

## **Uma Análise sobre a Aplicação de uma Ferramenta de Apoio ao Processo de Desenvolvimento de Produtos Biomiméticos e Sustentáveis**

### *Analysis on the Application of a Tool to Support the Development Process of Biomimetic and Sustainable*

**Francisco Ferreira Oliveira Seraphim, Estudante de Graduação em Engenharia de Produção, Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR.**

franseraphim1999@hotmail.com

**João Alberto Saldanha Júnior, Estudante de Graduação em Desenho Industrial, habilitação em Design Digital, Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR.**

saldanha.asj@gmail.com

**Roberta Ferrari de Sá, Doutoranda em Engenharia de Produção e Sistemas, Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR.**

roberta-ferrari@hotmail.com

**Osiris Canciglieri Junior, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR.**

osiris.canciglieri@pucpr.br

#### **Resumo**

Este artigo traz uma análise da aplicação de uma ferramenta para desenvolvimento de produtos Biomiméticos e sustentáveis: Método BIOS. Com a inspiração proveniente da natureza, problemas vinculados ao homem são resolvidos graças às tecnologias e estratégias obtidas dos mais diversos seres vivos que habitam o planeta, que passaram por longo período de evolução. O método auxilia na concepção de produtos bioinspirados, assimilando Design e Biologia, de forma integrada ao Processo de Desenvolvimento de Produtos. Para isso, foi analisado um produto desenvolvido com tal metodologia e seus resultados alcançados. Com isso, verificou-se que o método, é uma ferramenta eficaz no desenvolvimento de produtos, suas inovações tecnológicas podem contribuir para a redução de impactos negativos ao meio ambiente, quando comparado a produtos similares no mercado. Para futuras aplicações, o método será utilizado no âmbito da construção civil, para encontrar soluções que reduzam a quantidade de resíduos, ao considerar o modelo de alvenaria.

**Palavras-chave:** Biomimética; Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos; Sustentabilidade; Ferramenta de Apoio.

#### **Abstract**

*The article presents an analysis of the application of a tool for the development of Biomimetic and sustainable products: BIOS Method. With inspiration provided by nature, human problems are solved with the help of technologies and strategies obtained from the various living beings on the planet, which have gone through a long period of evolution. The method assists in the development*

*of bio-inspired products, integrating Design and Biology into the Product Development Process. For this, an analysis of a product developed with this methodology and its results. With this, it was possible to verify that the method is an efficient tool to develop products, their technological innovations can contribute to the reduction of negative impacts to the environment, when compared to similar products on the market. For future applications, the method will be used in the construction industry, to find solutions that reduce the amount of waste, when considering the brickwork model.*

**Keywords:** *Biomimetics; Integrated Product Development Process; Sustainability; Support Tool.*

## 1. Introdução

O cenário atual do planeta devido ao consumo exacerbado, o alto nível de descarte e o uso indiscriminado de recursos naturais, demanda a busca por novos produtos que consigam minimizar os efeitos causados pelo excesso da era industrial. Conforme descrito na “Agenda 20130 para o Desenvolvimento Sustentável”, até o ano de 2030 o planeta deve ser protegido da degradação, sobretudo por meio do consumo, produção e a gestão de recursos de forma sustentável, reduzindo substancialmente a geração de resíduos, além de tomar medidas urgentes sobre a mudança climática (PNUD, 2015).

Neste contexto, a Biomimética tem recebido cada vez mais atenção como fonte de geração de alternativas para as tecnologias atuais. A Biomimética vem do grego “bios” e “mimesis”, que significam vida e imitação da vida, respectivamente. Ela é uma ciência que estuda e se baseia na natureza, inspirando-se nela para a resolução de problemas humanos (BENYUS, 1997). Além de possuir diferentes níveis para a sustentabilidade, a Biomimética possui dois vieses para a concepção de soluções, o *top-down* que define problemas humanos ou projetuais e procura por soluções naturais para sua resolução e o *bottom-up* que começa com a identificação de um comportamento de um ecossistema e o transforma em projetos e produtos (AZIZ, EL SHERIF, 2016).

