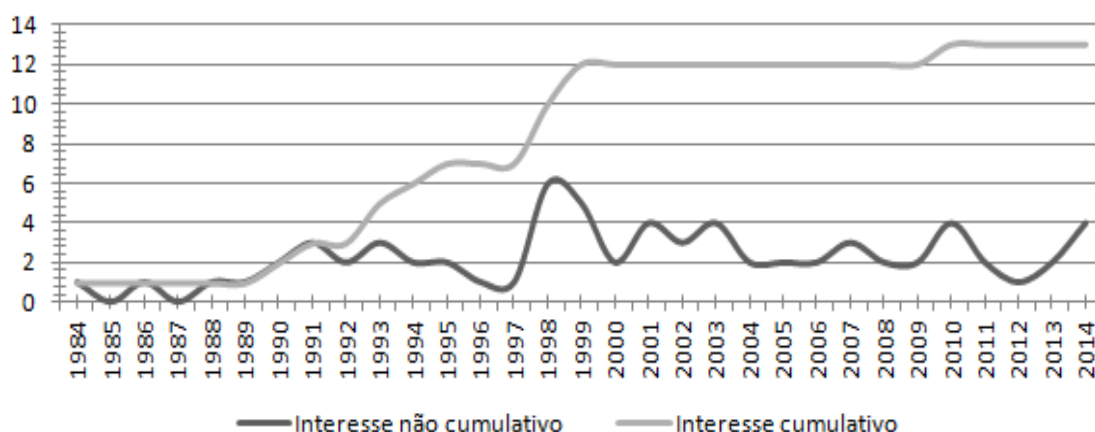
registros de artigos e patentes encontrados e por serem bases de acesso gratuito para Instituições Públicas de Pesquisa Brasileiras com maior volume de dados.

Definidas as bases, no quarto passo, buscou-se por publicações, utilizando o termo *Pitch-based carbon fiber*, na base da *Web of Science*, e foram encontrados 153 artigos publicados. As patentes foram buscadas utilizando o mesmo termo, porém na base da DII, trazendo como resultado 286 registros de patentes. O quinto passo adveio quando os 153 artigos e os 286 registros de patentes foram extraídos e devidamente organizados.

Para que os dados extraídos trouxessem exatidão no decorrer da pesquisa, fez-se necessário realizar uma limpeza das informações fornecidas pelos artigos e patentes, originando o sexto passo. No presente caso, o *software* Vantage Point foi utilizado para auxiliar a limpeza, por meio da função *list clean up*, através da qual foram arrumadas algumas incorreções, por exemplo, foram agrupados os nomes dos autores cuja digitação contivesse erros aos nomes corretos, também as referências e autores citados que se repetiam por pequenas falhas foram agrupados às referências e autores corretos.

Tendo as informações exatas, foi possível gerar gráficos e tabelas, realizando, então, o sétimo passo. Esses gráficos e tabelas podem ser observados a seguir, juntamente com a análise, gerando a sequência que foi responsável pela definição do oitavo passo.

