



APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO PARA A DEFINIÇÃO DE LIMITES DE CONTROLE E ESTUDO DA CAPACIDADE NA FABRICAÇÃO DE NÃO TECIDOS

Rebeca Barbosa
(Centro Universitário Adventista de São Paulo – UNASP)
barbosa_rebeca@hotmail.com

Robertson Campelo Panaino
(Centro Universitário Adventista de São Paulo – UNASP)
robertson.panaino@ucb.org.br

A qualidade tem como um dos seus objetivos reduzir taxas de defeitos e fabricar os produtos dentro de suas especificações. O presente artigo trás uma pesquisa-ação na qual foi realizado um estudo do controle estatístico de processo (CEP) para a definição dos limites de controle e estudo da capacidade de processo para a fabricação de um material em desenvolvimento produzido em uma empresa fabricante de não tecidos (TNT) para a indústria de higiênicos no estado de São Paulo. Os dados utilizados foram fornecidos pela empresa e por meio deste foram construídos cartas de controle no software estatístico Minitab, onde foram definidos os limites de controle (limite inferior e limite superior) de cada propriedade, como por exemplo a gramatura do material, podendo assim monitorar o processo e controlá-lo. Fez-se o uso de diversas referenciais teóricos a respeito do tema e concluiu-se a importância do monitoramento do CEP para a identificação das fontes de variabilidade do processo e garantia de qualidade no produto acabado atendendo as especificações do cliente.

Palavras-chave: Controle Estatístico de Processo, Qualidade, Capabilidade, Minitab, Não Tecido.

1. Introdução

O controle de qualidade tem sido um fator extremamente necessário para garantir que o produto final atenda as especificações técnicas exigidas pelos clientes e que conferem a ele a qualidade esperada.

Entende-se que o conceito de qualidade pode ser definido de diversas maneiras, a performance de um produto resulta na satisfação do cliente. Para que um produto obtenha tal satisfação, importantes características da formação do material devem ser mensuráveis ou contáveis. Com isto, entende-se que minimizando a variabilidade das propriedades do produto final, sendo variabilidade a diferença (significativa ou não) de pontos de dados de um conjunto de amostras de um determinado processo, é possível atender as expectativas do cliente.

Melhores níveis de qualidade significam menor variabilidade nas características do processo e do produto e mais exatidão em alcançar metas e alvos (SAMOHYL,2009).

Como Crosby (1990) sempre enfatizava, “qualidade é a conformidade às especificações” e conformidade aqui significa que a fábrica está funcionando com viés e variabilidade quase nulos, processando tudo corretamente e rotineiramente e é assim que o resultado do processo de produção fica sempre dentro das exigências dos clientes (SAMOHYL,2009).

O controle estatístico de processo (CEP) é, em sua maioria, realizado por processo de amostragem. Isso se dá pois o estudo por amostras é muito mais econômico que a inspeção populacional. O CEP tem por objetivo conhecer o processo, monitorando a estabilidade e acompanhando seus parâmetros ao longo do tempo (ROSA, 2016).

Pequenas amostras são válidas e representam muito bem as populações grandes e os processos industriais, economizando tempo e recursos, e aprimorando exatidão e confiança (SAMOHYL,2009).

No presente trabalho, será estudado o CEP para a fabricação de Não Tecido, este conforme a norma NBR-13370 é uma estrutura plana, flexível e porosa, constituída de véu ou manta de fibras ou filamentos, orientados direccionalmente ou ao acaso, consolidados por processo mecânico (fricção) e/ou químico (adesão) e/ou térmico (coesão) e combinações destes (ABINT, 1999).

Portanto, nesse caso, o processo de inspeção por amostragem se torna extremamente necessário, visto que toda a análise do material resulta na destruição do item amostrado.

Para ter o controle do processo, é importante ter definido e estabelecido um padrão a ser seguido, garantir o alcance deste padrão atuando sempre que ocorrer desvios e por fim, se necessário, realizar a alteração do padrão estabelecido.

Com os dados obtidos por meio da amostragem do material, é possível estudar as características do processo e definir um padrão. Assim, possibilitando um controle eficaz da qualidade e possibilitando a atuação imediata em caso de alguma anormalidade durante a fabricação do material, deste modo, pode-se aumentar a capacidade do processo e reduzir o custo da má qualidade e tudo aquilo que este desencadeia em sua consequência.

Nesse contexto, o artigo apresenta uma pesquisa-ação realizada em uma multinacional, localizada no estado de São Paulo, fabricante de não tecido. Serão aplicados os conceitos do CEP na produção de um novo material e assim analisar se o produto acabado atende as especificações exigidas pelo cliente por meio da capacidade. Para esta definição o artigo faz uso das cartas de controle, ferramenta utilizada para o acompanhamento do processo que possibilita a identificação de causas especiais e comuns, e do controle estatístico de processo por meio da utilização do software Minitab para as definições dos limites e estudo da capacidade do processo. O não tecido possui diversas aplicações, foco na empresa em questão está na indústria de higiênicos, produzindo insumos para aplicação em fraldas e absorventes descartáveis.

2. Considerações Teóricas

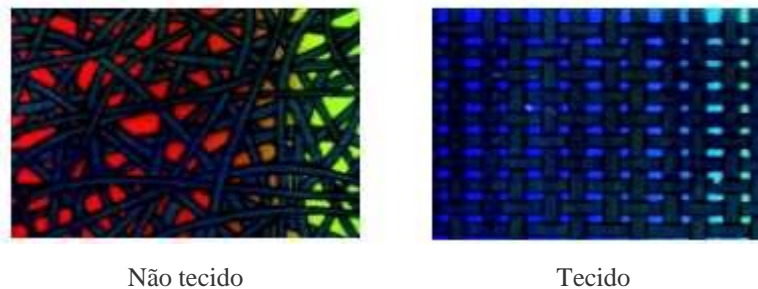
O objeto de estudo neste artigo se trata de um produto hidrofóbico de 50 gramas. A matéria prima do não tecido é polipropileno, sendo um material termoplástico. Uma das características dos polímeros é sua hidrofobia, não absorvendo substâncias líquidas.

Este tipo de não tecido tem uma característica diferenciada por receber uma gravação ou mesmo uma superfície bem lisa, são materiais compactados e sem fibras ou filamentos soltos na superfície (ABINT, 1999).

2.1 Não Tecido ou Tecido Não Tecido (TNT)

Conforme a norma ABNT/TB-392, tecido é uma estrutura produzida pelo entrelaçamento de um conjunto de fios de urdume e outro conjunto de fios de trama, formando ângulo de (ou próximo a) 90° (ABINT, 1999). Já o TNT possui trama desorganizada e aleatória na qual as fibras são unidas por calor ou pressão. A figura 1, a seguir, apresenta a estrutura de ambas as tramas.