Desta forma, o presente artigo busca analisar a aplicação da Biomimética como uma ferramenta para a concepção de produtos Biomiméticos e sustentáveis, por meio do Método BIOS, para que seja possível verificar a sua viabilidade de aplicação e resultados. O método foi desenvolvido para auxiliar na concepção de produtos bioinspirados, assimilando Design e Biologia, de forma integrada ao Processo de Desenvolvimento de Produtos. Para isso, será preciso abordar brevemente o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos, em seguida o Método BIOS e suas fases, para que seja apresentado o processo de concepção do produto com o auxílio do método. Para finalizar, será apresentada a discussão dos resultados, a conclusão e oportunidades para futuras aplicações.

## 2. Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos

O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) consiste em um conjunto de atividades onde busca-se chegar nas especificações sobre como produzir e manufaturar um produto, a partir das necessidades do mercado (ROZENFELD *et al.*, 2006). Conforme Takahashi & Takahashi (2007), o PDP é um processo de tomada de decisões que envolve diferentes funções, pessoas e recursos, onde o modo que uma empresa desenvolve um produto, determina a competitividade do mesmo.

O termo “Integrado” vem sendo incorporado à expressão, podendo ser definido como um conjunto de especificações elaboradas a partir das necessidades dos consumidores e mercado, seguido pelo processo de desenvolvimento conceitual e técnico até a fase de manufatura e posteriormente, a comercialização (FERNANDES, 2013).

Neste aspecto, para garantir as necessidades e a qualidade de um produto é preciso buscar melhorias em cada etapa do processo para assim minimizar desperdícios, tempo, defeitos e gastos e, para isso, é essencial que uma ampla perspectiva do produto seja considerada durante seu desenvolvimento (FERRARI, 2017). Desta forma, é preciso integrar ao Processo

de Desenvolvimento de Produtos, especificações que atentam às expectativas do cenário atual mundial, onde a busca por produtos com menor impacto ao meio ambiente, com melhoria na qualidade e diminuição de resíduos, são os principais objetivos para alcançar maior espaço competitivo no mercado.

### 3. Método BIOS

O Método Conceitual para Aplicação da Biomimética como Ferramenta de Apoio ao Processo de Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis (BIOS), visa o incentivo e o auxílio da utilização da natureza como fonte de inspiração durante o Processo de Desenvolvimento de Produtos (FERRARI, 2017). Utilizando o biomimetismo e a sustentabilidade como pilares principais, o BIOS está inserido no Modelo Unificado (ROZENFELD *et al.*, 2006), entre as macro-fases: Projeto Informacional, Conceitual e Detalhado, onde está dividido em seis fases, além de possuir 14 etapas a serem seguidas, como mostra a figura 1.



Figura 1: Macro fases, fases e etapas do Método BIOS. Fonte: FERRARI, 2017.

O Modelo Unificado de Rozenfeld *et al.* (2006), ilustrado na figura 2, destina-se a empresas de manufatura de bens de consumo, por ser abrangente e utilizado tanto em áreas de Engenharia quanto de Design, para o desenvolvimento de produtos. O modelo permite que a equipe de desenvolvimento acompanhe a evolução do projeto a fim de tornar os mesmos aptos a tomar decisões em qualquer momento (FERNANDES, 2013).

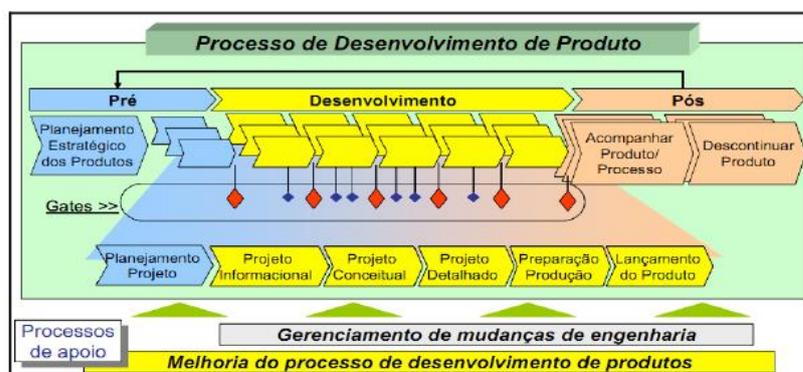


Figura 2: Processo de Desenvolvimento de Produto. Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al.*, 2006.

