

## **APLICAÇÃO DO ARENA NAS ATIVIDADES DE CARREGAMENTO DE LARANJA**

### **APPLICATION OF THE ARENA IN ORANGE LOADING ACTIVITIES**

Claudio Augusto Rangel Pereira<sup>1</sup>

Lucas Leite dos Santos<sup>2</sup>

Matheus Michelam<sup>3</sup>

Samuel Silva<sup>4</sup>

Rhadler Herculani<sup>5</sup>

### **RESUMO**

O Brasil é apontado o país que mais produz laranja no mundo, onde sua concentração maior é no estado de São Paulo, este cultivo é natural do continente asiático onde se iniciou no Brasil na época colonial século (XVI). O intuito desta produção era ser comercializada internamente, mas com o tempo ocorreu à necessidade de começar a fazer exportações. Essa pesquisa está sendo realizada referente a um produtor localizado no município de monte azul paulista que coordena suas transações e venda de laranja para os agentes de canais de comercialização. O conceito de simulação é uma técnica que soluciona os problemas pela análise de um modelo que descreve o comportamento dos aspectos de um processo, objetivando a tomada de decisão ou ainda a melhoria contínua, reduzindo custos e melhorar a qualidade dos produtos e serviços, pois esta ferramenta de simulação foi desenvolvida para estudar aspectos de mudanças. Para iniciar a análise desenvolvida neste

---

<sup>1</sup> Graduação no Centro Universitário UNIFAFIBE – Bebedouro SP. E-mail: claudio.rangel95@outlook.com

<sup>2</sup> Graduação no Centro Universitário UNIFAFIBE – Bebedouro SP. E-mail: lucas.stns@gmail.com

<sup>3</sup> Graduação no Centro Universitário UNIFAFIBE – Bebedouro SP. E-mail: matheus\_michelam@hotmail.com

<sup>4</sup> Graduação no Centro Universitário UNIFAFIBE – Bebedouro SP. E-mail: samuel\_start9999@hotmail.com

<sup>5</sup> Docente no Centro Universitário UNIFAFIBE – Bebedouro SP. E-mail:herculani@gmail.com

trabalho foram recolhidos os dados que possui informações do tempo médio que cada colaborador demora em está realizando as atividades no campo. O objetivo deste trabalho foi fazer o uso do programa arena onde foi projetado para simular sistemas conduzidos por eventos e em particular para analisar impacto da introdução de alterações ao sistema real. Com este programa facilitou a conhecer mais os procedimentos de cada ação e com base nesta simulação foi alcançado às soluções demonstradas no fluxograma que conseguiu ficar de acordo com as exigências das atividades. Porém a principal conclusão do trabalho é a de que as simulações realizadas neste conteúdo feita pelo programa Arena, visando ao carregamento de citros, que por ele conseguiu atingir os resultados esperados e que esta de acordo com as exigências das atividades.

Palavras-chave: Carregamento, Transporte, Melhoria de processo.

### **ABSTRACT**

*Brazil is named the country that produces the most orange in the world, where its largest concentration is in the state of São Paulo, this crop is native to the Asian continent where it began in Brazil in the colonial (XVI) century. The intention of this production was to be commercialized internally, but over time it occurred to the need to start making exports. This research is being carried out referring to a producer located in the municipality of monte azul paulista that coordinates its transactions and sale of orange to the agents of commercialization channels. The concept of simulation is a technique that solves the problems by analyzing a model that describes the behavior of aspects of a process, aiming at decision making or continuous improvement, reducing costs and improving the quality of products and services, as this Simulation tool was developed to study aspects of change. To start the analysis developed in this work were collected the data that has information of the average time that each employee takes in doing this in the field. The objective of this work was to make use of the arena program where it was designed to simulate event driven systems and in particular to analyze the impact of introducing changes to the real system. With this program it facilitated to know*

*more the procedures of each action and based on this simulation was reached to the solutions demonstrated in the flow chart that managed to stay in accordance with the requirements of the activities. However the main conclusion of the work is that the simulations carried out in this content made by the arena program, aiming at the loading of citrus, which for it managed to achieve the expected results and that is in accordance with the requirements of the activities.*

*Keywords: Loading, Transportation, Process Improvement*

## **1 INTRODUÇÃO**

O Brasil é considerado maior produtor mundial de citros, sendo o Estado de São Paulo responsável por cerca de 85% dos pomares plantados em todo o País.