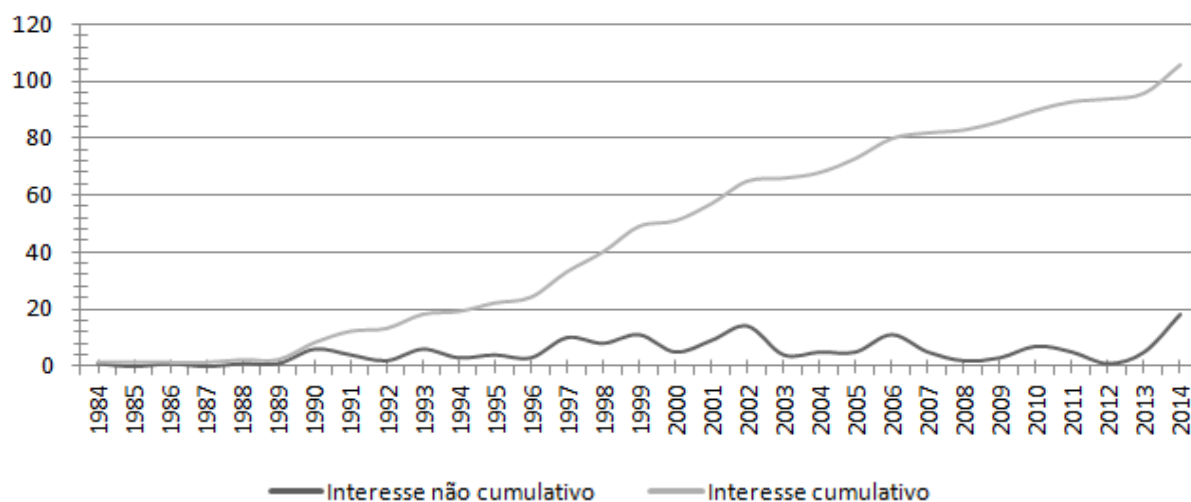
A Figura 3 apresenta o interesse mundial por ano, com base em publicações de artigos. A linha mais clara diz respeito ao interesse cumulativo, ou seja, a quando cada país deu início ao seu interesse pelo tema, obtendo-se um total de 13 países interessados, enquanto a linha preta se refere ao interesse não cumulativo, ou seja, mostra a quantidade de países que publicaram em cada ano.



**Figura 3.** Interesse Mundial por Ano (1984-2014) – Artigos

Fonte: Elaborada pelos autores.

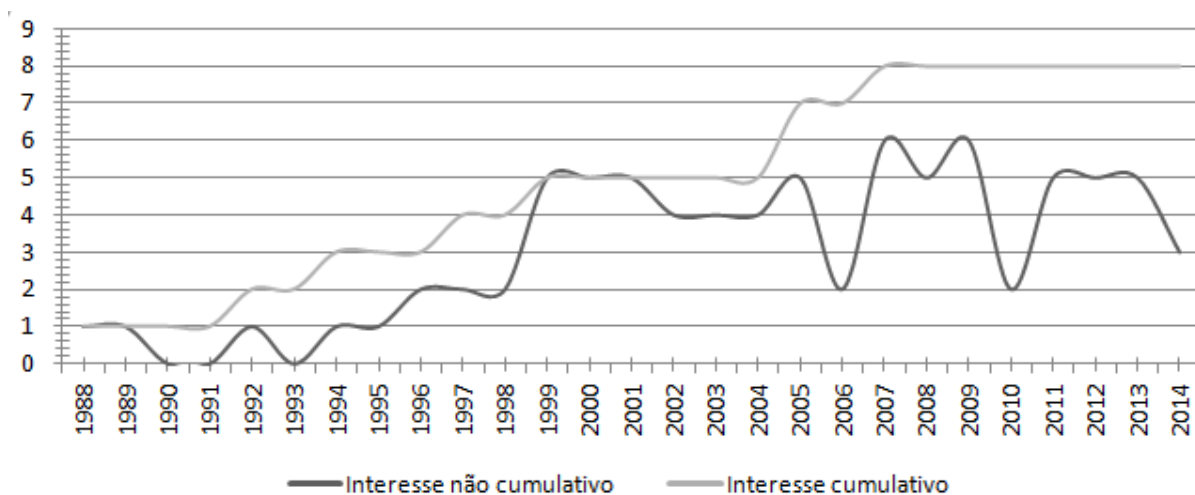
A Figura 4 mostra o interesse das instituições que publicaram artigos sobre a tecnologia pesquisada no mundo, por ano, entre os anos de 1984 e 2014. Seguindo o padrão, a linha mais clara diz respeito ao interesse cumulativo, ou seja, a quando cada instituição deu início ao seu interesse pela pesquisa sobre o tema, obtendo um total de 106 instituições interessadas; já a linha preta faz referência ao interesse não cumulativo, ou seja, à quantidade de instituições que publicaram em cada ano.



**Figura 4.** Interesses das Instituições por Ano (1984-2014) – Artigos

Fonte: Elaborada pelos autores.

