



# **Dimensionamento da capacidade de produção de camisas de uma empresa de confecção de uniformes utilizando o software ARENA®**

**Dara Cristo**

**dara.cristo@aedb.br**

**AEDB**

**Luiz Gustavo Ramos Torres**

**luiz.gustavo@aedb.br**

**AEDB**

**Washington Lemos**

**washington.lemos@aedb.br**

**AEDB**

**Resumo:** O presente artigo consiste no dimensionamento da capacidade produtiva de camisa social da empresa P&A UNIFORMES E EPI'S, utilizando o software de simulação ARENA®. Com o objetivo de conhecer a possível capacidade de produção de camisa social no período de um mês, visando atender a demanda dos clientes. Foi criado um modelo de simulação que representa o sistema produtivo estudado, a metodologia utilizada caracteriza-se como: pesquisa aplicada, pesquisa quantitativa, pesquisa exploratória e pesquisa de campo. Foram realizadas visitas para conhecimento do processo. O proprietário não conhecia a capacidade de produção da sua empresa. Com o estudo e a simulação realizada foi possível identificar que a empresa tem a possível capacidade de produzir 1.664 (mil seiscentos e sessenta e quatro) camisas sociais, no período e nas condições delimitadas.

**Palavras Chave:** Simulação - Cronoanálise - Dimensionamento - Capacidade produtiva - Software ARENA®



## 1. INTRODUÇÃO

Muitos fatores influenciam o potencial competitivo e a excelência operacional de sistemas produtivos, por exemplo, variações econômicas, oscilações na demanda, desconhecimento da capacidade produtiva, ausência de produtos para ofertar e necessidade de otimizar recursos internos. (LEMOS, 2015).

Este artigo consiste em um possível dimensionamento da capacidade de produção de camisa social de uma empresa de uniformes, no período de um mês, visando atender a demanda dos clientes. Segundo Camargo (2018), uma demanda superior à capacidade de produção significa clientes não atendidos ou atendidos com atraso, gerando reclamações e diminuindo a credibilidade da empresa com os outros consumidores. E de acordo com Wilker (2011), o desequilíbrio entre a capacidade e a demanda pode ter consequência econômica insatisfatória para a empresa. Para isso é fundamental o planejamento e controle da capacidade produtiva. Pois, segundo Slack (1999), um equilíbrio adequado entre capacidade e demanda podem gerar elevados lucros e clientes satisfeitos.

Conhecer a capacidade produtiva estabelece impactos positivos para as empresas, pois pode gerar mais dinheiro em caixa, já que, quanto mais a empresa produz, mais produtos/serviços ela consegue ofertar ao mercado. A importância de conhecer a capacidade produtiva traz outros benefícios para as empresas, tais como: otimização de recursos, já que os recursos investidos estão sendo utilizados ao máximo e também o crescimento da satisfação dos clientes, já que atende à demanda dos mesmos.

Como base para análise e dimensionamento foi utilizado a modelagem e simulação, por meio do software de simulação *ARENA®*. Pois, Segundo (LEMOS, 2015), a simulação é um elemento chave no processo de tomada de decisão gerencial em sistemas produtivos, pois permite prever os resultados futuros, de fatores, variáveis e de decisões que influenciam o sistema analisado.

Para o estudo foi necessário conhecer os procedimentos de produção da camisa social e utilizar os dados que foram obtidos por meio de cronoanálise no processo produtivo, realizada por uma empresa de consultoria.

A natureza desta pesquisa é classificada como uma pesquisa aplicada, pois, conforme Gerhardt (2009), foram gerados conhecimentos para aplicação prática, a fim de solucionar o problema apresentado. A sua abordagem é classificada como uma pesquisa quantitativa, visto que, de acordo com Fonseca (2002), os dados e opiniões são traduzidos em números para que se possa fazer uma classificação e organização dos mesmos e são recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. Quanto ao objetivo, a pesquisa é classificada como pesquisa exploratória, já que, segundo Gil (2007), tem como finalidade proporcionar mais informações sobre o assunto investigado e facilitar a delimitação do tema pesquisado. Este tipo de pesquisa proporciona maior entendimento do problema. Esta pesquisa envolve levantamento bibliográfico e entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas sobre o problema. Em relação ao procedimento, a pesquisa é classificada como pesquisa de campo, pois, de acordo com Fonseca (2002), caracteriza-se pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, se realiza coleta de dados junto a pessoas, com o recurso de diferentes tipos de pesquisa.