O modelo é dividido em três macro-fases: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento, onde cada uma é subdividida em etapas específicas. A etapa de pré-desenvolvimento é composta pelas fases de planejamento estratégico e planejamento do projeto. A etapa de desenvolvimento é composta pelas fases de projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado, projeto de produção e produto de produto. Por fim, a etapa de pós-desenvolvimento é responsável pelo acompanhamento do produto e sua descontinuação.

O Método BIOS, por atuar na concepção do produto, está inserido apenas em uma parte do modelo. As suas seis fases tratam, inicialmente, da “Identificação da Oportunidade”, e “Definição do Problema”, para então atuar na “Geração de Soluções” e “Seleção da Solução”, finalizando com a “Definição do Conceito” e a “Especificação da Solução”, como pode ser observado na figura 3.

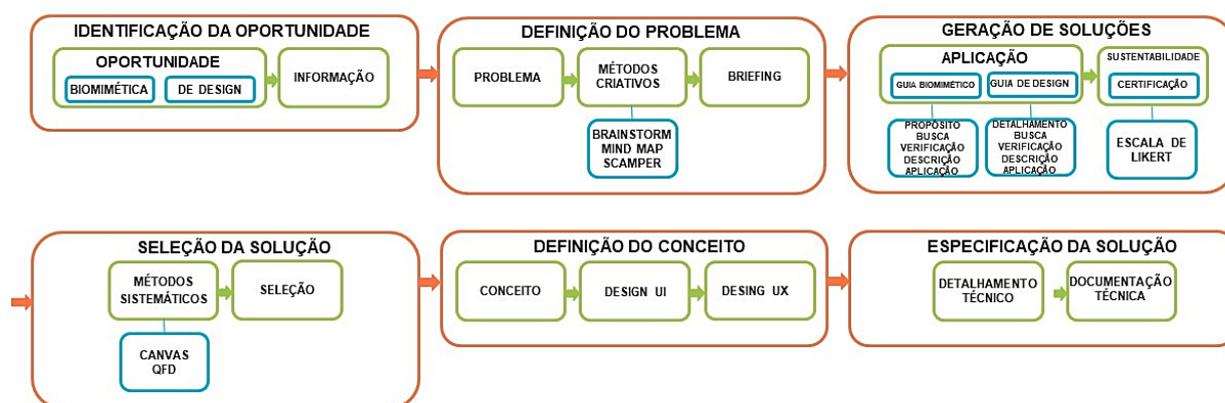


Figura 3: Método BIOS. Fonte: FERRARI, 2017.

#### 4. As Fases do Método

A fase inicial do Método BIOS, é de Identificação da Oportunidade, onde são apresentadas as possibilidades de geração de ideias advindas do conhecimento da Biomimética. Na primeira etapa, de Oportunidade, deve ser selecionado qual o caminho seguir, já que a Biomimética possui dois vieses para o desenvolvimento de produtos, anteriormente descritos: o *top-down* e o *bottom-up*. A segunda etapa, a de Informação, refere-se a coleta de informações a respeito da oportunidade identificada. Ao final desta fase o material informacional coletado irá contribuir para a compreensão e desenvolvimento da proposta.

A segunda fase de Definição do Problema possui três etapas a serem seguidas que visam o desenvolvimento do Briefing do projeto, com o auxílio das informações coletadas na fase anterior. Na primeira etapa, Problema, a questão-problema deve ser identificada. Na segunda, Métodos Criativos, devem ser utilizadas ferramentas de apoio à criatividade como o Brainstorming, Mind Map ou Scamper, para auxiliar no desenvolvimento do Briefing que corresponde à terceira etapa.

Após a definição do problema na fase anterior, aplica-se a terceira fase: Geração de Soluções. Esta possui duas etapas para a sua conclusão, a de Aplicação e a etapa Sustentabilidade. A primeira é responsável pela geração de ideias e a segunda é responsável por verificar se o nível de sustentabilidade fora atingido na etapa anterior, certificando suas

soluções geradas a partir de critérios definidos em relação a Seleção das Recomendações de Projeto de Fernandes (2013). Caso nenhuma solução seja certificada, a etapa Aplicação deve ser refeita.

