

Simulação da produção aplicado a uma empresa de processamento mecânico da madeira

Débora Quaresma Ferreira (Universidade do Estado do Amapá) deboraquaresma14@gmail.com
Gustavo da Costa Rodrigues (Universidade do Estado do Amapá) gustavo-crs@hotmail.com
Diego Armando Silva da Silva (Universidade do Estado do Amapá) d-armando-silva@hotmail.com
Francisco Tarcísio Alves Junior (Universidade do Estado do Amapá) tarcisioalvesjr@pq.cnpq.br

Resumo:

O setor madeireiro no Brasil contribui com uma parcela importante na geração de emprego e renda do País, este trabalho teve como objetivos realizar a mapeamento do processo e simulação computacional da produção de uma indústria de beneficiamento da madeira, localizada em Macapá-Amapá, norte do Brasil.. Foi realizado a análise e o dimensionamento da produção, a demanda por produtos e a simulação da produção através da criação de um modelo computacional. Após o ajuste das funções iniciou-se a criação do modelo computacional inserindo-as em seus respectivos campos, sendo que para a elaboração do modelo foram levados em consideração apenas os três processos principais. Pode-se confirmar que o modelo construído representa, de fato, a produção real da serraria em estudo.

Palavras chave: Indústria Madeireira, Modelagem, Amazônia.

Simulation of production applied to a mechanical wood processing company

Abstract

The timber industry in Brazil contributes a significant share of the country's employment and income generation. The objective of this work was to characterize the wood processing companies located in the state of Amapá, northern Brazil. The analysis and the design of the production, the demand for products and the simulation of the production through the creation of a computational model. After the adjustment of the functions, the creation of the computational model was started by inserting them into their respective fields. Only the three main processes were considered for the elaboration of the model. It can be confirmed that the constructed model represents, in fact, the actual production of the sawmill under study.

Key-words: Wood Industry, Modeling, Amazonia.

1. Introdução

O Brasil possui a segunda maior cobertura florestal do mundo (516 Mha) e a maior extensão de florestas tropicais do planeta (MMA, 2012), além disso, o país desenvolveu tecnologia avançada para a exploração de florestas e para a transformação industrial da madeira, o que faz esta cadeia produtiva ter alto valor para o desenvolvimento social e econômico do país. No entanto, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2007) o país enfrenta dificuldades para estruturar uma política industrial para os segmentos da cadeia produtiva. Diante disso, estudos que avaliem o potencial e a situação da produção madeireira são essenciais para o fortalecimento do setor.

A demanda por produtos derivados da madeira tais como móveis, pisos, rodapés, papéis, embalagens e etc., tem aumentado consideravelmente nos últimos tempos (ZAWISLAK; MARODIN; SEFIDVASH, 2015).

Quanto à utilização dos produtos madeireiros, de acordo com a ABRAF (2011) o consumo de madeira em tora atual corresponde a 37,5% para a indústria de papel e celulose, 25,2% para lenha industrial, 19,3% para indústria madeireira, 9,1% para indústria de carvão, 7,8% para indústria de painéis reconstituídos, além de 1,2% para outras destinações. Produção florestal é estratégica dentro da economia nacional e responsável pelo bom desempenho de várias outras indústrias que utilizam da madeira, in natura ou beneficiada como fonte de matéria prima ou insumo (COUTO; MENDES, 2012).

Esta pesquisa justifica-se pela importância do mercado de produção de madeira e teve como objetivos realizar o mapeamento do processo e simulação computacional da produção de uma indústria de beneficiamento da madeireira, localizada em Macapá-AP.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Setor Florestal no Brasil e na Amazônia

O setor florestal brasileiro contribui com uma parcela importante da geração de produtos, impostos, empregos e renda. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2012) a cadeia produtiva florestal corresponde a 3,5% do PIB, gerou 635 mil empregos e receita de cerca de R\$ 42 bilhões, e tem nas suas exportações o equivalente a 3,4% do total exportado pelo país.