Originária do continente Asiático, o cultivo da laranja começou a ser realizado no Brasil ainda no tempo colonial (século XVI), sobretudo em outros estados.

A produção da fruta, que num primeiro instante era focalizada para o consumo interno, mas cresceu a ponto de exporta-se, pela primeira vez em 1911 para a Argentina e, em 1926 para o Continente Europeu (MELLO, 2008).

Há variados sistemas de carregamento de frutas cítricas, tendo em vista a sua entrega em processadoras de suco. Estes métodos evidenciam pela diferença de equipamentos e de estruturas envolvidos no processo, sendo desde o carregamento mais simples, totalmente manual, utilizando sacolas de colheita e carregamento diretamente no caminhão, passando por sistemas que já usam alguns implementos mecanizados, e outros que já empregam bags, que são elevados por guinchos hidráulicos, descarregando diretamente nos veículos ou em transbordos. Compreende por “carregamento” a ação que faz com que as frutas colhidas das árvores são colocadas em sacolas ou em bags pelos colhedores sejam possibilitado ao sistema de transporte, podendo ser encaminhadas para a indústria ou para os fins. Os custos incluídos em cada sistema são variados, somando gastos com materiais de uso como bags e

sacolas, mão-de-obra (incluindo encargos sociais), equipamentos mecanizados e infraestrutura (GAMEIRO, 2010).

A empresa que estamos pesquisando atua no ramo da produção de laranja, localizada em Monte Azul Paulista e sua comercialização é feita em território nacional, onde são encontradas suas melhores condições de otimização de sua produção.

A colheita dos frutos é realizada manualmente por vários grupos de colaboradores, o período da colheita é de quatro em quatro meses, e por media é colhido dez caminhões diários em um período de 6 horas por dia.

Nas Diras de Ribeirão Preto, de São José do Rio Preto e de Campinas, em 1992, estavam plantados 182.560 mil pés do total dos 198.500 mil pés de laranja do Estado de São Paulo, apontando como maiores produtores dos municípios de Bebedouro, Itápolis, Limeira, Taquaritinga, Monte Azul Paulista, Olímpia, Colina, Matão e Araraquara e toda essa região (CASER, 1993).

Houve muito estudos e pesquisas sobre o melhor espaçamento para citros. Alguns visam maior produtividade em menor espaço de tempo, aumentando a densidade do plantio até certos extremos; outros condenam tais atitudes devido à necessidade de arrancar plantas no futuro, ou averiguar quedas sensíveis da produtividade, especialmente devido à morte de ramos.

Há também aqueles que optam pelo plantio de duas mudas por cova, objetivando aumentar a área foliar de cada cova, e conseqüentemente aumentar a produção. Com todos estes objetivos a finalidade é aumentar a produtividade por área.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

O processo decisório de uma empresa, geralmente, envolve a análise de variáveis e problemáticas que podem afetar desde os recursos até o produto final da organização. Segundo Rubin (1999 apud Andrade, 2004), um bom processo de decisões é a chave para se obterem bons resultados.

Um conceito de simulação bem aceito atualmente diz que “simulação é uma técnica de solução de um problema pela análise de um modelo que descreve o comportamento do sistema usando um computador digital (PRADO, 2014).

Dessa forma, simular um problema ou os aspectos de um processo, objetivando a tomada de decisão ou ainda a melhoria contínua vem crescendo substancialmente nos últimos anos. De acordo com Axelrod (2003) a simulação é um processo novo e um campo da ciência que começou a crescer rapidamente nos últimos 15 anos.

Assim, “com o propósito de aumentar a competitividade, reduzir os custos e melhorar a qualidade dos produtos e serviços, ferramentas de simulação foram desenvolvidas para estudar o impacto das mudanças” (MONTEVECHI et al. 2003, p.15).

## **2.1 Teoria das Filas**

As formações de sistemas ocorrem quando a procura por determinado serviço é superior a capacidade do sistema em atender esta procura. Desta forma, a Teoria das Filas por meio de fórmulas matemáticas tenta encontrar um ponto de equilíbrio que satisfaça o cliente e que seja economicamente viável para o prestador do serviço.