A quarta fase, denominada “Seleção da Solução”, possui duas etapas, a primeira de Métodos Sistemáticos e a segunda de Seleção. A primeira foi desenvolvida para auxiliar na tomada de decisão onde devem ser aplicadas ferramentas como de qualidade a fim de verificar se o produto em questão atende às necessidades do seu público-alvo. Posteriormente, na etapa de Solução, os resultados devem ser analisados para que seja selecionada a melhor solução entre as propostas.

A quinta fase de Definição do Conceito possui três etapas a serem seguidas, a primeira corresponde ao Conceito, onde será gerado o conceito do produto. A segunda de Design UI (User Interface) corresponde a estética, parte gráfica do projeto onde será determinada a aparência por meio da elaboração de sketches, seleção de materiais, cor e etc. A última de Design UX (User Experience), visando o bem-estar do usuário, observando suas necessidades em relação aos aspectos ergonômicos do produto implantando-as no projeto vigente.

A última fase, “Especificação da Solução”, visa o detalhamento do projeto e sua descrição possuindo duas etapas: Detalhamento Técnico e Documentação Técnica. No Detalhamento Técnico, deverão ser desenvolvidos os desenhos técnicos do projeto para sua implementação e desenvolvimento. Já em Documentação Técnica, serão especificadas todas as informações necessárias para o desenvolvimento do produto, concluindo a aplicação do método.

## **4 Aplicação do Método BIOS**

### **4.1 Fase 1: Identificação da Oportunidade.**

O Método BIOS foi aplicado na área da saúde, tendo como público alvo, as gestantes, oportunidade identificada na primeira fase do método. Em seguida, a etapa de informação foi iniciada, em busca de material de apoio para aprofundamento sobre o tema.

### **4.2 Fase 2: Definição do Problema.**

Após a aquisição de informação a respeito do tema, foi possível identificar o problema. As mudanças causadas no período de gestação e os problemas ocasionados por estas mudanças, foram definidos como o problema de projeto a ser desenvolvido. De acordo com Ferrari (2017), o corpo da gestante sofre com diversas alterações hormonais e físicas, simultaneamente, aumentando a necessidade de cuidados com a futura mãe. Depois de pesquisar sobre gestação, Ferrari (2017) identificou que na condição da grávida, a gestante passa a ter uma carga de peso maior em sua barriga, deslocando o seu centro de gravidade com a tendência de desestabilizá-la.

### **4.3 Fase 3 e 4: Geração e seleção da solução.**

Com o problema definido, a fase de geração tem duas etapas, a Aplicação e a de Sustentabilidade, onde na primeira foi utilizado o Guia Biomimético para identificação, extração e aplicação da inspiração natural, sendo verificado por observação na natureza que existe um movimento realizado pela própria gestante que compensa o peso do bebê, amenizando o esforço, para que na etapa de sustentabilidade, as soluções geradas sejam certificadas por meio da escala Likert, que qualifica o nível de sustentabilidade a ser

alcançado pelo projeto. A figura 4 ilustra o movimento, a inspiração natural observada e utilizada no projeto.



**Figura 4: Bioinspiração: Ato de segurar o bebê. Fonte: FERRARI, 2017.**

Posterior a fase de Geração fora desenvolvido um Canvas, ferramenta de gerenciamento estratégico e proposta de valor, na etapa de Métodos Sistemáticos, onde devem ser utilizadas ferramentas para avaliação da qualidade, a fim de auxiliar na tomada de decisão e para reconhecimento da proposta de valor, para a verificação da possibilidade do desenvolvimento do projeto e seleção da melhora alternativa.

#### **4.4 Fase 5: Definição do Conceito.**

A Bioinspiração advinda do movimento da grávida, permitiu, com o apoio multidisciplinar de um profissional da área da Fisioterapia e seguindo o passo a passo da metodologia apresentada, a criação de um novo produto, capaz de fornecer segurança e conforto à gestante, de forma similar à comodidade gerada pela ação representada na figura 2, utilizando de pontos estratégicos do próprio corpo para sustentar o peso e auxiliar à gestante, retornar ao seu centro de equilíbrio, corrigindo sua postura. O protótipo gerado pode ser observado na figura 5.



