

**MODELO DE SIMULAÇÃO ARENA APLICADO AO PROCESSO PRODUTIVO
DE UMA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA LOCALIZADA NA CIDADE DE
BEBEDOURO SP**

***ARENA SIMULATION MODEL APPLIED TO THE PRODUCTIVE PROCESS OF A
PHARMACEUTICAL INDUSTRY LOCATED IN BEBEDOURO, BRAZIL***

Michele Ananias Quiarato¹

Pedro Lambiasi²

Wanderley dos Santos³

RhadlerHerculani⁴

RESUMO

O estudo possui como objetivo, aplicar o modelo de simulação Arena a um setor do processo produtivo de uma indústria de produtos farmacêuticos naturais localizada na cidade de Bebedouro-SP. São dimensionadas as atividades pertinentes ao processo produtivo do setor, uma parte do processo é simulada no software Arena, testando assim diferentes cenários, a fim de analisar o resultado da simulação para auxiliar na tomada de decisão. Buscou-se aplicar um método quantitativo com fundamentos lógicos, juntamente com um sistema computacional. Enfatizando os resultados que estes proporcionam quando utilizados para auxiliar no processo decisório das organizações e para o alcance dos objetivos estabelecidos.

Palavras-Chave: Arena; Input Analyser; Simulação; Otimização.

¹ Graduação no Centro Universitário UNIFAFIBE – Bebedouro SP. E-mail: quiaratomichele@hotmail.com

² Graduação no Centro Universitário UNIFAFIBE – Bebedouro SP. E-mail: pe.lambiasi@gmail.com

³ Graduação no Centro Universitário UNIFAFIBE – Bebedouro SP. E-mail: wanderleydossantos@hotmail.com

⁴ Docente FATEC Bebedouro – Centro Paula Souza e Docente no Centro Universitário UNIFAFIBE – Bebedouro SP. E-mail: herculani@gmail.com

ABSTRACT

The objective of this study is to apply the Arena simulation model to a sector of the the productive process of a pharmaceutical industry located in the city of Bebedouro, Brazil. The relevant activities of the chosen part of the process were dimensioned and simulated with the aid of Arena software. Tests were made in different scenarios, in order to analyze the result of the simulation to assist in decision making. We sought to apply a quantitative method with logical fundamentals, together with a computational system. Emphasizing the results these tools provide when used to assist in the decisive process of organizations and to achieve the established objectives.

Keywords: Arena; Input Analyser; Simulation; Optimization.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Vieira (2006, p. 2), a base da simulação é descrita “como uma tentativa de replicar ou imitar formas do comportamento de um sistema, real ou sendo projetado, através da construção de um modelo matemático desenvolvido em um computador”. Busca modelar desde processos até sistemas inteiros, servindo como apoio para decisões e possibilitando a diminuição de riscos e custos.

Para realizar o experimento de simulação, será feita uma coleta de tempos de quatro processos em uma indústria e por meio dessas será criado um modelo computacional utilizando a plataforma Arena e sua ferramenta Input Analyser para quatro processos operacionais.

Foi utilizada uma empresa como objeto de estudo para a realização deste trabalho: a Produtos Farmacêuticos ABC, localizada no município de Bebedouro, interior de São Paulo, pela facilidade de acesso e pesquisa ao setor de produção, proximidade da instituição de ensino e por ser destaque no setor industrial da cidade. Trata-se de uma empresa nacional, produtora e distribuidora de produtos farmacêuticos naturais, orgânicos e funcionais.

Devido à alta qualidade de seus produtos, a indústria conquistou credibilidade e logo passou a atender o mercado nacional. Hoje a organização conta com linhas específicas de produtos: linha de mel e própolis, linha de alimentos funcionais, geleia real, bebidas energéticas e uma linha de cosméticos.

A organização apresenta um moderno parque fabril com rigoroso controle de qualidade, segundo a ISO 22000. Anualmente são feitos investimentos a fim de inovar e desenvolver a empresa, que consolida-se cada vez mais no mercado, estando presente em grandes redes de supermercado, farmácias, distribuidores e lojas varejistas especializadas.

Essa indústria foi escolhida devido a sua proximidade com a instituição de ensino, por ser uma referência em indústrias no município de Bebedouro e por um dos autores ser gerente da empresa, facilitando o acesso dos pesquisadores aos processos industriais.

Sob a ótica acadêmica, o campo de Engenharia de Produção é recente e ainda pouco desenvolvido no Centro Universitário Unifafibe. Não existem artigos sobre o tema abordado nesse projeto publicados pelo curso. Logo, o projeto é relevante para solidificar uma base teórica para referência futura e para reconhecimento da instituição.