Figura 1 – Diferença entre não tecido e tecido

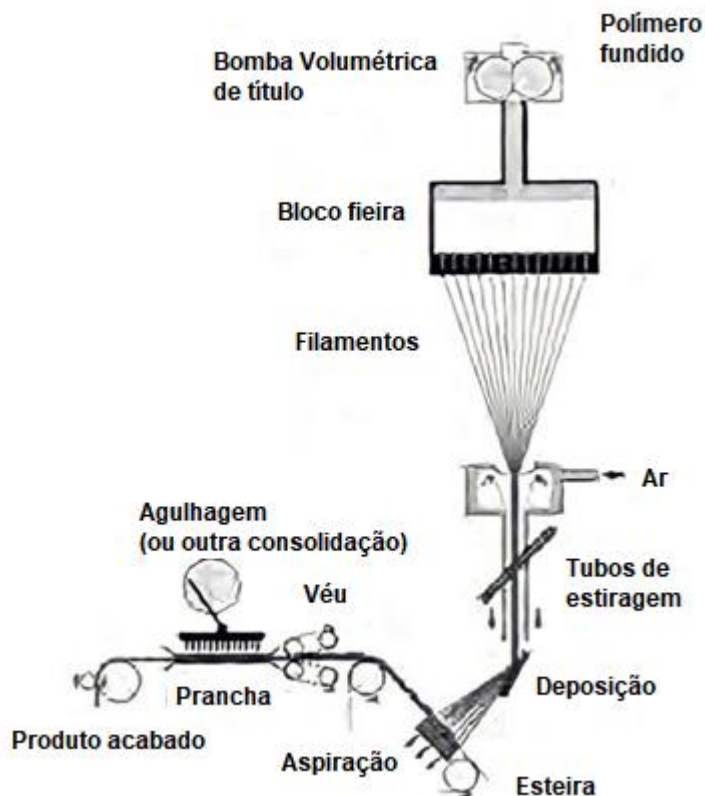


Fonte: ABINT, 1999

Para a fabricação de não tecido existem diversas tecnologias, no presente trabalho o TNT estudo é produzido via extrusão.

Este processo trabalha com matéria-prima na forma de polímeros (materiais plásticos). No processo *Spunweb/Spunbonded*, apresentado na figura 2 abaixo, um polímero termoplástico é fundido através de uma “fieira”, resfriado e estirado, e posteriormente é depositado sobre uma esteira em forma de véu ou manta (ABINT, 1999).

Figura 2 - Processo de fabricação *Spunweb / Spunbonded* - Consolidação por agulhagem ou calandragem.

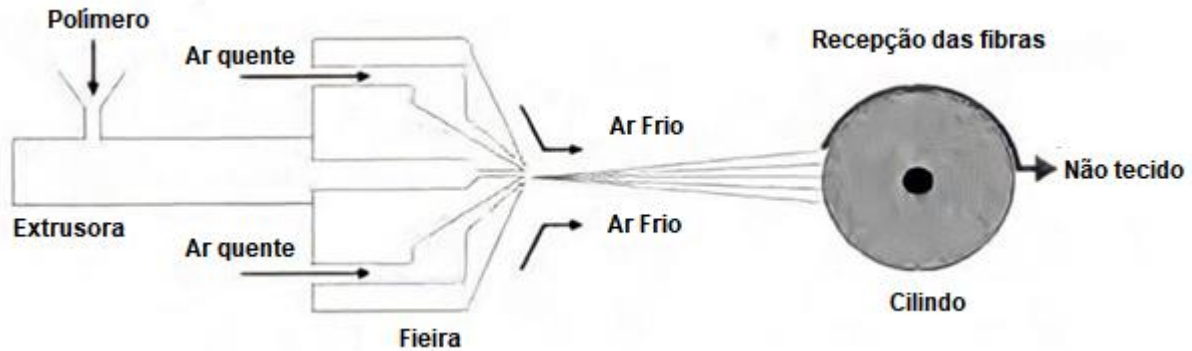


Fonte: ABINT, 1999

No processo *Meltblown*, figura 3 a seguir, um polímero termoplástico é fundido através de uma “fieira” com orifícios muito pequenos, e imediatamente um fluxo de ar quente rapidamente

solidifica a massa em fibras muito finas, que são sopradas em alta velocidade para uma tela coletora formando a manta (ABINT, 1999).

Figura 3 - Processo de fabricação *Meltblown*



Fonte: ABINT, 1999

O TNT se caracteriza por suas propriedades mecânicas, para o TNT estudado, fez-se o uso das seguintes propriedades físicas:

- Gramatura: medida em massa em gramas por metros quadrado;
- Resistência: Resistência a tração pela carga aplicada no momento da ruptura.
- Alongamento: Porcentual do comprimento do material sob tração.
- Permeabilidade ao Ar: Volume de ar que atravessa o TNT sob pressão.
- Direções MD e CD: Sendo MD da formação do TNT no sentido da máquina e CD na direção transversal.

Tais propriedades são alteradas de acordo com a finalidade de aplicação do produto e suas análises são realizadas por meio de equipamentos como balança analítica, máquina de tração e permeabilímetro.

2.2 Qualidade e Variabilidade do Processo

Processos possuem variações e estas devem ser controladas para garantir o controle de qualidade. Porém a diferença entre uma peça e outra pode ser perceptível, conseqüentemente provocando aparecimento de produtos defeituosos e fora do padrão exigido pelo cliente. Para reduzir a variabilidade do processo é necessário investigar as causas e em seguida tomar ações sob elas, assim possuindo a ciência do comportamento de variação, é possível estabelecer um padrão dentro de um parâmetro.

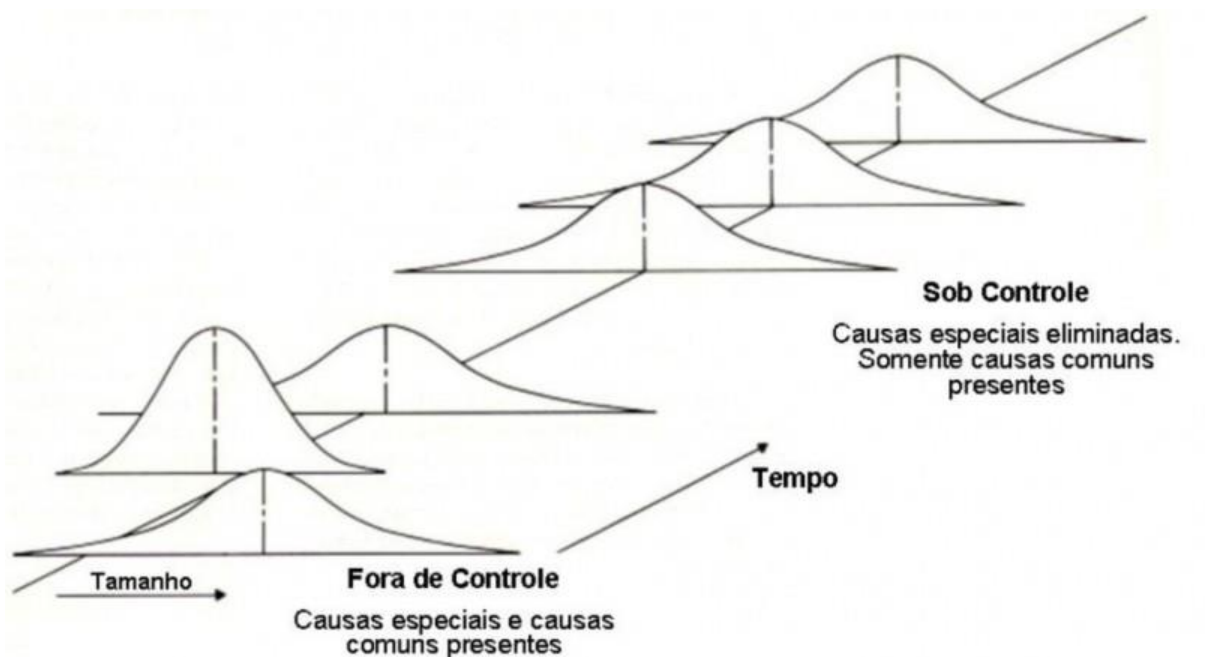
A variação durante o processo pode ocorrer devido dois fatores: As causas comuns e especiais.