Conforme Juvenal et al. (2002), o setor florestal e a atividade de extração de madeira possuem uma dinâmica específica, determinada pela oferta de madeira e pela produtividade das florestas. Ainda que cada um dos produtos florestais possua um mercado próprio, as condições para o seu desenvolvimento estão associadas à base florestal, tornando-os interdependentes. Além disso, a atividade madeireira e a cadeia produtiva a ela associada são objetos de investimentos e transações comerciais de elevado valor. As florestas, mais do que matéria-prima, são um ativo de alta liquidez.

O Brasil é detentor da segunda maior cobertura florestal (516 Mha, $\approx 13\%$) e a maior extensão de florestas tropicais do planeta. No entanto, menos de 7% (< 34 Mha) dessas florestas estão destinadas à produção florestal. Do total de florestas que cobrem atualmente o território nacional (516 milhões de hectares), 56% (290 milhões de ha) são públicas.

A exploração de madeira da Amazônia contribui para a liderança do Brasil na produção e consumo mundial de madeira em tora, a maioria (86%) da madeira extraída na Amazônia é consumida no mercado interno, enquanto apenas 14% são exportados. Pois, a floresta amazônica é rica em recursos naturais, tendo a maior extensão de florestas brasileiras e possuindo uma grande diversidade da flora e alto potencial de aproveitamento econômico.

De acordo com o Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON, 2010), a exploração e o processamento industrial de madeira estão entre as principais atividades econômicas da Amazônia ao lado da mineração industrial e da agropecuária, atividade que concentra 75 pólos madeireiros, os quais exploram anualmente mais de 100 mil m³ de madeira em tora, tendo uma receita bruta da ordem de R\$ 5 bilhões, gerando mais de 203 mil empregos.

Na Amazônia, estas empresas madeireiras foram aglomerando-se em centros urbanos que estavam sendo criados ao longo das rodovias, formando os pólos madeireiros. Esses pólos

tendem a se desenvolver em áreas que concentram serviços, infraestrutura (energia, comunicação, saúde e sistemas bancários) e mão-de-obra disponível.

2.2 Cadeia Produtiva Florestal e a Indústria Madeireira

Conforme Marodin (2005) o setor florestal é dividido principalmente em três cadeias produtivas: indústria moveleira, indústria de papel/ celulose e material para a construção civil. Estas cadeias entrelaçam-se em sua base por possuírem a mesma fonte de matéria prima.

ABIMCI (2010) define a madeira serrada como peças obtidas através do desdobro de toras em serras, sendo que possuem denominações diferentes conforme o seu formato e dimensões, podendo ser: vigas, tábuas, pranchas, pontaletes, sarrafos, ripas e caibros.

A extração da matéria prima acontece de duas formas, principalmente, em áreas reflorestadas (plantadas) e em florestas nativas. Após a extração da madeira em toras, esta segue para processos de industrialização, os quais são compostos por transformações primárias (processamento mecânico da madeira ou fabricação de celulose) e transformações secundárias.

Os processos produtivos subsequentes diferenciam-se, em sua cadeia específica, na medida em que apresentam diferenças tecnológicas, peculiaridades de aplicação, somada ao histórico de desenvolvimento de sua indústria.

O processo mecânico da madeira serrada madeira nativa, ocorre após sua extração na floresta, Na Amazônia essas empresas classificam em: micro-serrarias, serrarias, beneficiadoras, laminadoras ou falqueadoras e fábricas de painéis. De maneira geral, as indústrias madeireiras instaladas na Amazônia estão razoavelmente próximas às áreas onde há cobertura florestal e boa logística de transporte para a madeira em tora e processada (IMAZON, 2010).

Após a extração ocorre o processamento para transformar essas madeiras em madeira serrada com baixo valor agregado (ripas, caibros, tábuas e similares) ou o beneficiamento da madeira para algum grau de agregação de valor (pisos, esquadrias, madeira aparelhada etc.) e em madeira laminada e compensada.