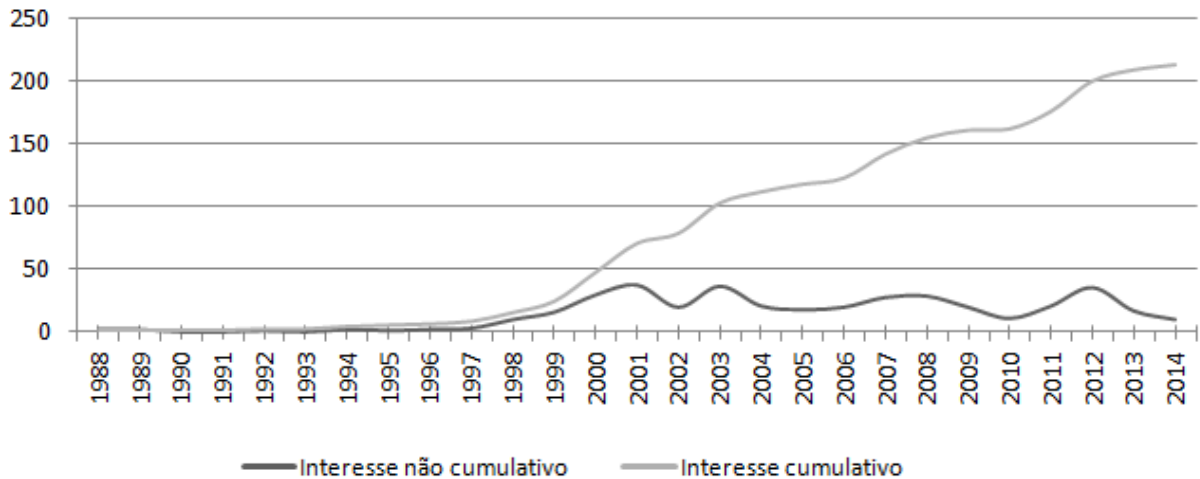
A Figura 5 demonstra o interesse de todos os países que já registraram patente sobre o tema, por ano. Mais uma vez, a linha mais clara diz respeito ao interesse cumulativo, ou seja, a quando cada país teve patentes registradas, obtendo-se um total de 8 países; e a linha preta mostra o interesse não cumulativo, ou seja, a quantidade de países que obtiveram registro de patentes em cada ano.



**Figura 5.** Interesse Mundial dos Países por Ano (1988-2014) – Patentes

Fonte: Elaborada pelos autores.

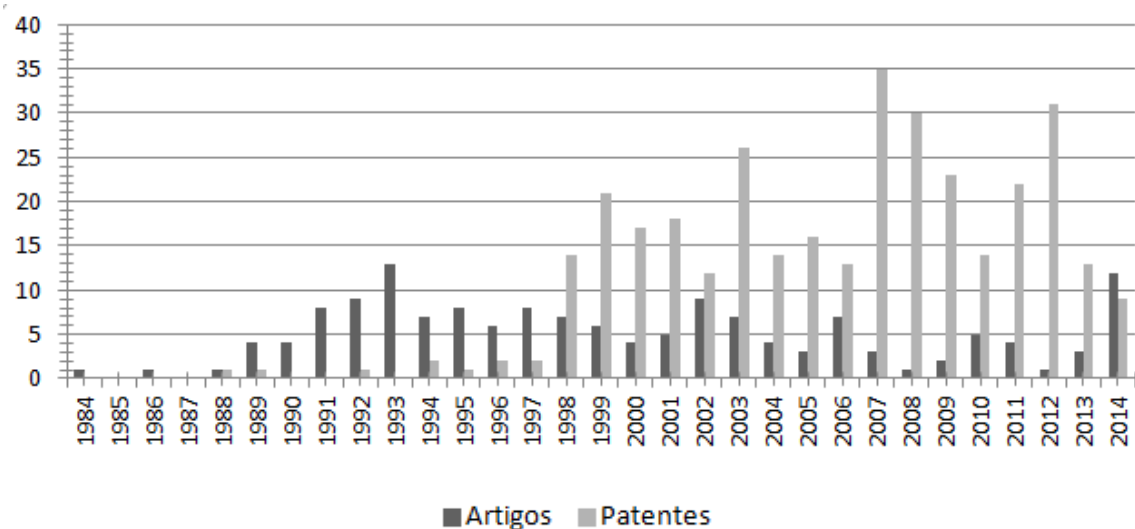
A Figura 6 apresenta o interesse de todas as instituições no mundo que já registraram patente sobre o tema, por ano. A linha mais clara diz respeito ao interesse cumulativo, ou seja, a quando cada instituição deu início ao seu interesse por pesquisar o tema, obtendo-se um total de 122 instituições; e a linha preta mostra o interesse não cumulativo, ou seja, a quantidade de países que obtiveram registro de patentes em cada ano.