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 SIMULAÇÃO

Simulação é um processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação. (PEGDEN, 1990)

A simulação computacional é a representação funcional de um sistema real por um modelo preciso, através do computador, permitindo visualizar a dinâmica desse sistema, implementar mudanças e responder a questões como: “o que aconteceria se?”, dessa maneira poupando recursos econômicos e tempo. (PEREIRA, 2000)

A simulação computacional é uma ferramenta poderosa para estudo e análise de processos que não seriam possíveis na vida real. Tem se tornado uma metodologia indispensável para a tomada de decisão nas mais diversas áreas. (VOGEL, 2013)

### 2.2 ARENA

O programa é um ambiente gráfico integrado de simulação, que contém todos os recursos para modelagem de processos, análise estatística e análise de resultados. Unindo os recursos de uma linguagem de simulação à praticidade do uso de um simulador, em um ambiente gráfico integrado. (KELTON & SADOWSKI, 1998)

O *ARENA*® possui a ferramenta *Input Analyzer* que permite analisar dados reais que foram coletados no sistema, ou seja, dados do funcionamento do processo e escolhe a distribuição estatística mais adequada ao processo. (COSTA, 2009)

O *ARENA*® também contempla o *Output Analyzer*, que permite analisar dados coletados durante a simulação, sendo que estes resultados podem ser obtidos por gráficos e por comparações estatísticas. (PRADO, 2010)

### 2.3 CRONOANÁLISE

A cronoanálise é a determinação, com o uso de um cronômetro, do tempo necessário para se executar uma dada tarefa. (MARTINS & LAUGENI, 2010)

A cronoanálise é um método utilizado para cronometrar e realizar análises do tempo que um operador leva para realizar uma tarefa no fluxo produtivo, permitindo um tempo de tolerância para as necessidades fisiológicas e possíveis quebras de maquinários. (OLIVEIRA, 2009)

O uso da cronoanálise é indicado quando há necessidade de melhorar a produtividade e entender cada detalhe que ocorre no processo produtivo. Por meio dela é possível identificar os pontos ineficazes do processo, bem como os desperdícios de tempo. Isso facilita a realização de estudo de melhoria de processos e o aumento da produtividade. (OLIVEIRA, 2012)

A cronoanálise é a base para um melhor aproveitamento da produção, do espaço físico, do maquinário e do capital humano. (TOLEDO JR, 1977)

Na prática deve ser realizada entre 10 e 20 tomadas de tempo de cada etapa do processo. (MARTINS & LAUGENI, 2010)



## 2.4 CAPACIDADE PRODUTIVA

Capacidade de produção é o nível máximo de atividade de valor adicionado em determinado período que o processo pode realizar sob condições normais de operação. (SLACK, 2002)

Capacidade se refere a um limite superior ou teto de carga que uma unidade operacional pode suportar. A unidade operacional pode ser uma fábrica, um departamento ou um funcionário. (STEVENSON, 2001)

A capacidade produtiva é afetada por fatores internos e externos. Os fatores internos são: projeto de produto, mão de obra, *layout* de planta, fluxo de processos, capacidades e manutenção de equipamentos, administração de materiais, sistemas de controle de qualidade e capacidades de administração. E nos fatores externos, incluem-se: legislação governamental (horas de trabalho, segurança), acordos com sindicatos e capacidades do fornecedor. (DAVIS, 2001)

Para Gaither e Frazier (2001), a capacidade produtiva é o maior nível de produção que uma empresa pode manter dentro de uma estrutura de programação de trabalho realista levando em conta um período de inatividade normal e supondo uma disponibilidade suficiente de entradas para operar a maquinaria e o equipamento existente.

## 2.5 EMPRESA

A P&A Uniformes e EPI's foi fundada no ano de 1992, na cidade de Resende-RJ, situada na região sul fluminense. Surge com a missão de confeccionar uniformes e EPI's de qualidade para atender a demanda das empresas localizadas na região.