Causas comuns (ou aleatórias) não provocam grandes alterações na qualidade do produto, sendo parte natural do processo de fabricação, sua eliminação é complexa e antieconômica e correspondem às pequenas variações no desempenho de máquinas, dos operadores e das características dos materiais (ROSA, 2016).

Causas especiais (ou assinaláveis) ocorrem ocasionalmente e provocam alterações sensíveis, exigindo a pronta ação corretiva, sua presença resulta nas não conformidades ou defeitos e para termos um controle do processo, é importante se ter definido e estabelecido um padrão a ser seguido, garantir o alcance deste padrão atuando sempre que ocorrer desvios e por fim, se necessário, realizar a alteração do padrão estabelecido (ROSA, 2016).

Conforme apresentado na figura 4 abaixo, se o processo apresentar apenas causas comuns é estável e o pontos amostrados devem permanecer dentro dos limites de controle. Na presença de causas especiais o processo é instável e os pontos amostrados permanecem fora dos limites de controle.

Figura 4 – Variabilidade de Processo



Fonte: Blog Nortegubisian

Na tabela 1 abaixo é apresentado resumidamente as causas comuns e especiais.

Tabela 1 – Causas comuns e especiais

Aspecto	Comum	Especial
Investimento	Pequeno	Grande
Visibilidade do problema	Grande – A natureza súbita chama a atenção de todos	Pequena – A natureza contínua faz com que todos se acostumem ao problema
Ação requerida	Restabelecer o nível anterior	Mudar para nível melhor
Dados	Simple, coleta rotineira e muito frequente	Complexos, coleta especial e pouco frequente
Análise	Simple e feita pelo pessoal próximo ao processo	Complexa e feita por pessoal técnico
Responsabilidade pela ação	Operadores, pessoal próximo ao processo	Pessoal da gerência

Fonte: Série monográfica Qualidade, José Luis Duarte Ribeiro e Carla Schwengber ten Caten.

Portanto, quando a única fonte de variação em um processo de fabricação são causas comuns, pode se afirmar que o processo está operando sob controle estatístico e garantindo a qualidade do produto final.

2.2 Cartas de Controle

Na década de 1920, Dr. Walter A. Shewhart desenvolveu o gráfico de controle (ou cartas de controle), tornando-se conhecido como o pai do controle estatístico de qualidade.

Os gráficos (cartas) de controle são ferramentas para o monitoramento da variabilidade e para a avaliação da estabilidade de um processo (WERKEMA, 1995). Com esta ferramenta é possível diferenciar as causas comuns das especiais de forma visual, determinando estatisticamente duas faixas para limites de controle, sendo uma linha para limite superior e inferior.

Os limites são divididos em dois: Os limites de especificação (LE), geralmente estabelecido pelo cliente, sendo Limite Inferior de Especificação (LIE) e Limite Superior de Especificação (LSE). E os limites de controle (LC), estes definidos pela empresa por meio de estudo estatístico

com base na variação do processo, sendo Limite Inferior de Controle (LIC) e Limite Superior de Controle (LSC).

É de extrema importância entender e diferenciar os dois tipos de limites (LE e LC), pois um processo pode estar sob controle, porém não atender as especificações exigidas pelo cliente.

Gráfico 1 – Processo estável: Dentro do controle

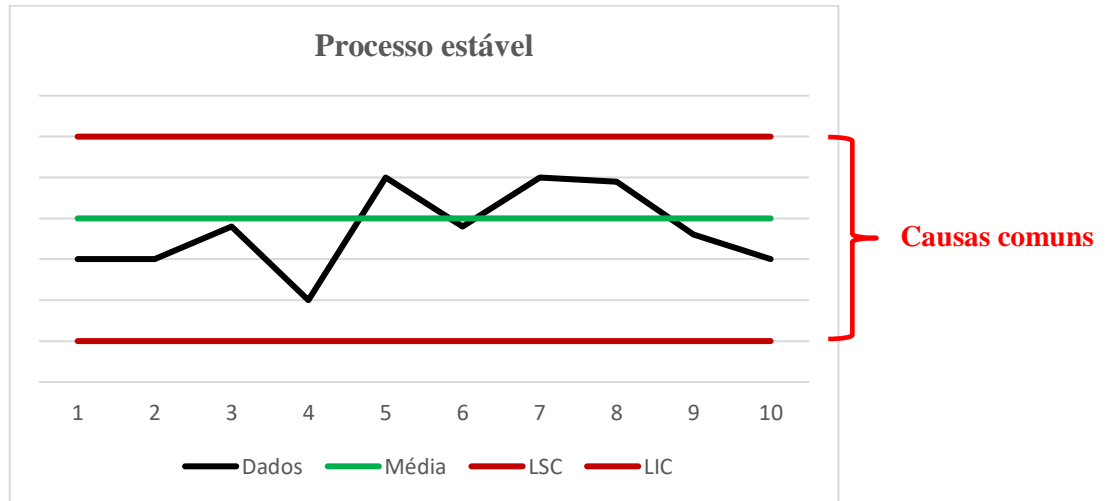
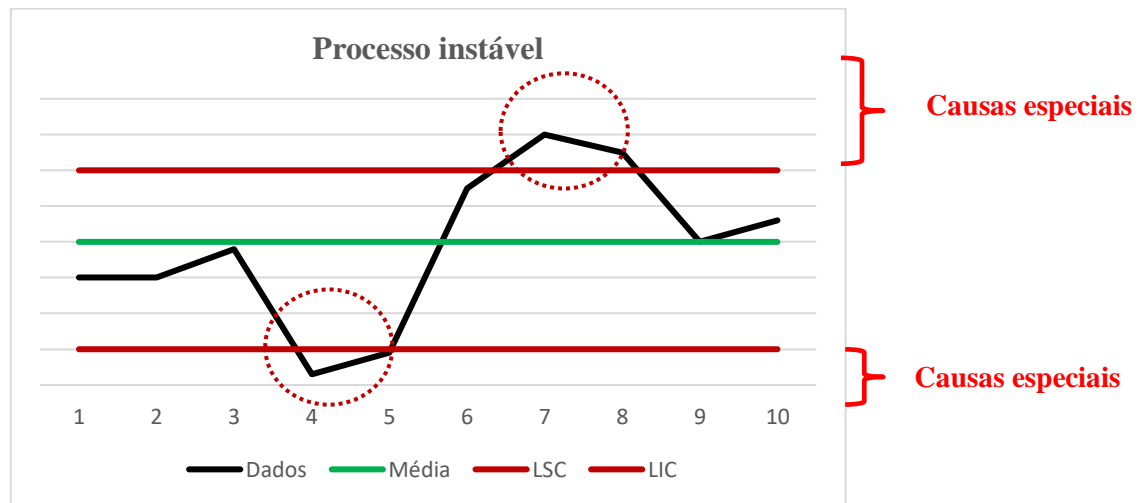