**Figura 6.** Interesse das Instituições por Ano – Patentes

Fonte: Elaborada pelos autores.

Por meio da Figura 7, observa-se a evolução temporal da publicação de artigos, em cinza escuro, e a evolução temporal do registro de patentes, em cinza claro. Este gráfico apresenta a quantidade de artigos publicados por ano sobre o tema *Pitch-based carbon fiber*, desde a primeira publicação presente na base pesquisada até a mais recentemente publicada no final do ano de 2014; mostra também a quantidade de registros de patentes por ano sobre o tema, desde o primeiro até o mais recente.



**Figura 7.** Evolução Temporal – Artigos e Patentes

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Tabela 3 apresenta a quantidade de artigos publicados por cada país. Observa-se que o Japão é o país que apresenta maior número de artigos publicados, com 64, seguido dos Estados Unidos, com 21 publicações sobre o tema tecnológico pesquisado.

Tabela 3

**Publicação de Artigos por Países**

<b>Países</b>	<b>Registros</b>
Japão	64
Estados Unidos	21
China	17
Coreia do Sul	12
Canadá	3
França	3
Alemanha	3
Austrália	2
Bélgica	1
Grécia	1
Israel	1
Holanda	1
Arábia Saudita	1

**Nota.** Fonte: Elaborada pelos autores.

A Tabela 4 mostra a quantidade de patentes registradas por país. O Japão, comparativamente, além de possuir um maior número de publicações sobre o tema, também possui o maior número de registros de patentes, seguido da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO), que atende às demandas de todo o mundo no campo da propriedade intelectual.

Tabela 4

**Registros de Patentes por Países**

<b>Países de Patentes</b>	<b>Registros</b>
Japão	164
Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO)*	45
Estados Unidos	28
China	21
Coreia	15
Escritório Europeu de Patentes	10
Reino Unido	2
Índia	1

**Nota.** Fonte: Elaborada pelos autores.

\* Patentes depositadas via acordos internacionais que permitem o depósito consecutivo em vários países, mas mantendo a prioridade da patente.

Tendo como base a metodologia proposta, no caso da tecnologia em questão, pode-se dizer que o mercado potencial é global, pois é possível observar que existem patentes registradas sobre a tecnologia em diversos países, em mais de um continente. Além de que, muitos países também possuem elevado

índice de produção científica. Embora isso esteja claro, não se pode afirmar que a tecnologia em estudo possua um mercado amplo, apesar de estar presente em diversos países do mundo.

A Tabela 5 apresentada as instituições que são coativas, ou seja, as instituições que já publicaram artigos e também registraram patentes, classificadas pelo número de registro de patentes, de maneira decrescente. Em relação a esta análise, percebe-se que há um interesse de diferentes organizações no registro de patentes, predominantemente do âmbito empresarial, o que confirma o interesse econômico na tecnologia. É possível identificar, também, um alto índice relativo de organizações que possuem pesquisadores produzindo artigos científicos na área, além de existir a predominância de empresas entre as organizações consideradas coativas.