2.3 Setor Madeireiro na Amazônia

Até 1950 a exploração madeireira se concentrava em PMNF como óleos, sementes, borracha e castanha. No entanto, a partir da década de 70 os produtos madeireiros tiveram grande aumento em sua exploração fato que se deu através do apoio logístico fornecido pelas estradas

De acordo com o Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia –IMAZON (2010), a exploração e o processamento industrial de madeira estão entre as principais atividades econômicas da Amazônia ao lado da mineração industrial e da agropecuária, atividade que concentra 75 pólos madeireiros, os quais exploram anualmente mais de 100 mil m³ de madeira em tora, tendo uma receita bruta da ordem de R\$ 5 bilhões, gerando mais de 203 mil empregos.

O setor da madeira na Amazônia é muito importante para a economia local, conforme citou Polzl (2002) “O setor de base florestal brasileiro está intimamente relacionado com diversos outros segmentos industriais, tais como: celulose e papel, gráfica, mobiliário, siderurgia, construção civil, dentre outros.”

“O Amapá é o estado mais conservado da federação, contendo cerca de 97% da cobertura florestal ainda preservada e tem construído uma política de desenvolvimento com foco e base na sustentabilidade, concentrando grandes esforços para conservar suas riquezas naturais.” (INSTITUTO ESTATUDAL DE FLORESTAS DO AMAPÁ-IEF, 2015).

2.4 Serrarias

Rocha (2002) define a serraria como sendo o local onde as toras são recebidas, armazenadas e processadas em madeira serrada, sendo posteriormente estocadas por um período para secagem.

As serrarias são empresas de características diversificadas. De acordo com sua produção podem ser classificadas em serrarias de grande, médio e pequeno porte. Desse modo, representam uma importante atividade de base florestal, abrangendo a produção que supre as indústrias moveleiras, marcenarias e construção civil (CASTRO; PEDROZO; QUADROS, 2005).

2.5 Mapeamento de Processos

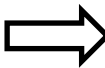
Um processo pode ser caracterizado como várias atividades relacionadas que transformam entradas (*inputs*) em serviços ou produtos (*outputs*) de modo a agregar valor ao cliente. De acordo com Miyashita e Salomon (2011), a partir de uma minuciosa análise dos processos que compõem uma operação torna-se possível estabelecer um gerenciamento baseado em melhoria contínua em termos de produtividade e qualidade dos serviços oferecidos.

A Análise e Melhoria de Processos (AMP) é de acordo com Lima *et. al.* (2010), uma abordagem de melhoria contínua de todos os processos, que visa planejar, estruturar, resolver problemas de modo a alcançar o objetivo do negócio. E, como mecanismo de auxílio, tem-se o mapeamento de processos, que segundo Cheung e Bal (1998) corresponde a uma técnica de orientação para desenvolvimento, projeto ou avaliação dos processos existentes em um determinado setor, departamento ou, até mesmo, uma organização inteira. Este mapeamento deve ser realizado de forma gráfica, uma das maneiras é através de um fluxograma.

Os relacionamentos no mapa de processos entre os *inputs e outputs* irão apresentar uma visão holística do serviço. “Afinal, a realização deste mapa possibilita a identificação das interfaces críticas, a definição de oportunidades para simulações de processos, a implantação de métodos de contabilidade baseados em atividades e a identificação de pontos desconexos ou ilógicos nos processos” (SCARTEZINI, 2009).

Outra técnica utilizada é o mapofluxograma que vem a ser o desenho da planta por onde o processo está acontecendo. Esses conceitos foram introduzidos por Barnes (1977) segundo ele para se visualizar melhor um processo, desenhavam-se as linhas de fluxo em uma planta de edifício ou da área em que a atividade se desenvolve.