Gráfico 2 – Processo instável: Fora do controle



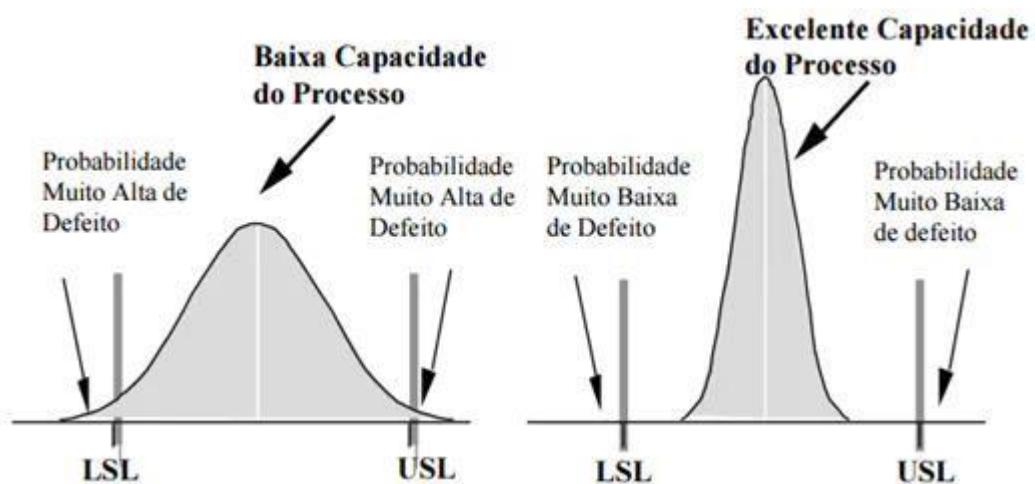
Compreende-se que os pontos fora dos limites de controle indicam que o processo está “fora de controle”, conforme gráfico 2, e alguma ação deve ser tomada, caso os pontos estejam distribuídos dentro dos limites estabelecidos no gráfico entende-se que o processo esteja “sob controle”, conforme gráfico 1.

2.3 Capacidade do processo

A capacidade (ou capabilidade) é a medida da variação de um processo dentro dos limites estabelecidos pelo cliente ou empresa. Deste modo é possível dizer se a empresa tem a capacidade de produzir o produto que atenda as especificações exigidas.

Para avaliar a capacidade compara-se a variabilidade de um determinado característica de qualidade com a especificação do produto ou processo pertinente. Assim, quanto menor a variabilidade em relação as especificações de um produto ou processo maior a capacidade de um processo (SCHISSATTI, 1998). Conforme figura 5.

Figura 5 – Capacidade do processo



Fonte: Voitto

O primeiro passo deve ser a confirmação de que eventuais dados relativos a causas especiais não fazem parte da amostra a ser utilizada para cálculo da capacidade do processo (SCHISSATTI, 1998).

Há diversos índices que podem ser utilizados para a análise da capacidade, neste artigo utilizaremos a capacidade de processo (C_p) e índice de capacidade de processo (C_{pk}).

O C_p é a distância entre o limite de especificação superior (LSE) e o limite de especificação inferior (LSE) dividido pela variabilidade natural do processo igual a seis desvios-padrão (SAMOHYL,2009). Sendo calculado da seguinte forma:

$$C_p = \frac{LSE - LSI}{6\sigma}$$

Sendo σ o desvio padrão a partir das amostragens.

Entende-se que quanto maior for o índice C_p menor a probabilidade do produto estar fora da especificação.

O Cpk mede a centralização do processo, medindo a longitude entre os limites especificados e o valor esperado. Sendo calculado da seguinte forma:

$$Cpk = \min \left(\frac{LSE \times \bar{x} - \bar{x}}{3\sigma}, \frac{\bar{x} - LIE}{3\sigma} \right)$$

Os valores resultantes do Cpk são interpretados conforma abaixo:

Cpk ≥ 1,33 capaz; Cpk ≤ 1 incapaz e Cpk 1 ≤ Cpk ≤ 1,33 razoavelmente capaz.

O índice Cpk garante nossa honestidade e um retrato mais verídico da capacidade do processo (SAMOHYL,2009).

3. Métodos

O estudo realizado para a definição dos limites de controle se trata de uma pesquisa-ação, o resultado dos dados obtidos está voltado para a análise, interpretação e aplicação utilizando o uso de métodos estatísticos com levantamento de soluções e proposta de ações.

Será definido limites de controle do processo para as propriedades: gramatura, permeabilidade ao ar, resistência e alongamento CD e MD (sendo CD e MD o sentido da manta). Os limites encontrados devem ser analisados de acordo os limites especificados pelo cliente, tabela 2.

Tabela 2 – Limites de Especificação (LE)

Propriedades	Unidade	LIE	LSE
Gramatura	g/m ²	45,0	55,0
Permeabilidade	m ³ /m ² /min	--	20,0
Alongamento CD	%	50,0	133,0
Alongamento MD	%	40,0	130,0
Resistência CD	gf/5cm	4000,0	---
Resistência MD	gf/5cm	8000,0	---

Fonte: Dados empresa

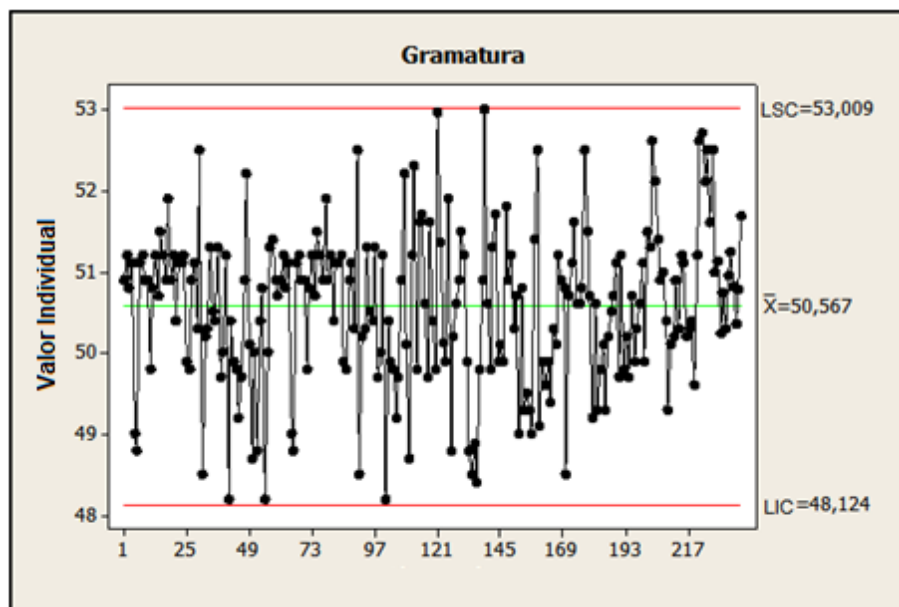
Por definição interna da empresa, a definição de limites de controle deve ser realizada após quatro campanhas de fabricação do produto para a coleta de dados, onde devem ter sido produzidos com os mesmos parâmetros de máquina.

A cada lote de material, a amostra é recolhida analisado 10 pontos ao longo da manta de não tecido, nas quatro campanhas realizadas para a fabricação obtivemos mais de mil dados para análise e definição de limites, resultando nas tabelas que se encontram em anexo. Para estudo e definição dos limites de controle, utilizou-se o software estatístico Minitab.