### 3. METODOLOGIA

Para realizar o estudo de dimensionamento da capacidade produtiva de camisa social, foram realizadas visitas na empresa nos meses de março e abril, durante o expediente de trabalho, de 07h30min às 17h30min, com o objetivo de realizar um levantamento de dados e conhecer a produção das camisas, ou seja, como são realizadas as etapas de confecção, conhecer quantos colaboradores atuam no processo, bem como a função de cada operador na confecção da camisa e conhecer o maquinário utilizado nos processos.

Antes da realização do presente artigo, o proprietário já havia contratado uma empresa de consultoria para realizar a coleta de tempos, a fim de conhecer o tempo de processo de seus produtos. Os tempos considerados na cronoanálise foram delimitados nos processos de montagem, limpeza e embalagem, desconsiderando o tempo de corte dos tecidos. Por já possuir os tempos de cronoanálise da camisa social, produto que foi enfatizado neste artigo, pois, segundo o proprietário, tem uma demanda elevada, foi utilizado os tempos que esta empresa coletou como base para realizar a simulação, para conseguir dimensionar qual seria a capacidade produtiva deste produto.

A empresa trabalha 9 (nove) horas diárias e 5 (cinco) dias por semana (de segunda feira à sexta feira), com um intervalo de 1 (uma) hora para o almoço. Como foi delimitado 1 (um) mês de estudo para analisar a capacidade produtiva, o ARENA® foi simulado com um total de 189 (cento e oitenta e nove) horas (representando o mês produtivo). 9 horas x 21 dias produtivos do mês de abril = 189 horas/mês.

A empresa de consultoria forneceu os tempos coletados, via e-mail, foram realizadas 20 (vinte) tomadas de tempos para cada etapa do processo de confecção da camisa social. E os mesmos foram anexados em tabelas, onde os processos foram separados em grupos, grupos estes criados para uma melhor visualização dos tempos.

**Tabela 1** - Tomadas de tempo para processos do corpo da camisa. (segundos)

<b>Frente da camisa</b>	100	105	102	100	104	101	106	100	107	103
	104	101	100	103	106	100	102	105	107	100
<b>Pespontar frente</b>	35	38	35	32	33	35	34	37	35	31
	33	30	36	35	34	31	35	30	32	35
<b>Costurar prega das costas</b>	28	25	29	28	24	26	27	28	22	23
	30	24	28	22	27	28	26	25	21	28
<b>Unir pala das costas</b>	121	127	121	124	122	121	126	123	121	120
	126	123	124	121	127	125	121	122	129	121
<b>Unir ombro</b>	150	149	151	150	159	154	153	150	152	156
	153	157	150	152	156	150	154	158	151	150
<b>Encaixar Gola</b>	103	107	103	101	106	103	104	102	103	108
	107	104	100	103	102	105	103	106	101	103

Fonte: Empresa de consultoria, 2018.


**Tabela 2 - Tomadas de tempo para processos do colarinho. (segundos)**

<b>Colar entretela gola</b>	25	20	21	25	19	25	23	24	22	25
	19	22	25	26	21	25	24	19	25	20
<b>Costurar pé de gola</b>	32	30	34	31	32	29	36	32	35	33
	35	32	30	33	29	32	37	31	34	32
<b>Montar gola superior</b>	86	84	87	82	86	81	79	83	85	86
	82	80	86	81	84	82	86	87	83	85
<b>Virar gola</b>	37	35	39	32	37	30	31	33	37	34
	36	34	37	33	35	37	38	32	31	37
<b>Pespontar gola</b>	75	72	80	74	73	75	77	76	71	75
	74	78	71	75	73	77	75	72	76	79
<b>Montar o colarinho</b>	220	227	223	220	221	226	222	224	220	225
	224	221	220	219	230	220	229	223	227	220

Fonte: Empresa de consultoria, 2018.