Barnes relatou que em 1947 a American Society Mechanical Engineers (ASME) introduziu, como padrão, cinco símbolos conforme disposto no quadro a seguir:

SÍMBOLO	OPERAÇÃO	DEFINIÇÃO DA OPERAÇÃO
	Operação	Uma operação existe quando um objeto é modificado intencionalmente numa ou mais das suas características. A operação é a fase mais importante no processo e, geralmente, é realizada numa máquina ou estação de trabalho.
	Transporte	Um transporte ocorre quando um objeto é deslocado de um lugar para outro, exceto quando o movimento é parte integral de uma operação ou inspeção.

	Inspeção	Uma inspeção ocorre quando um objeto é deslocado de um lugar para identificação ou para controle de qualidade.
	Espera	Quando a execução da próxima ação planejada não é efetuada, ocorre uma espera.
	Armazenamento	É quando ocorre a armazenagem de um objeto em determinado local

Fonte: Adaptado de Barnes (1977)

Tabela 1 – Simologia para Mapeamento de Processos

A grande vantagem do mapofluxograma é a possibilidade de visualizar o processo atrelado ao layout da área. Este fator favorece sobretudo aos transportes, que podem ter suas rotas definidas no mapofluxograma.

Ao relacionarmos os conceitos do mapofluxograma e a produção enxuta, esta técnica garante uma visualização ainda mais completa de uma operação através do relacionamento de mapa com atividades. Oportunizando melhorias em deslocamentos que são feitos de forma desnecessária através da melhora do arranjo físico e a redução de desperdícios.

2.6 Simulação Computacional

A simulação computacional está cada vez mais sendo empregada nos ambientes corporativos, não apenas na produção como também em serviços. Pelo baixo custo de implementação as empresas encontram na simulação computacional uma saída para visualização de estados futuros, reduzindo assim o tempo com projetos e custos desnecessários bem como verificando problemas nos processos produtivos.

Algumas motivos do uso desta técnica são: Profundo detalhamento dos processos, utilização de animações melhorando assim a visualização do comportamento dos sistemas, economia de recursos, e a semelhança do modelo simulado ao sistema real auxiliando assim na tomada de decisão eficaz.

Para Prado (2010), “Simulação é uma técnica de solução de um problema pela análise de um modelo que descreve o comportamento do sistema usando um computador digital”. Freitas Filho (2001) citou que a simulação computacional utiliza técnicas matemáticas com o uso de computadores visando repetir o funcionamento de um processo de sistemas do mundo real.

Conforme Freitas Filho (2001) geralmente os modelos de simulação são interativos e baseados na inserção em dados de entrada e na análise do resultado da saída destes dados. A experimentação de modelos de simulação vem principalmente de três motivos: O sistema ainda não existe, experimentação do uso de novas variáveis no processo para análise de seus custos ou simulação para prevenções emergenciais.

Schappo (2006) citou que as bibliografias são similares quanto às etapas do processo de simulação computacional, e deve ser analisado sob o desempenho apresentado nas saídas do processos com o intuito de identificar alternativas de configurações e alterações no projeto.

3. Metodologia

Foi realizada pesquisa de campo e ao órgão responsável por atribuir a licença de operação da atividade madeireira. Foram fornecidas as licenças das empresas que estão atuando com o

setor de desdobro e processamento da madeira que somam um quantitativo de 37 empresas. Este estudo foi realizado em uma serraria no município de Macapá-AP, que se disponibilizou a participar da pesquisa, que atua no processo de fabricação de produtos manufaturados a partir de toras de madeira nativas da floresta Amazônica.

Para a modelagem do processo produtivo em questão, foram utilizados os dados previamente coletados nas visitas feitas a serraria, esses dados foram agrupados e ajustados e então inseridos no Arena versão estudante, software de simulação da produção, simulando o processo produtivo real da empresa em questão.

Foram feitas cronometragens dos três principais processos para que através do estudo de movimentos e tempos se conseguisse obter seus tempos de processamento assim como a produção diária da serraria, para posterior validação do modelo computacional. Esses processos foram subdivididos em atividades, as quais já foram mencionadas acima, para facilitar a coleta das cronometragens.