4. Resultados e Discussão

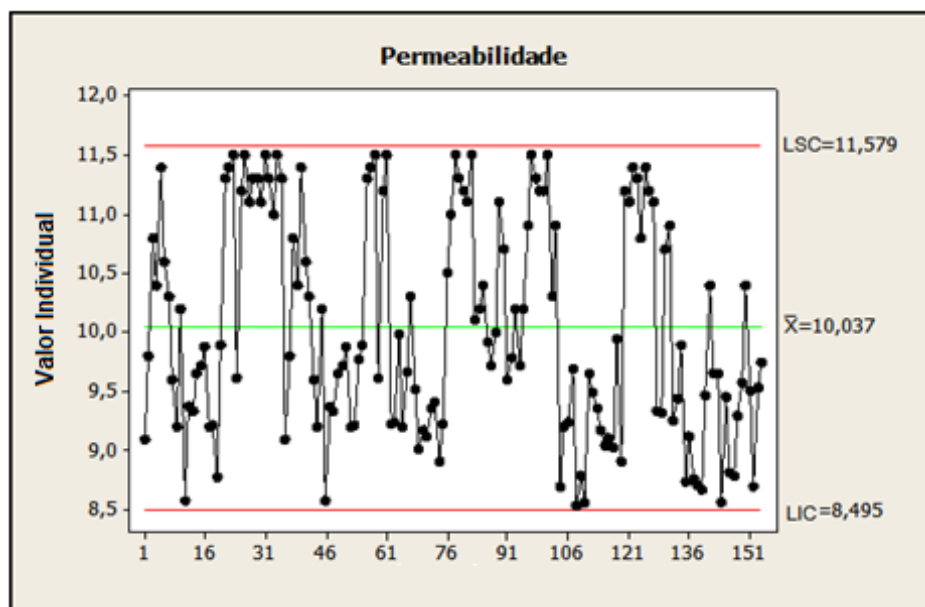
Conforme os dados dispostos nas tabelas em anexo, nota-se que apesar de ser o mesmo material e parâmetros de processo, em cada produção realizada as propriedades variam. Para controlar essa variação e garantir que o produto recebido pelo cliente esteja de acordo com sua especificação, deve-se estabelecer os limites superiores e inferiores de controle já desconsiderando as causas especiais. Utilizando valores individuais para a análise de limites, obteve-se os seguintes gráficos gerados no Minitab:

Gráfico 3: Limites de controle - Gramatura



Fonte: Dados empresa

Gráfico 4: Limites de controle - Permeabilidade

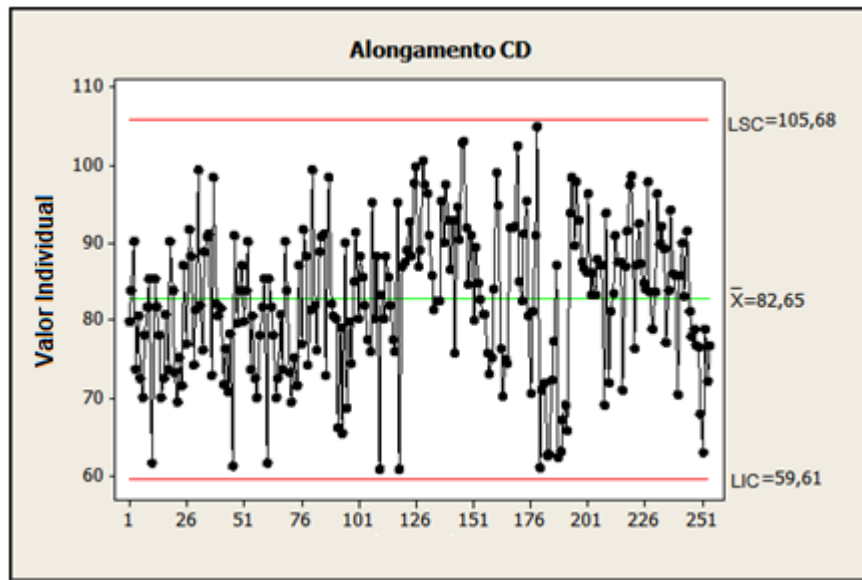


Fonte: Dados empresa

No gráfico 3 pode-se observar que os limites de gramatura estão possuindo uma variação de aproximadamente ± 3 da média de 50,567 e seus parâmetros estão dentro do especificado pelo cliente.

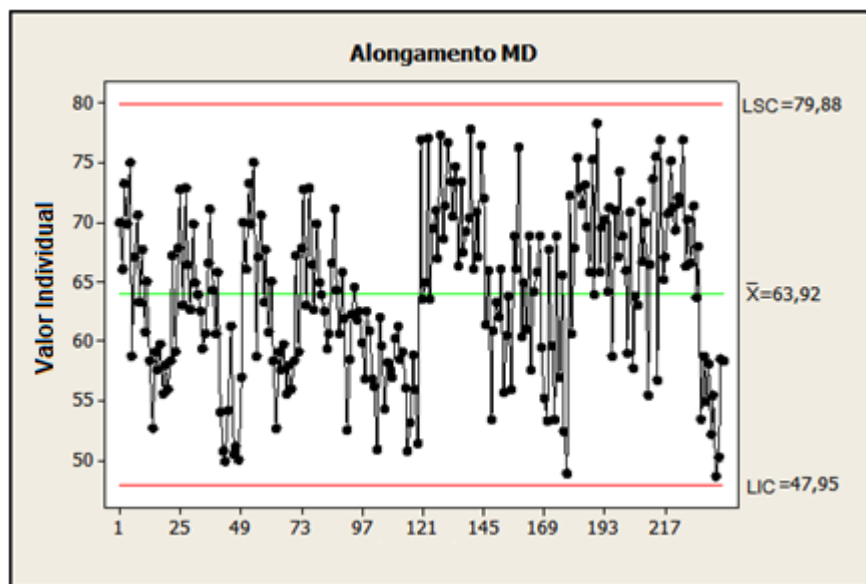
De acordo com a tabela 2, o cliente não define um limite inferior de permeabilidade ao ar, entretanto não pode ultrapassar a 20 m³/m²/min. Na análise dos dados do processo do gráfico 4, o limite superior encontrado é de 11,579 m³/m²/min.

Gráfico 5: Limites de controle – Alongamento CD



Fonte: Dados empresa

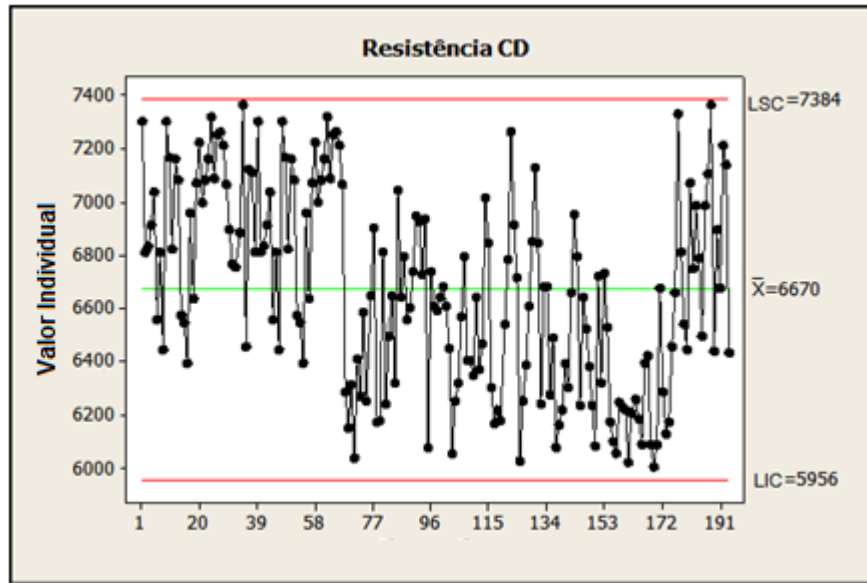
Gráfico 6: Limites de controle – Alongamento MD