**Figura 5: Protótipo. Fonte: FERRARI, 2017.**

O produto consiste em um Body Gestacional que possui duas faixas com regulação para suporte da barriga, as quais são fixadas na estrutura desenvolvida para estabilizar o peso e corrigir a postura da gestante. Além disso, dentro dos critérios de sustentabilidade definidos

por Fernandes (2013), em relação a Seleção das Recomendações de Projeto, o produto foi classificado como um bem durável não consumidor, alcançando o nível de produto amigo da natureza por apresentar inovação tecnológica que contribui para a redução de impactos negativos comparativamente a outros produtos similares disponíveis no mercado, nos aspectos:

- Planejar a substituição e/ou a reutilização de partes do produto;
- Projetar partes e/ou componentes padronizados, intercambiáveis e/ou modulares;
- Facilitar o acesso a remoção de partes que necessitam de manutenção periódica;
- Simplificar os projetos evitando configurações complexas;
- Projetar prevendo um segundo uso (reuso) – além do produto, foi desenvolvido um projeto chamado “Doe Cuidado” para a reutilização do produto;
- Evitar/minimizar materiais e aditivos que possam causar danos ou emissões tóxicas ao longo do ciclo de vida do produto – o produto foi produzido em tecido tecnológico que auxilia na manutenção da temperatura e circulação da gestante;
- Analisar requisitos ergonômicos do público-alvo para garantir uma maior abrangência de usuários.

Estes entre outros aspectos, configuraram o produto como sustentável, dentro da classificação criada pela metodologia, alcançando os objetivos determinados para o projeto.

#### **4.5 Fase 6: Especificação da Solução.**

Nesta fase, é feita a parte de especificação e documentação técnica, porém como o produto encontra-se em processo de patente, não foi possível acrescentar o detalhamento técnico no presente artigo.

### **5 Discussão dos Resultados**

Nos dias atuais, o termo “sustentabilidade” está em voga, já que o planeta sofre com os exageros cometidos pelo uso exacerbado e inconsequente dos recursos naturais oferecidos pelo mesmo. Assim, busca-se cada vez mais, a concepção de produtos sustentáveis e tal corrida tem motivado estudiosos a desenvolverem métodos alternativos para os modelos de PDIP atuais.

O Método conceitual BIOS permite, por meio da Biomimética identificar soluções naturais e traduzi-las em projetos e produtos. E para que isso seja possível, o método foi dividido em seis fases, onde cada uma fornece material necessário para as fases seguintes. Em relação a sua metodologia, o mesmo possui fácil entendimento de sua aplicação, já que está integrado a um PDIP tradicional (Modelo Unificado), atuando de forma sistêmica e organizada.

Por ser capaz de aplicar os conceitos da Biomimética ao Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto, o método estimula a busca por soluções viáveis, otimizando os recursos oferecidos pelo meio ambiente, contribuindo para o desenvolvimento de produtos sustentáveis. O pensamento sustentável hoje, é considerado um diferencial tanto para o desenvolvimento de produtos quanto para a gestão de processos, podendo ser uma estratégia poderosa de marketing.

O protótipo desenvolvido do Body Gestacional apresentado acima, com o auxílio do Método BIOS, deriva-se da inspiração natural de uma problemática humana em busca de uma solução natural. O produto em questão visa diminuir os problemas causados pelo

desconforto do peso da barriga da gestante auxiliando na correção postural, conseqüentemente, diminuindo as dores causadas pelo excesso de peso na coluna.

O body fora confeccionado com material não sustentável, porém assim necessário para fazer com que o produto se encaixe devidamente nas condições de conforto e segurança necessárias à gestante. Apesar do material, o mesmo conseguiu atingir um grau de sustentabilidade devido a existência de algumas características, como por exemplo, sua vida útil extensa, por conta do material resistente utilizado, diminuindo então a quantidade de resíduos gerados.

A partir do uso do Método, pode-se afirmar que este é uma ferramenta inovadora e eficaz no desenvolvimento de produtos ecológicos e biomiméticos, visto que o produto criado conseguiu atender a todas as propostas previstas durante a aplicação do Método BIOS. Desta forma, destaca-se que o método proposto auxilia na exploração da natureza, alcançando um alto nível de confiabilidade, já que utiliza das inspirações naturais no processo de desenvolvimento de produtos para sanar problemas humanos.