A Teoria das Filas é método analítico, desenvolvido por A. K. Erlang (1909), que estuda a formação de filas e suas características por meio de fórmulas matemáticas.

Todas as pessoas já passaram pelo aborrecimento de ter que esperar em filas para um atendimento. As filas podem ocorrer no desenvolvimento de qualquer atividade humana e todos nós, por experiências cotidianas, as conhecemos. Inclusive, as filas representam um dos sintomas mais visíveis de funcionamento deficiente de um sistema. Apesar de causar enfado e prejuízos, temos que conviver com filas na vida real, visto que é economicamente inviável superdimensionar um sistema para que nunca existam filas. O que se pretende

é obter um balanceamento adequado que permita um atendimento aceitável que obedeça a relação custo benefício (CAMELO et al., 2010).

## **2.2 Teoria da Simulação**

De acordo com Souza (2008), o ARENA é formado por um conjunto de módulos utilizados para descrever uma situação real e possui uma interface gráfica que facilita a construção de modelos. Para obter-se a taxa de ocupação de todos os recursos de um determinado sistema, quantas pessoas e seus respectivos tempos de espera em uma fila, dentre outros valores relevantes ao sistema estudado, uma excelente ferramenta é a simulação computacional. O software ARENA é uma ferramenta a qual possui um ambiente gráfico integrado de simulação. Não se faz necessário escrever códigos no software ARENA, porque o processo de criação do modelo de simulação no software é gráfico, visual e de maneira integrada, o que proporciona maior entendimento e facilidade na sua execução.

A simulação é a técnica de estudar o comportamento e reações de determinados sistemas através de modelos. A simulação do processo permite fazer-se uma análise de sistemas sem a necessidade de interferir no mesmo. As possíveis mudanças a serem realizadas e suas consequências irão interferir apenas no modelo computacional e não no sistema real. Na simulação, constrói-se um modelo lógico-matemático que representa de forma mais precisa possível o sistema que esteja sendo estudado. Esse modelo incorpora valores para recursos disponíveis, distâncias, tempos (VASCONCELOS, 2007).

Conforme Morais (2001), para utilizar a simulação computacional cada elemento lógico deverá ser programado segundo as distribuições estatísticas da variável aleatória real que ele representa. Isso implica na necessidade do levantamento de dados estatísticos detalhados de todo o processo, ou da estimativa desses dados.

Geralmente o termo simulação refere-se à representação de um processo dinâmico ou sistema de forma a permitir sua análise, por considerar o problema atual muito grande e/ou complexo (HARREL; BATEMAN, 2002).

### 2.3 Origem do ARENA

O programa Arena surgiu em 1993, da junção de dois outros programas denominados SIMAN e CINEMA. Segundo Prado (1999), o SIMAN é uma linguagem de simulação e, em 1983, deu nome ao primeiro programa de simulação para computadores pessoais (PC). O CINEMA foi o primeiro programa para animação de simulação em PC e surgiu em 1984. O Arena é um ambiente gráfico integrado de simulação, que contém todos os recursos para modelagem, animação, análise estatística e análise de resultados. O Arena usa a abordagem por processos para execução da simulação. Essa técnica de simulação pode ser considerada como uma situação onde elementos estáticos, formando um ambiente bem definido com suas regras e propriedades, interagem com elementos dinâmicos, que fluem dentro desse ambiente (RAMOS et al., 2007).

Os *templates* foram introduzidos no mercado de simulação em 1993, junto com o ARENA. O SIMAN, que antes era uma linguagem de linhas de comando, passou a se constituir de blocos, que podem ser unidos num fluxograma para representar o processo a ser modelado. Porém o SIMAN apresenta a complexidade inerente a toda linguagem de programação, ou seja, ser difícil o seu entendimento por profissionais não especializados. Com isto, criaram-se os *templates* que são conjuntos de blocos da linguagem SIMAN agrupados em um único módulo, de uso mais amigável ao usuário. Um *template* pode ser constituído por vários desses módulos. Na medida em que os *templates* se tornam mais específicos, ocorre uma perda de flexibilidade, na mesma proporção em que sua facilidade de uso aumenta (NETO; PINTO, 2009).