Fonte: Dados empresa

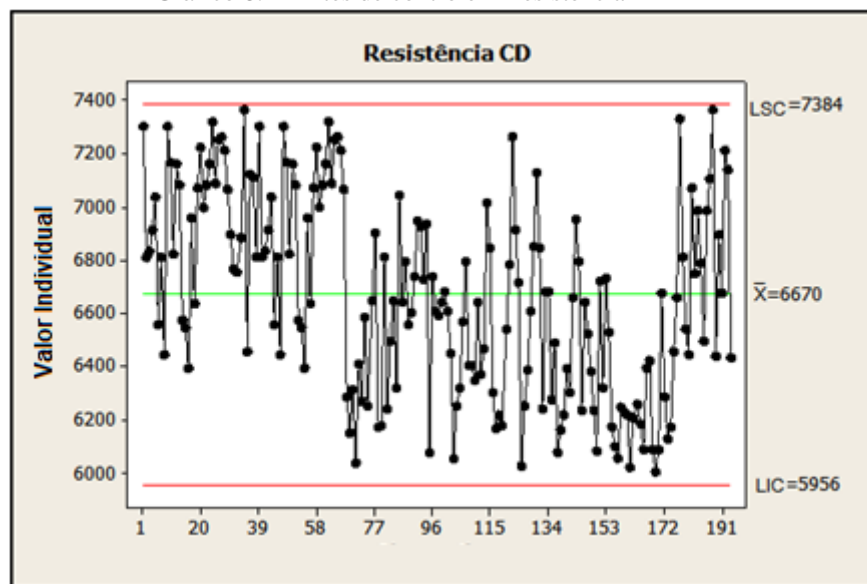
Analisando os gráficos 5 e 6 de acordo com a tabela 2 observa-se que os limites de controle estão dentro do exigido pelo cliente.

Gráfico 7: Limites de controle – Resistência CD



Fonte: Dados empresa

Gráfico 8: Limites de controle – Resistência MD



Fonte: Dados empresa

Não é exigido limite superior de controle para as resistências CD e MD, conforme a tabela 2. De acordo com os gráficos 7 e 8 o limite inferior está dentro do imposto pelo cliente. Em geral, analisando os gráficos acima, observa-se que os limites estão sob controle estatístico de processo. Nota-se uma variação entre os pontos e a média em todos os gráficos apresentados,

isto se dá devido ao fato do não tecido ser um material não uniforme, possuindo variações ao longo da manta. Com esse estudo, obteve-se os seguintes dados, que foram propostos para as futuras fabricações desse material.

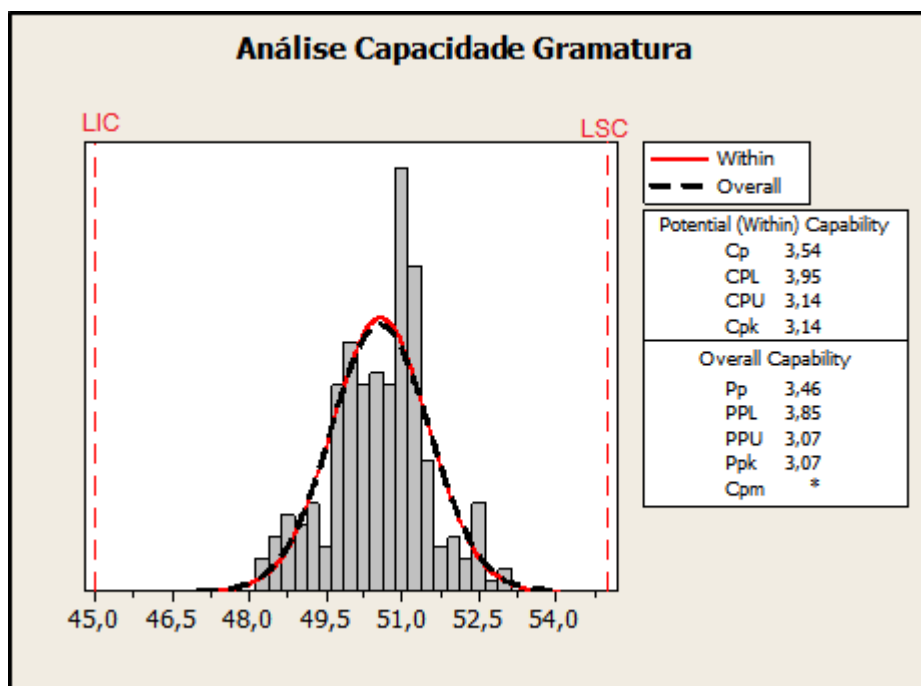
Tabela 3: LIC e LSC

Propriedades	Unidade	LIC	LSC
Gramatura	g/m ²	48,1	53,0
Permeabilidade	m ³ /m ² /min	8,5	11,6
Alongamento CD	%	59,6	105,7
Alongamento MD	%	48,0	79,9
Resistência CD	gf/5cm	5956,0	7384,0
Resistência MD	gf/5cm	10952,0	13021,0

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

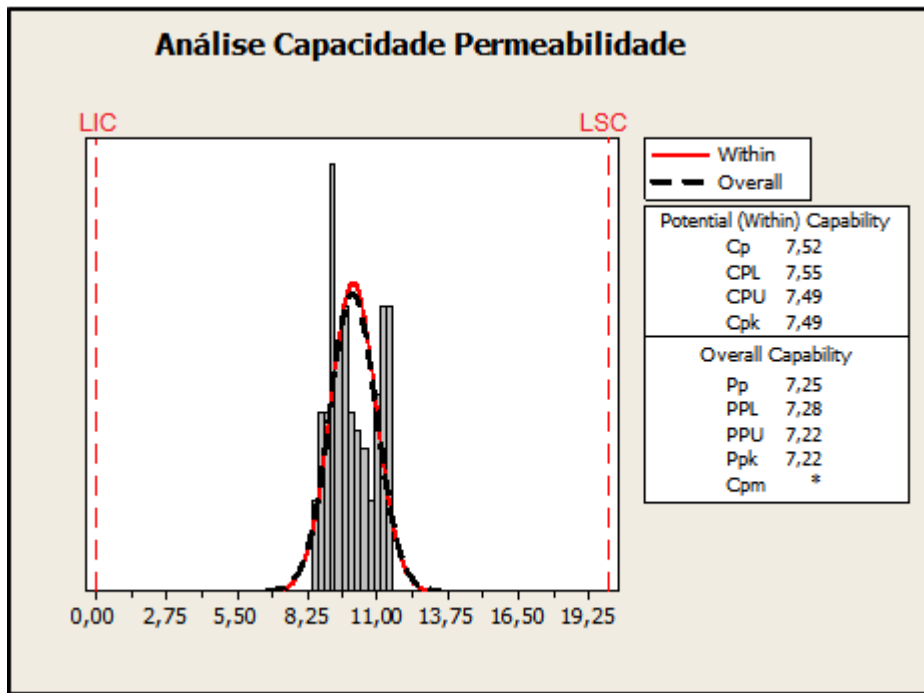
Após o estudo da variação e definição dos limites de controle se fez o estudo de capacidade do processo para cada propriedade utilizando os limites de especificação da tabela 2 de acordo com os dados das tabelas em anexo resultando nos gráficos abaixo.