Nesse contexto, este artigo tem como objetivo realizar uma aplicação de análise e simulação de processos com a plataforma Arena e analisar os resultados, investigar se existem possibilidades de melhoria em uma indústria apícola localizada na cidade de Bebedouro, SP.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Indústria farmacêutica

De acordo com Camargo Jr. (2005) medicamentos estão entre as tecnologias mais usadas pelo setor saúde, e são considerados essenciais para a prática da medicina ocidental contemporânea, sendo também importantes indicadores

sanitários e culturais, trazendo contribuições valiosas à compreensão das relações de consumo no campo da saúde. Com o avanço do processo de mercantilização no setor, as tecnologias utilizadas tornaram-se fins, e passando a atender mais a interesses econômicos do que às necessidades de saúde das populações.

Nas indústrias farmacêuticas os intermediários químicos e extratos vegetais são transformados pela cadeia produtiva em princípios ativos, chamados de farmoquímicos. Estes são, em seguida, convertidos em medicamentos finais para o tratamento e prevenção de doenças. Esse ramo da indústria tem sido destaque como um dos mais inovadores entre os setores produtivos (CAPANEMA, 2006).

A maioria das substâncias orgânicas conhecidas são produzidas pela natureza, Dentre seus diversos reinos, o vegetal é o que tem contribuído de modo mais significativo para o fornecimento de metabólitos secundários. Muitos destes são de grande valor agregado por suas aplicações como medicamento, cosméticos, alimentos e agroquímicos (PINTO, 2002).

2.2 Indústria apícola no Brasil

Um breve panorama da apicultura, no Brasil, segundo Martinez (2012) revela momentos marcantes no cenário agrário. Transformações significativas ocorreram desde sua implantação, em 1839, quando foram introduzidas as abelhas melíferas de origem europeia na região Sudeste, o que causou impacto tecnológico, biológico, econômico e social. Posteriormente, na década de 1950, um pesquisador brasileiro, Warwick Estevam Kerr, deu início ao que poderíamos reconhecer como os primeiros trabalhos brasileiros sobre melhoramento das abelhas *Apis mellifera*.

Em relação ao mercado apícola, de acordo com Perosa et al. (2004), objetivo e a estratégia de participação no mercado tem sido reorientado pelo destino do mel produzido em território nacional. Na última década, o mercado interno foi responsável pela estruturação da atividade apícola e pelo destino da maior parte da produção do mel brasileiro. A produção se abriu para o mercado externo a partir de 2000 pela necessidade de atenção aos novos parâmetros competitivos.

O consumo no mercado interno também se apresenta relevante para a elevação e modernização da produção. Entretanto, o baixo consumo brasileiro é devido à falta de informação sobre as propriedades nutritivas do mel, ocasionando desconhecimento de forma geral. Se comparado a outros países consumidores, o Brasil demonstra um baixo consumo. Deve haver cautela, pois ações para ampliar a demanda nacional de mel podem resultar em uma situação de produção insuficiente (PEROSA et al., 2004).