## 2.4 Plataforma de Simulação ARENA

O ARENA foi projetado para simular sistemas conduzidos por eventos e em particular para analisar os impactos da introdução de alterações ao sistema real.

A grande vantagem do software ARENA, reside no facto de possuir a facilidade de utilização em simuladores de alto nível, com a flexibilidade das linguagens de simulação, tudo isto na mesma interface gráfica. Isto deve-se ao facto de a modelação ser hierárquica, permitindo a qualquer instante, utilizar a linguagem SIMAN em conjunto com os módulos de nível mais alto de outro modelo. Se existir necessidade, como em algoritmos de decisão complexos ou na recolha de dados de uma aplicação externa, podem-se inserir no modelo pedaços de código em linguagens de programação de alto nível, como Visual Basic, C/C++ ou Java. O Arena possui integração com o Microsoft Office, ou seja, permite a leitura e escrita de dados do Microsoft Office Excel e Microsoft Office Access. Possui uma ferramenta adicional o Input Analyser extremamente rica para estudos de pós-otimização (PINTO, 2007).

Em ARENA as variáveis podem ser vetores ou matrizes, caso se pretenda recorrer a listas ou tabelas bidimensionais para organizar a informação. Possui dois tipos de variáveis, as internas e as definidas pelo utilizador. As variáveis internas dizem respeito ao número da fila, ou ao tempo atual do relógio de simulação, entre outras. As variáveis definidas pelo utilizador referem-se a variáveis, como a média de tempo de serviço, o tempo de viagem, entre outras. A programação em Arena é baseada na utilização de módulos que após a devida interligação e configuração, constitui a lógica de controlo do modelo. O ARENA fornece um conjunto de módulos gerais, escritos em linguagem SIMAN ou Visual Basic. No entanto o utilizador, se assim o entender, pode construir modelos para uso próprio. A tabela que se segue descreve os módulos gerais fornecidos pelo ARENA para modelar o sistema real.



### 2.4.1 Arena e seus Principais Módulos

De acordo com Leitão (2009) a programação em Arena é baseada na utilização de módulos que após a devida interligação e configuração, constitui a lógica de controle do modelo. O ARENA fornece um conjunto de módulos gerais, escritos em linguagem SIMAN ou Visual Basic. No entanto o utilizador, se assim o entender, pode construir modelos para uso próprio.

- Create: Criar entidades no modelo de simulação e identificar o tipo de entidade. As entidades são criadas através de um cronograma ou com base no tempo entre as chegadas.
- Dispose: Utilizado para expulsar as entidades do modelo de simulação quando estas devem ser suprimidas do modelo.
- Process: Método de processamento principal na simulação, apreende e liberta os recursos disponíveis. O tempo do processamento é atribuído à entidade, podendo ser considerado como valor acrescentado, sem valor agregado, transferência, espera, entre outros. Possui uma opção de submodelo, criando desta forma uma lógica hierárquica.
- Decide: Responsável por permitir a tomada de decisão de processos no sistema. Contém opções para decidir com base em uma ou mais condições, ou em uma ou mais probabilidades. As condições podem ser baseadas em valores de atributos, valores de variáveis, segundo o tipo de entidade, ou uma expressão.
- Batch: Possui um mecanismo de agrupamento das entidades envolvidas no modelo de simulação. A agregação poderá ser permanente ou temporariamente agrupada. Quando temporária as entidades posteriormente deverão ser divididas utilizando o módulo Separate.
- Separate: Permite que se replique uma entidade em várias entidades. Poderá ser utilizado para dividir uma entidade que sofreu agregação através do Batch module.
- Record: Recolhe dados estatísticos do modelo de simulação.

- Assign: Utilizado para atribuir novos valores a variáveis, atributos de entidades, tipos de entidades, imagens de entidades, ou outras variáveis do sistema. Permite várias atribuições com apenas um módulo deste tipo.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Esta análise foi realizada em uma empresa produtora de laranja, localizada no município de Monte Azul Paulista, estado de São Paulo.

Para dar início a análise foi levantado dados de quanto tempo médio um colaborador demoraria em estar realizando as atividades no campo exemplo, como encher uma sacola de colheita de laranja, carregamento da sacola para um big bag, posicionar o guincho na maneira correta, e carregar o transbordo para efetuar o carregamento no caminhão.