## 6 Conclusão

Com a inspiração proveniente da natureza, problemas vinculados ao homem são resolvidos graças às tecnologias e estratégias obtidas dos mais diversos seres vivos que habitam o planeta, que passaram por longo período de evolução. Esta ciência pode ser utilizada como recurso para a criação e desenvolvimento de produtos ecologicamente corretos e sustentáveis quando associada a metodologias de desenvolvimento que visam tal tarefa, como o Método BIOS. A Biomimética nos permite a identificação de soluções inspiradas na natureza para sanar diversos problemas referentes à produção e consumo atuais. Por meio deste estudo, foi possível verificar que o método é uma ferramenta eficaz no desenvolvimento de produtos, suas inovações tecnológicas podem contribuir para a redução de impactos negativos ao meio ambiente. O método analisado, por meio de suas fases, é capaz de aplicar os conceitos Biomiméticos ao Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (PDIP). O mesmo atingiu resultados promissores dentro dos preceitos da sustentabilidade, buscando atingir soluções viáveis e auxiliando profissionais de Engenharia e Design na geração de ideias por meio dos conceitos da Biomimética e contribuindo para o desenvolvimento de produtos Sustentáveis. Agindo como uma ferramenta de orientação simples para a geração de soluções e alternativas viáveis, o Método BIOS, busca contribuir para o meio ambiente, possibilitando não somente a compreensão do universo da Biomimética, mas também seus caminhos para a bioinspiração, contribuindo assim para sua eficiência.

## 7 Aplicações Futuras

Após a realização da presente análise, para aplicações futuras, o método será utilizado no âmbito da construção civil, na busca por soluções que reduzam a quantidade de resíduos, ao considerar tijolos, blocos e lajotas. O modelo de alvenaria atual, muitas vezes não valoriza o planeta, segundo Pacheco e Jalali (2018), a indústria da construção é responsável por 30% das emissões de dióxido de carbono. Estes afirmam também, que o crescimento deste tipo de indústria é veloz, citando o exemplo da China, que precisará de cerca de 40 milhões de

metros quadrados de uma combinação de edifícios residenciais e comerciais, nos próximos 20 anos. Tendo em vista que o crescimento deste modelo de edificação é intenso e poluidor, mudanças que visam a sustentabilidade, são de extrema importância. Neste contexto, o Método BIOS será utilizado em aplicações futuras para visando encontrar alternativas para mitigar os efeitos da indústria da construção, considerando já algumas existentes como o tijolo solo-cimento, na busca por soluções Biomiméticas e ecológicas.

## Referências

AZIZ, Moheb Sabry and SHERIF, Amr Y. El. Biomimicry as an approach for bio-inspired structure with the aid of computation. *Alexandria Engineering Journal*, vol. 55, no. 1, p. 707–714, 2016.

BENYUS, Janine M. *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. 1997.

FERNANDES, Pamela Teixeira. *Método de Desenvolvimento Integrado de Produto e Orientado para a Sustentabilidade*. Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2013.

FERRARI, Roberta. *Método Conceitual para Aplicação da Biomimética como Ferramenta de Apoio ao Processo de Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis - BIOS*. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2017.

PACHECO-TORGAL, F.; JALALI, Said. Earth construction: Lessons from the past for future eco-efficient construction. *Construction and building materials*, v. 29, 2012.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). *Acompanhando a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável: subsídios iniciais do Sistema das Nações Unidas no Brasil sobre a identificação de indicadores nacionais referentes aos objetivos de desenvolvimento sustentável/Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento*. Brasília: PNUD, 2015. 250 p.

ROZENFELD, H.; FORCELLINE, F.A.; AMARAL D.C; TOLEDO J.C.; SILVA S.L.; ALLIPRANDINI D.H.; SCALICE R.K. *Gestão de desenvolvimento de produto: uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

TAKAHASHI, S. & TAKAHASHI, V. *Gestão de inovação de produtos: estratégia, processo, organização e conhecimento*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2007.