**Tabela 3 - Tomadas de tempo para processos que finalizam a camisa. (segundos)**

<b>Pespontar gola</b>	291	298	294	291	290	293	297	289	291	299
	297	291	293	292	296	291	294	299	295	291
<b>Bainha manga</b>	28	22	28	26	21	29	28	30	23	20
	24	29	23	28	21	28	26	22	28	25
<b>Encaixar manga</b>	101	109	103	106	101	110	102	101	100	105
	104	107	101	109	102	105	101	103	106	101
<b>Pespontar manga</b>	100	104	100	102	107	101	106	100	103	108
	101	107	104	100	102	100	103	106	105	100
<b>Fechar lateral</b>	83	80	83	81	87	84	83	86	81	89
	81	83	85	83	80	83	89	86	83	82
<b>Bainha barra</b>	150	158	151	153	150	152	156	159	150	157
	153	157	150	156	152	159	150	155	154	150
<b>Casear</b>	140	149	141	146	140	145	148	142	143	140
	139	142	140	148	141	149	140	145	140	146
<b>Marcar botão</b>	60	59	60	68	61	60	69	65	62	67
	63	67	58	65	60	62	66	60	64	60
<b>Botão</b>	100	98	104	100	102	105	100	99	103	97
	106	100	101	97	104	100	101	104	98	100
<b>Limpeza</b>	321	319	323	326	321	317	320	324	322	321
	318	321	324	317	325	321	320	327	321	323
<b>Embalagem</b>	321	322	321	325	323	321	317	320	316	323
	326	318	320	321	326	319	321	322	319	321

Fonte: Empresa de consultoria, 2018.



O processo produtivo da camisa social é composto por 23 etapas. E a P&A Uniformes e EPI's dispõe de 14 (catorze) operadores, ocasionando a necessidade de que alguns operadores executem mais funções dentro do processo de confecção da camisa. É importante ressaltar que a empresa confecciona outros produtos, e não apenas a camisa social, e que o seu dia de produção não é exclusivo para apenas um destes produtos, e que há um mix de produção.

As funções e operações dos 14 (catorze) operadores foram listadas e separadas.



**Figura 1:** Funções e operações de cada operador.  
Fonte: Os autores.



Para alcançar o objetivo proposto neste artigo, foi necessário alimentar o *ARENA*® com os processos e recursos da empresa para montagem da camisa social.

A entrada de entidades foi alimentada com valores elevados (muito acima da realidade que a empresa poderia processar), já que a capacidade está associada à quantidade máxima de produção de um produto em determinado tempo, com isso, o determinado tempo (1 mês) seria insuficiente para a produção das entidades com valores elevados (3.000 por mês), sendo possível conhecer a possível capacidade de produção da empresa no período delimitado.

O estudo começa com o *create* sendo representado pela chegada dos tecidos cortados para gola, gerando a entidade “tecidos gola”, o tempo entre chegadas: constante, uma única vez, e sendo 3000 (três mil) entidades na chegada, conforme a imagem:

**Figura 2:** Configuração do *create*.  
Fonte: Software Arena.

Em seguida, a entidade “tecidos gola” passa por 6 (seis) processos, antes de ser unida, sendo eles, nessa ordem:

Colar entretela gola: utilizando como recurso uma operadora (nomeada como 01\_P1\_Manual) e exercendo a função manual.

Costurar pé de gola: utilizando como recurso uma operadora (nomeada como 03\_P3\_Reta) e exercendo a função na máquina Reta.

Montar gola superior: utilizando como recurso uma operadora (nomeada como 04\_P4\_Reta) e exercendo a função na máquina Reta.

Virar gola: utilizando como recurso uma operadora (nomeada como 02\_P2\_Manual) e exercendo a função manual.

Pespontar gola: utilizando como recurso uma operadora (nomeada como 05\_P5\_Reta) e exercendo a função na máquina Reta.

Montar o colarinho: utilizando como recurso uma operadora (nomeada como 06\_P6\_Reta) e exercendo a função na máquina Reta.



Em paralelo com o *create* de chegada dos tecidos cortados para gola, foi utilizado outro *create* para chegada de tecidos cortados para o corpo da camisa, gerando a entidade “tecidos corpo”, o tempo entre chegadas: constante, uma única vez, e sendo 3000 (três mil) entidades na chegada, seguindo o *create* anterior.

A entidade “tecidos corpo” passa por 5 (cinco) processos, antes de ser unida, sendo eles, nessa ordem:

Frente da camisa: utilizando como recurso uma operadora (nomeada como 07\_P7\_Reta) e exercendo a função na máquina Reta.