O período em que os tempos foi coletados foram de três dias, sendo eles dia 22 de maio, segunda-feira, 23 de maio, terça-feira, 24 de maio, quarta-feira, assim esses tempos foi analisado e imputados em uma tabela do excel, onde foram utilizados em uma ferramenta do arena que se chama input analyzer.

Os tempos foram coletados de colaboradores diferentes, por conta de diferença na idade, técnica de colheita excelente e motivação no trabalho, a maneira de como os tempos foram coletados foi da seguinte forma: foi utilizado uma prancheta, uma caneta, um smartphone modelo galaxy S6 edge, onde tem um aplicativo de cronometragem excelente.

Inicialmente foram coletados quarenta (40) amostra com o tempo de cada atividade, durando um dia de carregamento, os específicos então conforme a tabela 1.

Tabela 1 – Tempos cronometrados em minutos

Colheita da laranja Tempos	Carregamento no big bag Tempos	Posicionar o guincho Tempos	Carregar no transbordo Tempos	Carregar no caminhão Tempos
4	4	3	4	13
4	6	3	4	13
5	5	3	2	11
2	3	2	3	11
4	4	3	2	13
2	3	3	4	12
5	6	1	4	11
3	6	3	4	11
4	5	1	4	13
3	3	1	4	15
4	5	1	4	9
3	6	1	2	13
5	4	3	3	11
5	4	2	2	12
2	5	3	2	11
3	4	1	2	15
4	3	3	2	11
3	3	1	2	10
2	3	3	2	11
4	6	1	3	13
5	3	1	2	10
5	5	3	3	11
2	5	2	4	15
5	5	1	4	11
2	6	3	2	11
2	5	3	3	15
2	6	2	2	14
3	5	1	2	14
2	5	3	3	12
4	5	1	2	14
3	3	1	3	11
5	5	3	4	10
3	5	3	3	10
4	5	2	2	14
4	5	2	4	9
2	6	1	4	15
2	6	2	2	14
3	4	3	3	13
5	3	1	4	14
2	5	3	4	10

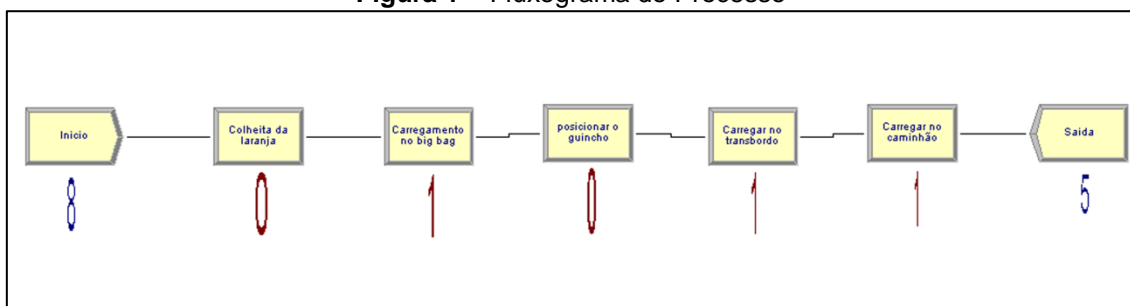
Fonte: dos Autores

Com os tempos cronometrados conforme a tabela 1, os tempos foram colocados na ferramenta *input analyser*, que fica dentro do programa Arena, em seguida foram obtidos estatística de cada processo utilizado que foram; colheita da laranja; carregamento no big bag, posicionar o guincho; carregar no transbordo; carregar no caminhão.

#### 4 Resultados e Discussão

Foi utilizado os processos do carregamento para se dar início na análise onde foi modelado pelo *software* Arena, assim o fluxograma foi realizado como na figura 1.

**Figura 1 – Fluxograma do Processo**



Fonte: dos Autores

Para dar início a simulação, foi utilizado o recurso dos processos no Arena, assim a simulação ocorreu da seguinte forma: No início (módulo *Create*) foi inserido um tempo médio de quinze (15) minutos, após isso foram inseridos na Colheita de Laranja (módulo *Process*), quarenta (40) tempos cronometrados onde foram utilizados na ferramenta *Input Analyser*, desta forma foram utilizados para todos os módulos do fluxograma.