Gráfico 9: Capacidade de Processo: Gramatura



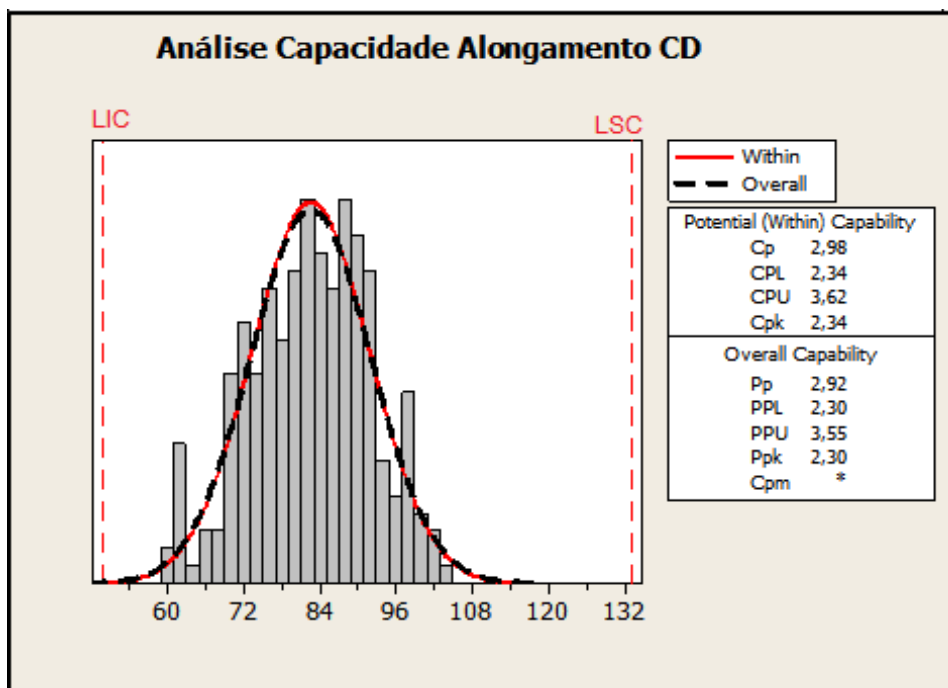
Fonte: Dados empresa

Gráfico 10: Capacidade de Processo: Permeabilidade



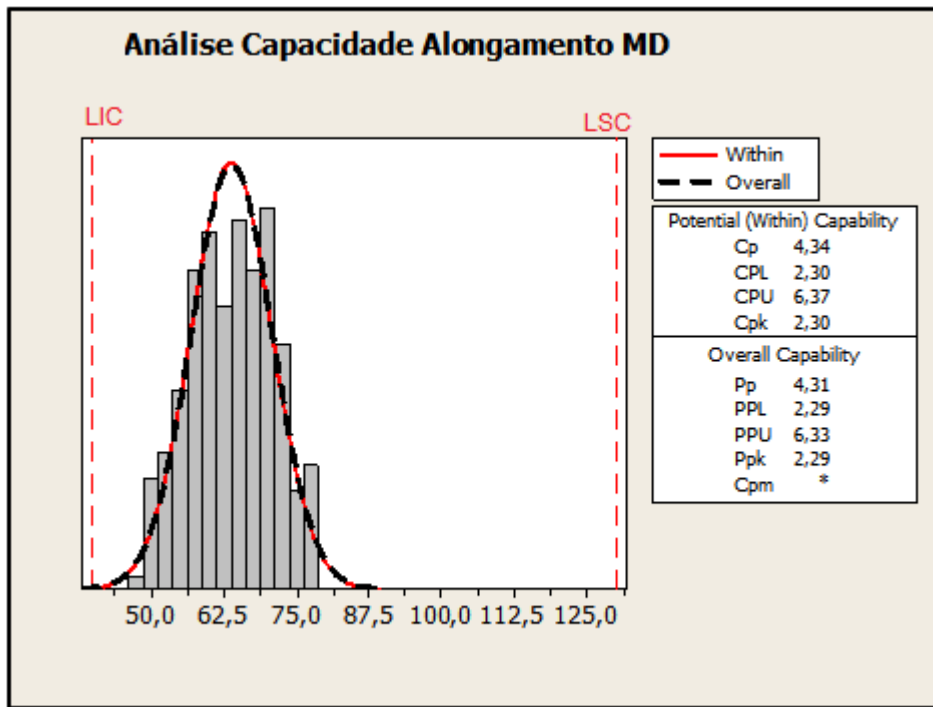
Fonte: Dados empresa

Gráfico 11: Capacidade de Processo: Alongamento CD



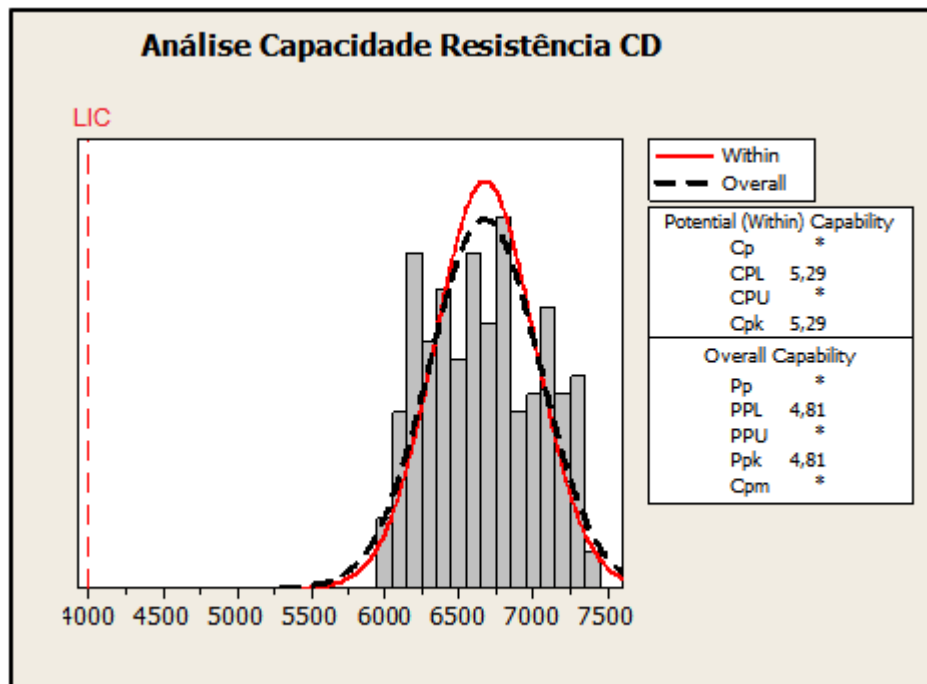
Fonte: Dados empresa

Gráfico 12: Capacidade de Processo: Alongamento MD



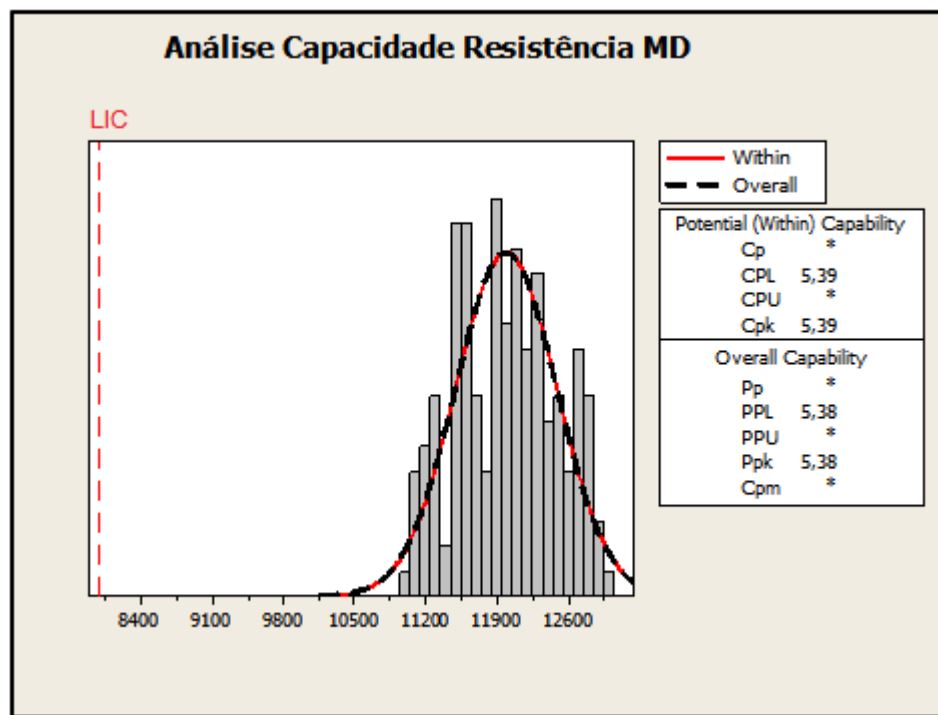
Fonte: Dados empresa

Gráfico 13: Capacidade de Processo: Resistência CD



Fonte: Dados empresa

Gráfico 14: Capacidade de Processo: Resistência MD



Fonte: Dados empresa

Analisando os gráficos de capacidade (do 9 ao 14), observa-se que todos possuem Cpk superior a $\geq 1,33$, indicando que o processo é capaz. Os índices de Cp próximo ao igual ao Cpk indica que a variação do processo está centrada, o que é satisfatório. Os gráficos 13 e 14 por não possuir os limites superior de controle, não é possível medir o índice Cp. Nota-se que a análise de capacidade da permeabilidade ao ar (gráfico 10), comparado aos demais gráficos de capacidade, possui baixa variação e sua distribuição está muito bem centrada em relação as faixas de limites.

Entretanto, analisando a faixa de dados dos gráficos 12, 13 e 14 nota-se que os dados do processo estão muito distantes da faixa de limite de especificação. Isto se dá devido a um possível erro de projeto de produto e seus limites devem ser reanalisados em conjunto com o cliente para que o produto final não gere possíveis falhas.

6. Conclusão

A qualidade tem como seu principal objetivo atender a necessidade do cliente, para isto é necessário reduzir as taxas de falhas durante o processo de fabricação e padronizar o produto atendendo a especificação.

O presente artigo buscou apresentar uma visão geral da qualidade, utilizando o CEP e as cartas de controle como ferramenta de análise e definição dos limites de controle. Fez-se o estudo da capacidade para verificar se o processo atende os limites de especificação.

O objeto de estudo foi o TNT 50 gramas hidrofóbico, material em desenvolvimento na empresa estudada e, portanto, não possuía definições de limites de controle para sua produção. Conforme política da empresa, as definições das variáveis de controle são realizadas após quatro campanhas de produções do produto em época diferentes, porém com mesmos parâmetros de máquina.

Os limites de controle obtidos nesta pesquisa-ação foram apresentados e implementados no controle estatístico da empresa para as futuras produções deste novo material. Segundo o estudo da capacidade de processo é possível atender a especificação do cliente, contudo a faixa de limites das propriedades de alongamento MD e resistência CD e MD devem ser reanalisadas em conjunto com o cliente para evitar possíveis problemas no produto final. Por se tratar de um material em desenvolvimento e suscetível a modificações o levantamento de dados e análise de suas propriedades deverá ser contínuo para acompanhamento do processo. Até a finalização deste artigo, o produto não tinha sido produzido novamente.