4. Resultados e Discussão

A descrição do processo produtivo caracteriza-se, inicialmente, as toras estão alojadas no pátio da empresa, posteriormente são selecionadas e transportadas para o processo de desdobro primário na serra fita, essa etapa visa transformar a tora em peças de menores dimensões que depois passam por mais etapas e ficam da sua forma final.

Neste primeiro momento, após o posicionamento e fixação da tora no carro ele se movimenta até a serra fita vertical para o desdobro principal, onde ocorre o corte das costaneiras, retiradas e armazenamento de resíduos, após isso são efetuados os cortes tangenciais na serra fita gerando as peças de madeira.

Em seguida, essas peças que saíram do primeiro processo a serem estocadas são movimentadas até a serra circular de bancada onde receberão a largura desejada através de cortes tangenciais, e por fim ocorre a movimentação desta peça até a destopadeira pendular em que é feito a medição do comprimento da peça, é realizado o corte transversal nas pontas e a peça é marcada e assim vai para o estoque de produtos acabados. A imagem abaixo apresenta o mapofluxograma que relaciona o fluxo de processos com o arranjo físico da serraria:

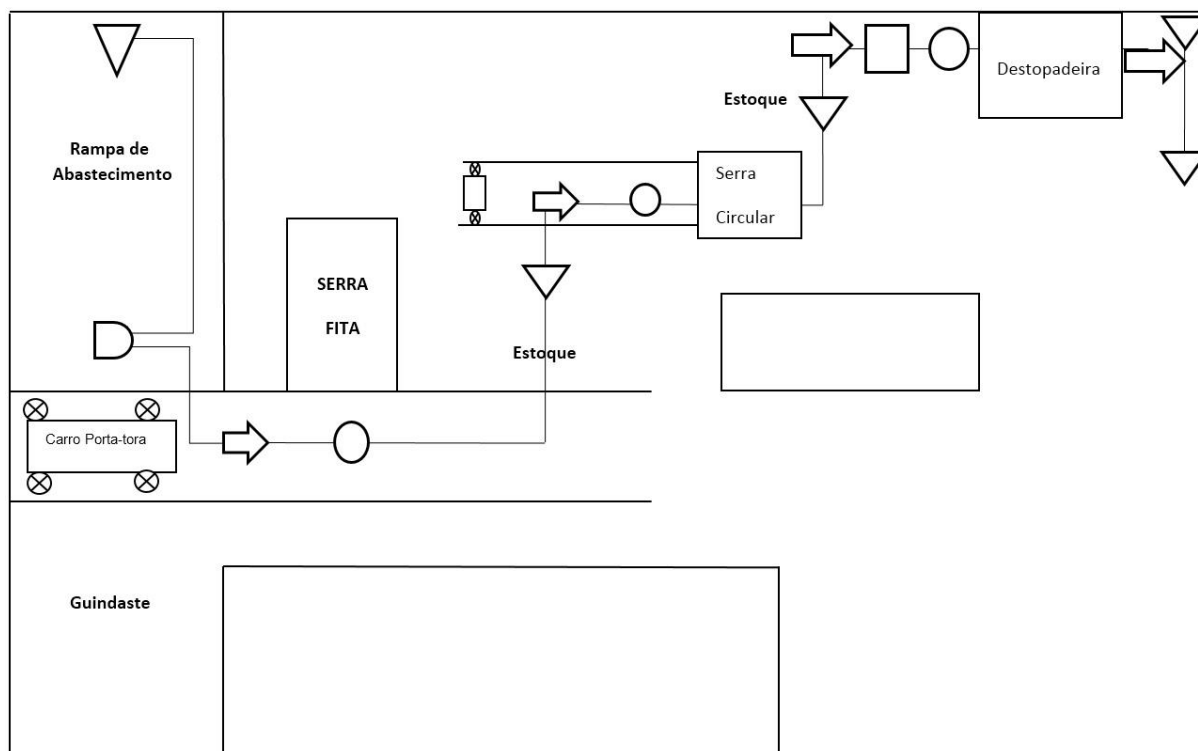


Figura 2 – Mapofluxograma do processo produtivo da serraria

Quanto aos equipamentos da serraria para o desdobro da madeira são utilizados dois principais tipos: a serra reta e a serra circular:

Serra fita: Serra de fita é uma máquina ferramenta cuja fita de serra se movimenta continuamente, pela rotação de volantes e polias acionadas por um motor elétrico. A serra de fita tem uma versatilidade de trabalho muito grande, podendo realizar quaisquer tipos de cortes retos ou irregulares, tais como círculos ou ondulações.