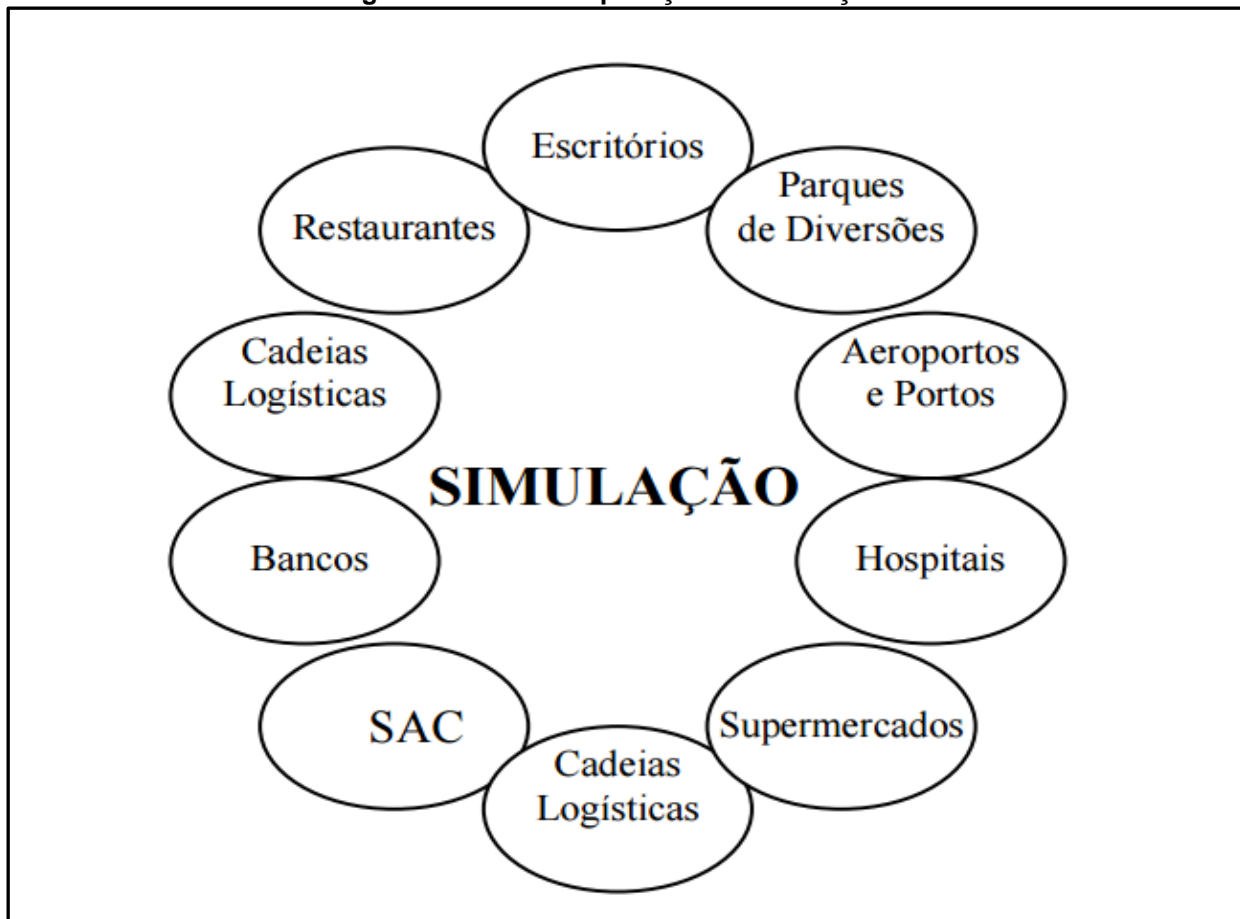
2.3 Simulação e modelagem de processos

Segundo Ramos Neto e Pinto (2004) cada cenário simulado pode ser observado especificamente como uma configuração do sistema em análise. Dessa forma, a simulação não apresenta como resultado uma solução otimizada e singular e, sim, uma resposta do sistema a uma determinada mudança de sua configuração.

A simulação permite flexibilidade na análise de diversos cenários e modelos, e tem ganhado cada vez mais aceitabilidade e incorporando o cotidiano dos analistas. É empregada nas indústrias com grande frequência e considerada uma ferramenta útil para analisar problemas, verificar e encaminhar soluções em diferentes tipos de processos produtivos, com isso é obtida melhor orientação de investimentos, garantindo assim um diferencial competitivo (VIEIRA, 2006).

A figura 1 mostra as áreas de aplicação da simulação.

Figura 1 - Áreas de aplicação da simulação



Fonte: Vieira (2006, p. 5)

Atualmente, certas empresas buscam a fabricação de produtos ou prestação de serviços, a fim de promover a inclusão social e o desenvolvimento da comunidade que participam. Sua imagem corporativa e competitividade podem ser melhoradas por essa forma de visão integrada que pode, ademais contribuir para o futuro do país e do mundo (PORTAL BANAS QUALIDADE, 2012).

De acordo com Vieira (2006), alguns dos benefícios são: podem ser feitas alterações em um modelo já criado para avaliação de projetos; ao desenvolver um modelo, o gestor pode organizar e separar parâmetros controláveis de não são controláveis e avaliar seu grau de influência; podem ser analisados longos períodos em pouco tempo.

2.4 O software Arena

Segundo Paragon (2016) o software Arena é a ferramenta para simulação de eventos discretos mais utilizada no mundo, contendo uma linguagem fácil e um ambiente gráfico integrado, análise estatística, animação, análises de resultados e modelagem de processos e, esse mesmo autor em (2005) diz que a simulação é capaz de apresentar resultados sem que seja feito qualquer alteração no quadro atual da organização, conciliando as tomadas de decisões e melhorando o desempenho.