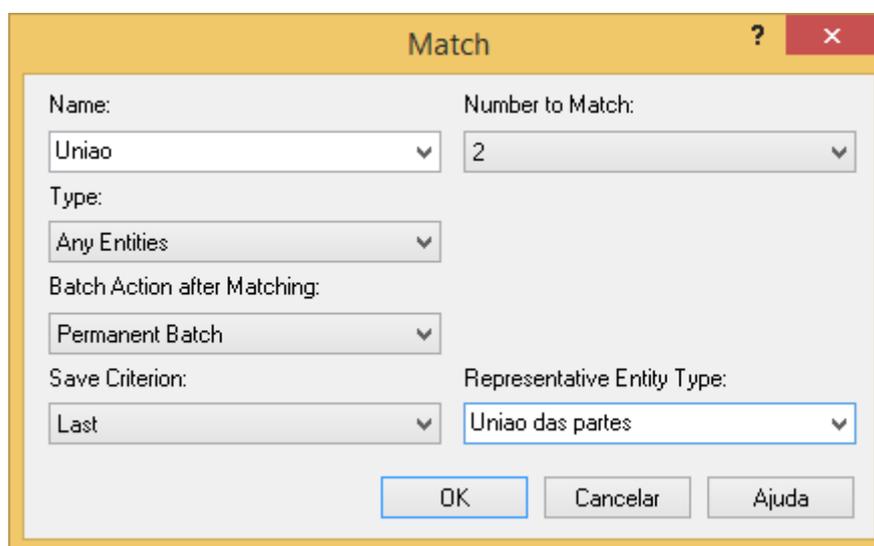
Pespontar frente: utilizando como recurso uma operadora (nomeada como 08\_P8\_Reta) e exercendo a função na máquina Reta.

Costurar prega: utilizando como recurso uma operadora (nomeada como 09\_P9\_Reta) e exercendo a função na máquina Reta.

Unir pala das costas: utilizando como recurso uma operadora (nomeada como 10\_P10\_Reta) e exercendo a função na máquina Reta.

Unir ombro: utilizando como recurso uma operadora (nomeada como 11\_P11\_Reta) e exercendo a função na máquina Reta.

Após a produção de ambas entidades, é necessário a união das mesmas para a criação de uma nova entidade, para dar seguimento na produção. Foi utilizado o “*Match*” do grupo “*Advanced Process*”, configurado conforme a imagem:



**Figura 3:** Configuração do *match*.

Fonte: Software Arena.

Para finalizar o processo de montagem da camisa social, são necessários 12 (doze) processos, sendo eles, nessa ordem:

Encaixar gola: utilizando como recurso uma operadora (nomeada como 12\_P12\_Reta) e exercendo a função na máquina Reta.



Pespontar gola na camisa: utilizando como recurso a mesma operadora do processo de costurar pé de gola (nomeada como 03\_P3\_Reta) e exercendo a função na máquina Reta.

Bainha na manga: utilizando como recurso a mesma operadora do processo de montar gola superior (nomeada como 04\_P4\_Reta) e exercendo a função na máquina Reta.

Encaixar manga: utilizando como recurso uma operadora (nomeada como 13\_P13\_Inter) e exercendo a função na máquina *Interlock*.

Pespontar manga: utilizando como recurso a mesma operadora do processo de pespontar gola (nomeada como 05\_P5\_Reta) e exercendo a função na máquina Reta.

Fechar lateral: utilizando como recurso uma operadora (nomeada como 14\_P14\_Inter) e exercendo a função na máquina *Interlock*.

Bainha na barra: utilizando como recurso a mesma operadora do processo de montar colarinho (nomeada como 06\_P6\_Reta) e exercendo a função na máquina Reta.

Casear: utilizando como recurso a mesma operadora do processo de fechar lateral (nomeada como 14\_P14\_Inter) e exercendo a função na máquina *Interlock*.