Serra circular refiladeira: Refilar pranchas de madeira significa fazer cortes longitudinais, resultando tábuas de madeira limpa, com larguras variadas. As sobras laterais e falhas que estiverem na sua parte central são removidas como resíduos.

Destopadeira pendular: Máquina que realiza corte transversais na peça de madeira.

4.1 Simulação Computacional do Processo Produtivo

Nas tabelas a seguir estão dispostos os processos divididos em atividades, designadas de A1, A2, A2... E o número de cronometragens, C1, C2, C3... Considerando o tempo em segundos.

Serra Fita					
Cronometragens (Segundos)	A1	A2	A3	A2	A5
C1	38	32	16	15	10
C2	34	38	18	14	9
C3	34	26	16	12	7
C4	35	37	17	15	9

C5	33	33	16	15	9
C6	37	35	18	13	8
C7	36	28	20	15	10
C8	33	29	19	16	11
Média	35	32,25	17,5	14,375	9,125

Tabela 01 – Cronometragem Serra Fita

Serra Circular			
Cronometragens (segundos)	A1	A2	A3
C1	12	14	8
C2	11	11	10
C3	13	10	11
C4	12	13	11
C5	13	12	8
C6	14	8	10
C7	13	7	13
C8	12	12	10
Média	12,5	10,875	10,125

Tabela 02 – Cronometragem Serra Circular

Destopadeira			
Cronometragens (Segundos)	P1	P2	P3
C1	8	9	8
C2	8	12	8
C3	7	9	9
C4	7	10	8
C5	6	10	8
C6	7	9	11
C7	5	11	10
C8	7	10	7
Média	6,875	10	8,625

Tabela 03 – Cronometragem Destopadeira

Com o auxílio da ferramenta *Input Analyzer*, fornecida pelo software Arena, a partir das médias das cronometragens foi possível fazer o ajuste das funções para cada processo. Como demonstrado a seguir

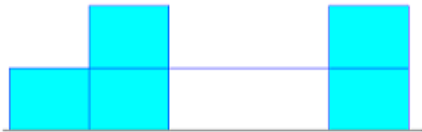
Serra Fita	
Histograma	
Distribuição	Uniforme
Equação	UNIF(9, 35)
Pontos Coletados	5

Tabela 04 – Ajuste da função para Serra Fita

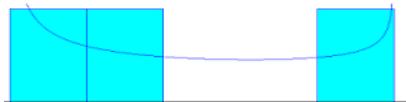
Serra Circular	
Histograma	
Distribuição	Beta
Equação	$10 + 2.74 * \text{BETA}(0.6, 0.762)$
Pontos Coletados	5

Tabela 05 – Ajuste da função para Serra Circular

Destopadeira	
Histograma	
Distribuição	Uniforme
Equação	UNIF(6.56, 10)
Pontos Coletados	5

Tabela 06 – Ajuste da função para Destopadeira

Após o ajuste das funções iniciou-se a criação do modelo computacional inserindo-as em seus respectivos campos, sendo que para a elaboração do modelo foram levados em consideração apenas os três processos principais. Como demonstrado na figura a seguir.