De acordo com Silva (2007) este programa apresenta um ambiente gráfico integrado de simulação, que contém todos os recursos necessários para modelagem, animação, análise estatística e de resultados, utilizando a abordagem por processos para executar a simulação, sabendo-se que pode ser considerada uma situação onde os elementos estatísticos formam um ambiente bem definido com suas regras e propriedades interagindo com elementos dinâmicos que fluem dentro do ambiente.

Contudo, um projeto que envolva simulação precisa ter os recursos e tempo de execução definidos com clareza. Se o sistema abordado for muito complexo, a utilização do Arena pode exigir mais tempo do que o planejado para a implantação do modelo. Se este for o caso, são necessárias simplificações e existirá a possibilidade de que o sucesso do projeto seja prejudicado.

Já para Prado (2014) é importante que um sistema seja eficiente e com custo adequado, conquistando assim a satisfação dos usuários. Sendo assim, quando as duas partes estão adequadas inicia-se o estudo de modelagem de sistemas, que nada mais é do que identificar modificações necessárias e viáveis para a organização, através da modelagem virtual.

Cada simulação é única quando trabalhadas em várias áreas, utilizando tempos, templates repetidos em posições e conexões diferentes. Sendo que de

acordo com segundo Freitas Filho (2008) não há limites de módulos a serem adicionados, desde que esteja dentro do que se espera no projeto. Os estudos de Aguilar et al. (2009) apontam que a implementação de simulação e modelagem pelo Arena traz benefícios sendo ademais uma ferramenta para auxílio em escolhas e decisões estratégicas.

2.5 Principais módulos do Arena

Assim como afirma Paragon (2005) o Arena é composto por vários módulos que estabelecem a formação da modelagem desejada, são chamados de templates, que nada mais é do que um conjunto de elementos que auxiliam no desenho, por meio de fluxograma, do cenário atual da área correspondente.

A função de cada um desses templates serão descritas abaixo:

- Create: Usado sempre no início do processo;
- Process: Simboliza a operação interna do processo, o tempo gasto em atendimento ou processamento pelo operador;
- Decide: Utilizado para subdivisão do processo e mudançado rumo das entidades;
- Batch: Utilizado para criar aglomerações de entidades;
- Separate: Utilizado para desfazer o lote temprário criado pelo template Batch;
- Assign: Utilizado para alterar ou associar valores às variáveis, atributos de entidades, alterar o desenho das entidades;
- Record: Utilizado para coletar estatísticas em pontos escolhidos pelo usuário;
- Dispose: Utilizado para retirar as entidades do sistema.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Inaugurada em 1994, a Produtos Farmacêuticos ABC iniciou suas atividades com produção e distribuição de mel e própolis na região do Norte Paulista. A qualidade superior de seus produtos permitiu à indústria conquistar credibilidade e logo passou a atender o mercado nacional. Atualmente a organização conta com linhas específicas de produtos: linha de mel e própolis, alimentos orgânicos, geleia real, bebidas energéticas e uma linha de cosméticos.

A pesquisa foi realizada principalmente no setor operacional da indústria, pois é onde se encontram a maioria dos processos industriais que necessitam de análise e otimização de tempos. Os principais processos presentes nele são os seguintes: envase de mel em potes de vidro e em sachês, rotulagem, estocagem e expedição.