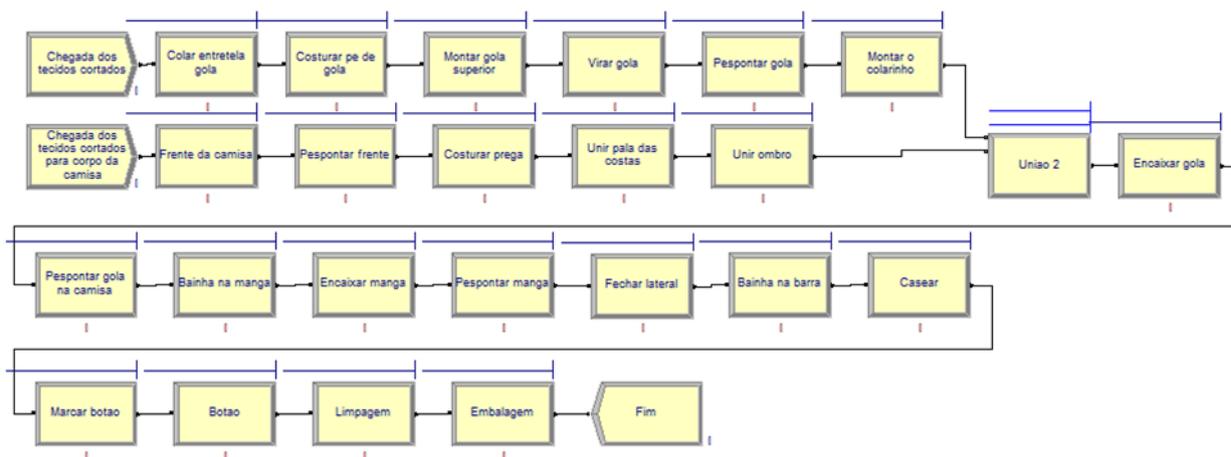
Marcar botão: utilizando como recurso a mesma operadora do processo de colar entretela gola (nomeada como 01\_P1\_Manual) e exercendo a função manual.

Botão: utilizando como recurso a mesma operadora do processo de encaixar manga (nomeada como 13\_P13\_Inter) e exercendo a função na máquina *Interlock*.

Limpagem: utilizando como recurso a mesma operadora do processo de virar gola (nomeada como 02\_P2\_Manual) e exercendo a função manual.

Embalagem: utilizando como recurso a mesma operadora do processo de colar entretela gola, marcar botão (nomeada como 01\_P1\_Manual) e exercendo a função manual.

E representando o fim do processo de produção da camisa social, foi utilizado o “*dispose*”.



**Figura 4:** Representação final.  
Fonte: Software Arena.

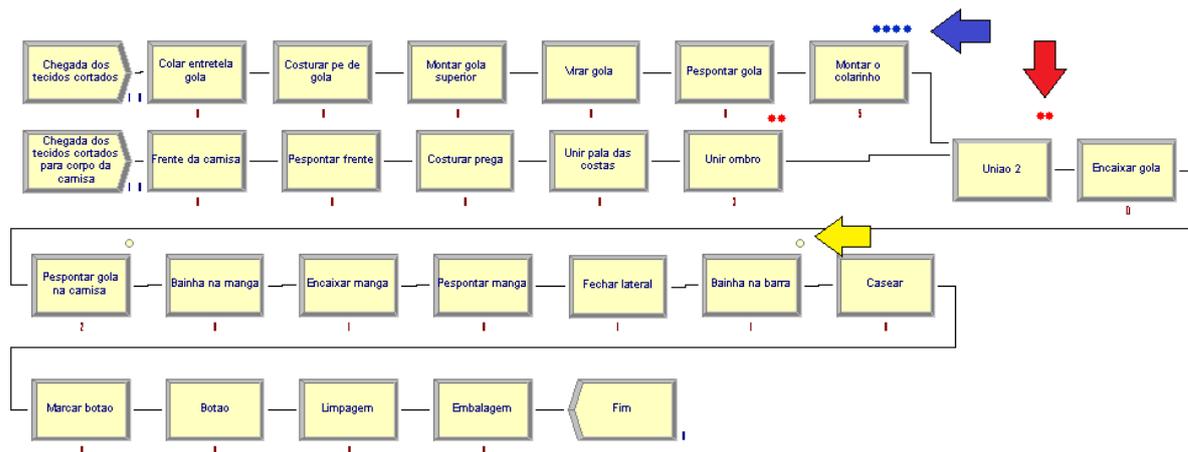


Para melhor visualização do fluxo das entidades no processo, as mesmas foram separadas por cores, sendo elas:

Tecidos gola: azul

Tecidos corpo: vermelho

União das partes: amarelo



**Figura 5:** Entidades com suas respectivas cores no processo.

Fonte: Software Arena.



SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA

**XVSEGET**

**Indústria 4.0**  
e o uso de tecnologias digitais

30, 31/10  
e 01/11



#### **4. RESULTADOS**

O resultado encontrado após as simulações realizadas com diversas replicações, e com cenários diferentes, foi de que a P&A UNIFORMES E EPI's tem uma possível capacidade produtiva de 1.664 camisas sociais acabadas no período de um mês produtivo. Gerando uma média de 79 camisas por dia de produção.



## 5. CONCLUSÃO

No estudo apresentado neste artigo, tendo como foco o conhecimento da capacidade produtiva por meio do software de simulação ARENA, foi identificada a possível capacidade produtiva da empresa e indicada para o proprietário, no caso se a empresa produzisse apenas o produto estudado (camisa social), levando em consideração o período de 1 mês produtivo e o processo delimitado para estudo.

O resultado gerado pelo estudo, com uso de 3.000 entidades, apontou que a empresa consegue produzir um total de 1.664 camisas no período de 1 mês produtivo.

Com o conhecimento da capacidade produtiva, o proprietário da empresa consegue aceitar pedidos sem receio do não cumprimento do prazo de entrega, fazendo com que se mantenha competitiva no mercado e possua diferencial em relação às empresas que não conhecem sua capacidade produtiva. É interessante destacar que para uma empresa se tornar mais competitiva, deve manter a qualidade elevada do produto, o entusiasmo dos colaboradores e assim garantir a satisfação dos clientes.



## 6. REFERÊNCIAS

- CAMARGO, Renata F.** Como planejar e calcular a capacidade produtiva? Fev. 2018. Disponível em: <<https://www.treasy.com.br/blog/capacidade-produtiva>>. Acesso em: 07 de abr. 2018.
- COSTA, A. L. B.** Aplicação da Simulação Computacional no Mapeamento do Fluxo de Operações de uma Empresa de Manutenção de Motores Elétricos. 2009. Trabalho de Graduação de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, MG.
- DAVIS, Mark M.** Fundamentos da administração da produção. Trad. Eduardo D'Agord (et al.). 3. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2001.
- FONSECA, J. J. S.** Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg.** Administração da Produção e Operações. 8. ed. São Paulo: Pioneira, 2001.
- GERHARDT, Tatiana E.** Métodos de Pesquisa. Editora da UFRGS. 1ª ed. Rio Grande do Sul. 2009
- GIL.** Como Elaborar Projetos de Pesquisa. Editora Atlas. 4ª ed. São Paulo. 2007.
- KELTON, W. David & SADOWSKI, Randall** Simulation with Arena. 6ª ed.: McGraw Hill, 2015.
- LEMONS, Fernando de O.** Modelagem e Simulação Computacional: uma ferramenta de apoio à tomada de decisão. Mar. 2015. Disponível em: < <http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=noticias-detalle&id=3215>>. Acesso em: 07 de abr. 2018.
- MARTINS, Petrônio G. & LAUGENI, Fernando P.** Administração da Produção. Editora Saraiva, 1995.
- OLIVEIRA, C.** Análise e controle da produção em empresa têxtil, através da cronoanálise. Trabalho Final de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro Universitário de Formiga, Formiga, Minas Gerais, 2009.
- PEGDEN, C. D.** *Introduction to simulation using SIMAN*. McGraw-Hill, NY. 2 ed. 1990.
- PEREIRA, I. C.** Proposta de Sistematização da Simulação para Fabricação em Lotes. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, Brasil. 2000.
- PRADO, D. S.** Usando o Arena em Simulação, 4ª ed. Falconi, Nova Lima, MG. 2010.
- SLACK, Nigel.** Administração da produção. ed. compactada. São Paulo: Atlas. 1999.
- STEVENSON, William J.** Administração das operações de produção. 6ª ed. Editora LTC. 2001.
- TOLEDO JR, I.F.B.** Cronoanálise base da racionalização, da produtividade da redução de custos. 3ª ed. São Paulo: Itysho, 1977.
- VOGEL, C. C.** Aplicação de técnicas de simulação e de ergonomia ao processo de paletização de caixas de leite UHT: um estudo de caso, Ciência Plena, v. 9, n.6, 1-10, 2013.
- WILKER, B.** Gerenciamento da capacidade de produção. Ago. 2011. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/producao-academica/gerenciamento-da-capacidade-de-producao/4337>>. Acesso em: 14 de abr. 2018.