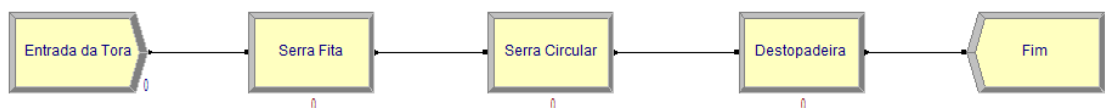


Figura 3 – Modelo completo construído no software Arena

Estando em posse das cronometragens de cada processo e o tempo diário de funcionamento da serraria, que é de 8h por dia, foi possível identificar a capacidade de produção diária, no entanto, para que se possa estimar uma capacidade real deve-se levar em consideração as

paradas (manutenção, setup). Após as entrevistas foram contabilizadas paradas normais de 50 minutos para a serra fita, 80 minutos para a serra circular e 30 minutos para a destopadeira. Agrupando todas essas informações obteve-se o resultado da tabela abaixo:

Operação	Capacidade de projeto/dia	Capacidade real/dia
	(sem setup)	(com setup)
Serra Fita	200 peças	179 peças
Serra Circular	647 peças	539 peças
Destopadeira	844 peças	791 peças

Tabela 07 – Capacidade produtiva diária

Para o tempo de processamento do modelo tirou-se a média das paradas (setup), obtendo 7,1h de produção real por dia ao invés de 8h, como demonstrado no campo *Hours Per Day* da figura 4.

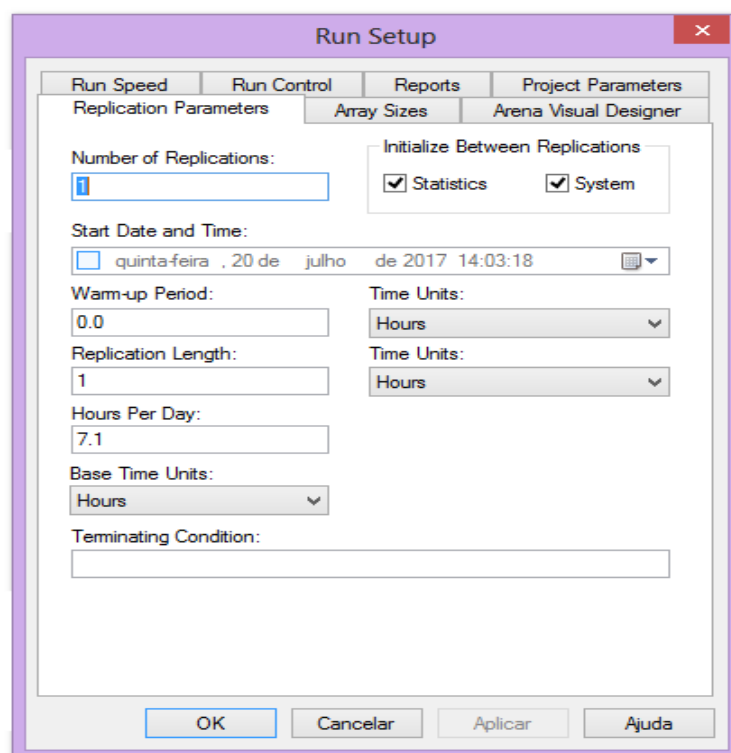


Figura 4 – Tempo de processamento

Após a replicação do modelo constatou-se sua validação através da análise dos relatórios disponibilizados pelo software, os documentos demonstram a saída de 169 peças do sistema, o que se aproxima consideravelmente do valor constatado na tabela 07, cuja a quantidade de peças produzidas por dia pela serra fita seria de 179 peças, sendo ela a determinadora da produção diária já que representa o gargalo da produção com a menor quantidade processada por dia, logo pode-se confirmar que o modelo construído representa, de fato, a produção real da serraria em estudo.

Entities

Unnamed Project		Replications: 1	
Replication 1	Start Time:	0,00	Stop Time: 1,00 Time Units: Hours
Entity Detail Summary			
Other			
	Number In	Number Out	
Pecas	172	169	
Total	172	169	

Figura 5 – Relatório das Entidades

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor madeireiro possui grande importância para a região amazônica, pois além de gerar emprego e renda para o setor, provêm recursos para o desenvolvimento de outras atividades como é o caso da construção civil. Após a pesquisa, no entanto, constatou-se que as indústrias deste ramo, classificadas como serrarias, ainda operam sem métodos de controle de sua produção gerando custos desnecessários.