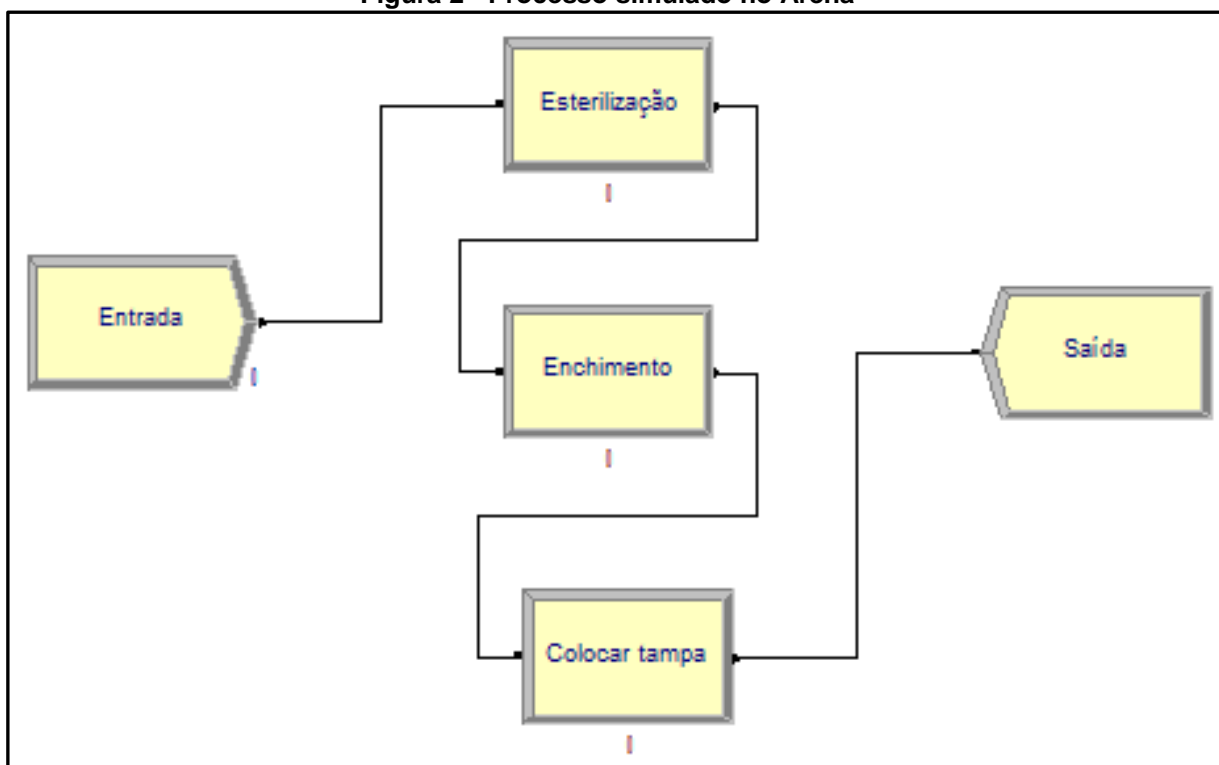
Para a coleta dos dados relacionados ao trabalho e posterior elaboração das soluções, um dos pesquisadores foi até a indústria e acompanhou os processos durante uma hora, cronometrando os tempos de cada um. Foram utilizados: cronômetro de aparelho móvel, lápis e papel. Os processos observados foram: esterilização de recipientes, enchimento, colocação da tampa e lacração.

Os dados foram coletados em apenas uma visita à indústria, no dia 26 de maio de 2017, na qual um dos integrantes do grupo cronometrou o tempo de cada processo cinco vezes e os anotou em uma folha. Posteriormente esses dados foram introduzidos a uma planilha eletrônica para organização e implementação no módulo input analyser do Arena.

A análise estatística quantitativa e qualitativa será feita por meio da aplicação do software Arena para determinar como realmente funciona os quatro processos em questão, sendo elaborado um questionário a diversos colaboradores da indústria de diversos setores da parte operacional.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Figura 2 - Processo simulado no Arena



Fonte: Autoria própria

A partir da utilização do *software* Arena para simular o processo da indústria (Fig. 2), foram realizadas duas simulações e determinou-se, primeiramente, que se trata de um processo simples e de poucas etapas.

Figura 3 - Relatório de performance da primeira simulação

Replications:	1	Time Units:	Seconds
Key Performance Indicators			
System		Average	
Number Out		120	

Fonte: Autoria própria

Na simulação de uma hora de duração, determinou-se que há uma grande capacidade de produção, são feitas 10 bisnagas por hora (Fig. 3).

Figura 4 - Relatório de tempos da primeira simulação

Entity				
Time				
VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	18.8428	(Insufficient)	16.2448	22.2817
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	4.8835	(Insufficient)	0.00	11.6665
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	23.7263	(Insufficient)	16.2448	32.2249

Fonte: Autoria própria

Em segundo lugar, foi questionado o gerente de produção da empresa, que afirmou a capacidade produtiva simulada está de acordo com sua demanda.

Figura 5 - Relatório de fila da primeira simulação

Replication 1		Start Time:	0,00	Stop Time:	3.600,00	Time Units:	Seconds
Queue Detail Summary							
Time							
			<u>Waiting Time</u>				
Enchimento.Queue				0.00			
Esterilizacao.Queue				4.84			
Lacrar.Queue				0.00			
Tampagem.Queue				0.00			
Other							
			<u>Number Waiting</u>				
Enchimento.Queue				0.00			
Esterilizacao.Queue				0.16			
Lacrar.Queue				0.00			
Tampagem.Queue				0.00			

Fonte: Autoria própria

Entretanto, uma análise do relatório de fila revela que o processo de esterilização é o que gera mais fila, sendo em média 4,84 segundos de tempo de espera (Fig. 5). Pode-se considerar, então, que se esse processo for melhorado, será obtida maior produtividade.