Após a simulação estiver realizada, as médias encontradas no software Arena, para uma simulação de 2 horas foram:

- 8 caminhões entraram para o carregamento
- 5 caminhões foram carregados com sucesso

- Não houve filas de caminhões durante o processo
- Os colaboradores não ficaram sobrecarregados

Com essas informações o modelo utilizado para a análise no software Arena, não precisou de melhorias pois os tempos médios obtidos mostrou que nenhum processo ficou sobrecarregado.

Analisando o modelo observa-se o relatório Resources, ilustrado na Figura 2, mostra a utilização dos colaboradores durante 2 horas.

- Colaborador: 29% do tempo;
- Colaborador2: 12% do tempo;
- Colhedor: 17% do tempo;
- Tratorista: 16% do tempo;
- Tratorista2: 52% do tempo.

Figura 2 – Demonstração da otimização dos resultados

15:21:55		Resources			junho 18, 2017	
Unnamed Project				Replications: 1		
Replication 1		Start Time:	0,00	Stop Time:	120,00	Time Units: Minutes
<b>Resource Detail Summary</b>						
<b>Usage</b>						
	<u>Inst Util</u>	<u>Num Busy</u>	<u>Num Sched</u>	<u>Num Seized</u>	<u>Sched Util</u>	
colaborador	0,29	0,29	1,00	8,00	0,29	
Colaborador2	0,12	0,12	1,00	7,00	0,12	
Colhedor	0,17	0,17	1,00	8,00	0,17	
Tratorista	0,16	0,16	1,00	7,00	0,16	
Tratorista2	0,52	0,52	1,00	6,00	0,52	

Fonte: dos Autores

Analisando o modelo observa-se o relatório Queues, ilustrado na Figura 3, mostra a utilização dos colaboradores durante 2 horas.

- Carregamento no big bag: 0,81 min;

- Carregar no caminhão: 7:13 min;
- Carregar no transbordo: 0,0 min;
- Colheita da laranja: 0,37 min;
- Posicionar o guincho: 0,0 min

Figura 3 – Demonstração dos resultados

15:35:57		Queues		junho 18, 2017	
Unnamed Project				Replications: 1	
Replication 1		Start Time:	0,00	Stop Time:	120,00
				Time Units:	Minutes
<b>Queue Detail Summary</b>					
<u>Time</u>					
		<u>Waiting Time</u>			
Carregamento no big bag.Queue		0.81			
Carregar no caminhão.Queue		7.13			
Carregar no transbordo.Queue		0.00			
Colheita da laranja.Queue		0.37			
posicionar o guincho.Queue		0.00			

Fonte: dos Autores

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho possibilitou conhecer mais aprofundado os processos de cada atividade, e com base nas simulações foi demonstrado que o processo de carregamento de laranja atingiu seus resultados esperados, assim os resultados mostrou que o fluxograma está de acordo com as exigências das atividades.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. L. **Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para Análise da Decisão**. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

CASER, D.V. et al. Densidade de cultivo de laranja, banana, café e uva no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 23, n. 6, p. 9-11, 1993.

GAMEIRO, A.; GUGLIELMIN TIZATO, L. H.; CAIXETA-FILHO, J. V. Análise Econômica dos Sistemas de Carregamento de Citros para Processamento Industrial. **Revista ADM. MADE**, v. 13, n. 3, p. 74-86, 2010.

MELLO, F. O.T. **Formas plurais de governança no complexo agroindustrial citrícola**: análise dos produtores de laranja da microrregião de Bebedouro/SP. 2008.

PINTO, L. R. **Metodologia de análise do planejamento de lavra de minas a céu aberto baseada em simulação das operações de lavra**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1999.

PRADO, D. S. **Usando o Arena em Simulação**. Belo Horizonte: INDG, 2008.

PRADO, D. S. **Teoria das Filas e da Simulação**. Nova Lima (MG): INDG, 2006.

RAMOS NETO, A.N. **Desenvolvimento de um Template no programa Arena para a simulação das operações de carregamento e transporte em minas a céu aberto**. Ouro Preto: PPGEM/EM/UFOP, 2003.

*Recebido em 31/07/2017*

*Aprovado em 09/10/2017*