Tabela 5

### Instituições Coativas

Instituição	Artigo	Patente
Mitsubishi	3	29
Nippon	13	17
Toshiba	4	7
Petoca Ltd	3	5
Toray Ind	2	4
Korea Adv Inst Sci & Technology	6	3
Chinese Acad Sci Shanxi inst coal	5	1
Univ Wuhan Sci & Technology	1	1
Tonen Corporation	1	1

**Nota.** Fonte: Elaborada pelos autores.

Após serem feitas todas as análises, deu-se o nono passo, que diz respeito às conclusões e resultados. Com base nos gráficos e tabelas gerados e analisados, observou-se que empresas de siderurgia possuem patentes e publicações sobre o tema, mostrando que é viável o seu desenvolvimento e que, com base nas empresas que já possuem a tecnologia, é possível tentar a transferência tecnológica, que é a obtenção da tecnologia por meio de contrato com outras instituições, por exemplo, a transferência de uma tecnologia desenvolvida no meio acadêmico para a utilização por parte de uma indústria.

Pode-se concluir, também, que no Brasil, aparentemente, não há pesquisas ou patentes relacionadas a essa tecnologia, o que pode ser considerado falta de competência do país para desenvolver tal tecnologia, uma dificuldade para introduzi-la nas organizações nacionais ou, também, a dificuldade de se realizar a transferência tecnológica.

Assim se deu a elaboração da metodologia descrita na atual pesquisa, apesar de conter limitações, a serem discutidas na próxima seção.

### Análises e Discussões

Em conformidade com o que foi apresentado no trabalho desde sua introdução e com base no desenvolvimento da pesquisa, foi realizada a proposta de uma metodologia capaz de auxiliar as organizações no ato da tomada de decisões, no que diz respeito à Avaliação de Tecnologia, chegando-se, portanto, a algumas conclusões.

A partir da aplicação da metodologia proposta e com base nos resultados obtidos, foi possível concluir que, atendendo ao objetivo da pesquisa, a proposta metodológica pode ser aplicada a casos em que se deseje verificar as possibilidades de comercialização ou adoção de uma nova tecnologia para indústria, conforme o caso estudado nesse artigo.

A metodologia aqui proposta permite que os tomadores de decisão obtenham dados de bases científicas capazes de auxiliar o desenvolvimento tecnológico, com uso da cientometria e da transformação do conhecimento produzido por pesquisas científicas em tecnologia e, de forma mais específica, pelo registro de patentes, demonstrando a maturidade tecnológica de determinada área, por meio da patentometria.

De forma adicional, a metodologia também permite que os profissionais identifiquem indícios de ofertas de conhecimento para o desenvolvimento da tecnologia, além da demanda existente por ela.

Dessa maneira, pode-se dizer que o objetivo foi alcançado, apesar de algumas limitações terem sido encontradas. Foi desenvolvida uma metodologia composta por nove passos, elaborada no decorrer de um caso, e, ao aplicá-la, concluiu-se que, para a obtenção de resultados com maior precisão, algumas etapas que completassem a metodologia seriam necessárias, pois o método por si só não é capaz de preencher todas as lacunas que a organização precisa para o processo decisório sobre a introdução, o desenvolvimento ou a transferência de uma nova tecnologia.

Como sugestão para melhorar o trabalho e realizar pesquisas futuras, tem-se a aplicação de entrevistas às organizações, para compreender os objetivos da empresa, entender o que ela realmente sabe a respeito da tecnologia a ser avaliada, tanto em termos de aplicação quanto em termos de composição e, assim, construir uma metodologia mais completa e que seja capaz de auxiliar de forma mais ampla a organização.