Figura 6 - Relatório de fila da segunda simulação

Replication 1		Start Time:	0,00	Stop Time:	3.600,00	Time Units:	Seconds
Queue Detail Summary							
Time							
			<u>Waiting Time</u>				
Enchimento.Queue				0.00			
Esterilizacao.Queue				14.57			
Lacrar.Queue				0.00			
Tampagem.Queue				0.00			
Other							
			<u>Number Waiting</u>				
Enchimento.Queue				0.00			
Esterilizacao.Queue				0.98			
Lacrar.Queue				0.00			
Tampagem.Queue				0.00			

Fonte: Autoria própria

Foi realizada outra simulação, considerando uma diminuição no tempo desse processo, sendo ele constante de apenas 1 segundo, mas ainda assim detectou-se uma quantidade de 120 peças produzidas. Isso mostra que o problema não está no processo mais lento, senão que na capacidade de abastecimento, que é de duas bisnagas por minuto.

Uma simulação feita considerando um abastecimento de quatro bisnagas por minuto mostrou uma produção dobrada, ou seja, 240 bisnagas por hora. O gargalo continuou sendo o processo de esterilização, com uma fila de aproximadamente 14 segundos em média (Fig. 6).

5. CONCLUSÃO

É possível concluir que o processo em si já é muito rápido, não tendo motivo para fazer a otimização e/ou melhoria do mesmo. A única maneira de se aumentar a rapidez desse setor seria elevar a velocidade de abastecimento do sistema, que é diretamente proporcional ao output, conforme comprovado pela segunda simulação.

Uma consulta realizada com os gestores da empresa revelou que o setor escolhido pelos pesquisadores havia sido otimizado há pouco tempo e novas máquinas modernas foram adquiridas a fim de deixar o processo sem gargalos.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, Stênio Marcos Santos et al. **Avaliação dos benefícios da aplicação da simulação, através do software Arena 10.0, em uma empresa de transporte ferroviário.** XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO–A Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão. Salvador, Brasil, v. 6, 2009.

BALBINO, Valdir Antonio; BINOTTO, Erlaine; SIQUEIRA, Elisabete Stradiotto. **Apicultura e responsabilidade social: desafios da produção e dificuldades em adotar práticas social e ambientalmente responsáveis.** Revista eletrônica de administração. Porto Alegre , v. 21, n. 2, p. 348-377, 2015 .

CAMARGO JR., K.R. A biomedicina. Physis: **Revista de Saúde Coletiva**, v.15 , p.177- 201, 2005.

CAPANEMA, Luciana Xavier de Lemos. **A indústria farmacêutica brasileira e a atuação do BNDES**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 23, p. 193-215, 2006.

MARTINEZ, Omar Arvey et al. **Melhoramento genético na apicultura comercial para produção da própolis**. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 13, n. 4, p. 982-990, 2012. PARAGON. O que é simulação. Disponível em: <http://www.paragon.com.br/academico/o-que-e-simulacao>. Acesso em: Maio de 2017

PRADO, Darci S. **Usando o Arenas em Simulação**. 5. ed. Minas Gerais: Falconi, 2014. v.3.

PEROSA, José Matheus Yalenti et al. **Parâmetros de competitividade do mel brasileiro**. Inf. Econ, v. 34, p. 41-48, 2004.

PINTO, Angelo C. et al. Produtos naturais: atualidade, desafios e perspectivas. **Química nova**, v. 25, n. 1, p. 45-61, 2002.

RAMOS NETO, Augusto Nogueira; PINTO, Luiz Ricardo. **Template do programa Arena para simulação das operações de carregamento e transporte em minas a céu aberto**. Rem: Revista Escola de Minas, v. 57, n. 1, p. 65-69, 2004.

SILVA, Liane MF; PINTO, Marcel G.; SUBRAMANIAN, Anand. **Utilizando o software Arena como ferramenta de apoio ao ensino em engenharia de produção**. Anais do XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007.

VÁSQUEZ, Adolfo Sánchez. **Ética**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1992.

VIEIRA, Guilherme E. **Uma revisão sobre a aplicação de simulação computacional em processos industriais**. Simpósio de engenharia de produção, XIII, Bauru, Anais, p. 1-10, 2006.

Recebido em 17/08/2017

Aprovado em 10/10/2017