Verificou-se que a serraria não possuía gestão eficaz de seus recursos, nem uma programação de controle da produção, também foi identificada a necessidade da melhoria das questões no ambiente de trabalho e dos setups que interferem na capacidade produtiva da empresa.

Para que a empresa aperfeiçoe seu processo ela deve padronizar sua produção aplicando ferramentas de melhoria, utilizar da simulação computacional, assim como outras ferramentas, para elaborar possíveis cenários de otimização, além de buscar um melhoramento para sua forma de administração.

6 .REFERÊNCIAS

- ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo setorial 2008: Indústria de madeira processada mecanicamente**. Curitiba, 2010.
- BARNES, R. M. **Estudos de Movimentos e Tempos**. São Paulo: Blucher, 1977.
- BATALHA, M. O. **GEPAI: Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais**, 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- CASTRO, A. V.; PEDROZO, E. A.; QUADROS, J. L. **Cadeias produtivas do agronegócio florestal na região sul do Brasil**. Disponível em: <<http://www.fee.tc.br/sitefee/download/jornadas/2/e13-06.pdf>>. Acesso em: 25 Out. 2015.
- CHEUNG, Y.; BAL, J. **Process analysis techniques and tools for business improvements**. Business Process Management Journal, v. 4, n. 4, p. 274-290, 1998.
- FREITAS FILHO, P.J. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em Arena**. São Paulo: Visual Books, 2001. 322 p.
- IMAZON – INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA. **A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados**. Belém: MMA; IMAZON, 2010.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS DO AMAPÁ – IEF/AP. **Plano Anual de Outorga Florestal do Estado do Amapá – PAOF**. 2015. Disponível em: < <http://www.editor.ap.gov.br/editor/Arquivos/Texto/Gestor4ef5cfad4a5cfaa9b982746c4e764a77.pdf> >. Acesso em: 10 Out 2016.

LIMA, F. L.; PEREIRA M. O.; FERRAZ T. C.; LEME T. S. P.; ZAGHA R. R. **Análise e melhoria de processos aplicados em uma indústria do setor automotivo**. In XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. São Carlos-SP, 2010.

MIYASHITA, P. T.; SOLOMON V. A. P.; **Mapeamento de Processos em Empresa Prestadora de Serviços de Seguros**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 31, **anais...** Belo Horizonte, 2011.

NETHE, A.; STAHLMANN, H.D. Survey of a general theory of process modeling. In: **Proceedings** of the 1999 International Conference on Process Modelling, Cottbus, Germany, p. 2–16., 1999.

POLZL, W. B. **Eficiência produtiva e econômica do segmento industrial da madeira compensada no estado do Paraná**. 2002. 114 f. Dissertação (Mestrado em Economia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

POLZL, W. B.; SANTOS, A. J.; TIMOFEICZYK Junior, R.; POLZL, P. K. Cadeia produtiva do processamento mecânico da madeira - Segmento da madeira serrada no Estado do Paraná. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 33, n. 2, p. 127-134, 2003.

PRADO, D. **Usando o ARENA em simulação**. 4 ed. Belo Horizonte: INDG – Tecnologia e Serviços LTDA. Nova Lima, 2010. 307 p.

ROCHA, Marcio Pereira da. **Técnicas e Planejamento em Serrarias**. Curitiba: Fupef, 2002. 121 p. (Didática).

SCARTEZINI, L. M. B. **Análise e Melhoria de Processos**. Apostila, 54 p. Goiânia, 2009.

SHAPPO, A.J. **Um método utilizando simulação discreta e projeto experimental para avaliar o fluxo na manufatura enxuta**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ZAWISLAK, P. A.; MARODIN, G.; SEFIDVASH, S. Sistema de Produção e Inovação na Indústria de Base Florestal. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 25, 2012, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABEPRO, 2005.