## Referências

- Castorena, D. G., Rivera, G. R., & González, A. V. (2013). Technological foresight model for the identification of business opportunities (TEFMIBO). *Foresight*, 15(6), 492-516. <http://dx.doi.org/10.1108/fs-10-2012-0076>
- Coates, J. F. (1974). Some methods and techniques for comprehensive impact assessment. *Technological Forecasting and Social Change*, 6, 341-357. [http://dx.doi.org/10.1016/0040-1625\(74\)90035-3](http://dx.doi.org/10.1016/0040-1625(74)90035-3)
- Coates, J. F., & Coates, V. T. (2016). Next stages in technology assessment: topics and tools. *Technological Forecasting and Social Change*, 113, Part A, 112-114. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.10.039>
- Daim, T. U., Gerdtsri, N., Basoglu, N., & Albar, F. (2011). *Technology assessment: forecasting future adoption of emerging technologies*. Berlin: Erich Schmidt.
- Decker, M., & Ladikas, M. (2004). *Bridges between science, society and policy: technology assessment-methods and impacts*. Berlin: Springer Science & Business Media.
- Ende, J. V., Mulder, K., Knot, M., Moors, E., & Vergragt, P. (1998). Traditional and modern technology assessment: toward a toolkit. *Technological Forecasting and Social Change*, 58(1/2), 5-21. [http://dx.doi.org/10.1016/s0040-1625\(97\)00052-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0040-1625(97)00052-8)
- Ferreira, M. P. (2011). A bibliometric study on ghoshal's managing across borders. *The Multinational Business Review*, 19(4), 357-375. <http://dx.doi.org/10.1108/15253831111190180>



- Gonçalves, J. E. L. (1994). Os impactos das novas tecnologias nas empresas prestadoras de serviços. *Revista de Administração de Empresas*, 34(1), 63-81. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75901994000100008>
- Guzmán Sánchez, M. V. (1999). *Patentometría: herramienta para el analisis de oportunidades tecnológicas* (Tesis). Facultad de Economía, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba.
- Jones, M. V. (1971). *A technology assessment methodology: some basic propositions* (Vol. 1). Washington, DC: Mitre Corporation, Washington Operations.
- Joung, J., & Kim, K. (2016). Monitoring emerging technologies for technology planning using technical keyword based analysis from patent data. *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 281-292. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.020>
- Maloney, J. D. (1982). How companies assess technology. *Technological Forecasting and Social Change*, 22(3/4), 321-329. [http://doi.org/10.1016/0040-1625\(82\)90070-1](http://doi.org/10.1016/0040-1625(82)90070-1)
- Moravcsik, M. J. (1985). Applied scientometrics: an assessment methodology for developing countries. *Scientometrics*, 7(3), 165-176. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02017144>
- Motta, G. S., & Quintella, R. H. (2012). Assessment of non-financial criteria in the selection of investment projects for seed capital funding: the contribution of scientometrics and patentometrics. *Journal of Technology Management & Innovation*, 7(3), 172-197. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242012000300015>
- Porter A. L., Ashton, W. B., Clar, G., Coates, J. F., Cuhls, K., Cunningham, S. W., Ducatel, K., Duin, P. van der, Georghiou, L., Gordon, T., Linstone, H., Marchau, V., Massari, G., Miles, I., Moguee, M., Salo, A., Scapolo, F., Smits, R., & Thissen, W. (2004). Technology futures analysis: toward integration of the field and new methods. *Technological Forecasting & Social Change*, 71(3), 287-303. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2003.11.004>
- Rattner, H. (1979). Avaliação de tecnologia (technology assessment): um instrumento auxiliar no processo decisório. *Revista de Administração de Empresas*, 19(4), 79-90. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75901979000400007>
- Santiago, L. P., Martinelli, M., Eloi-Santos, D. T., & Hortac, L. H. (2015). A framework for assessing a portfolio of technologies for licensing out. *Technological Forecasting and Social Change*, 99, 242-251. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2015.07.001>
- Santos, M., Coelho, G., Santos, D., & Fellows, L., Filho (2004). Prospecção de tecnologias de futuro: métodos, técnicas e abordagens. *Parcerias Estratégicas*, 9(19), 189-299.
- Tran, T. A., & Daim, T. (2008). A taxonomic review of methods and tools applied in technology assessment. *Technological Forecasting and Social Change*, 75(9), 1396-1405. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2008.04.004>

## Dados dos Autores

Marcella Luiza Santos Mendes

Rua Desembargador Ellis Hermydio Figueira, 783, Aterrado, 27213-145, Volta Redonda, RJ, Brasil. E-mail: marcellaluizasantosmendes@gmail.com

Daniel Reis Armond de Melo

Av. Gal. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Setor Norte, Coroado I, 69077-000, Manaus, AM, Brasil. E-mail: daniel.armond@gmail.com