Por fim, entende-se que estudo e aplicabilidade do CEP em conjunto com as demais ferramentas da qualidade é de extrema importância para promover a melhoria e diminuição da variabilidade em um processo de fabricação.

REFERÊNCIAS

ABINT. **Manual de Não Tecidos**. Disponível em: http://www.abint.org.br/pdf/Manual_ntecidos.pdf. Acesso em: 27 nov. 2020.

BLOG DA QUALIDADE. **Variabilidade de Processos**. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/variabilidade-de-processos/>. Acesso em: 10 abr. 2021.

CITISYSTEMS. **Cp e Cpk – Índices de Capacidade de um processo**. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/cpk-indice-capacidade-performance-processo/>. Acesso em: 15 mai. 2021.

FM2S. **Como surgiram os Gráficos de Controle? O que são?** Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/como-surgiram-os-graficos-de-controle-o-que-sao/>. Acesso em: 2 abr. 2021

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick; FLEURY, Afonso; MELLO, Carlos Henrique Pereira; NAKANO, Davi Noboru; LIMA, Edson Pinheiro de; TURRIONI, João Batista; HO, Linda Lee; MORABITO, Reinaldo;

MARTINS, Roberto Antonio; SOUSA, Rui; COSTA, Sérgio E. Gouvêa da; PUREZA, Vitória. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2. ed.: ELSEVIER, 2012. 265 p.

MINITAB. **Introdução ao Minitab 19 para Windows**. Disponível em: https://www.minitab.com/content/dam/www/en/uploadedfiles/documents/getting-started/Minitab19GettingStarted_PT.pdf. Acesso em: 15 mai. 2021.

MINITAB. **O que são limites de controle?**. Disponível em: <https://support.minitab.com/pt-br/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/control-charts/supporting-topics/basics/what-are-control-limits/>. Acesso em: 29 mai. 2021.

NORTEGUBISIAN. **Controle Estatístico: Garantindo a Qualidade do Processo**. Disponível em: <https://www.nortegubisian.com.br/blog/control-e-statistico-garantindo-a-qualidade-do-processo>. Acesso em: 2 abr. 2021.

PORTAL ACTION. **Gráficos ou Cartas de Controle**. Disponível em: <http://www.portalaction.com.br/control-e-statistico-do-processo/graficos-ou-cartas-de-control-e>. Acesso em: 2 abr. 2021.

RIBEIRO, José Luis Duarte; CATEN, Carla Sch wengber ten. **Controle Estatístico do Processo**. 1-172 p. Série Monográfica Qualidade (Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção) - FEENG/UFRGS – Fundação Empresa Escola de Engenharia da UFRGS, Porto Alegre, RS, 2012.

ROSARIO, Keivison Pinto do; DANTAS, Larissa Moraes; OEIRAS, Eriem do Nascimento. **Aplicação do controle estatístico de processo no monitoramento do peso médio de polpas de frutas: um estudo realizado em uma empresa de médio porte**. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, CE, p. 1-16, 2015.

ROSA, Leandro Cantorski da. **Introdução ao controle estatístico de processos**.: Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciencia - Editora UFSM, 2016. 152 p.

SAMOHYL, Robert Wayne. **Controle Estatístico de Qualidade**. 1. ed.: Elsevier, 2009.

SANTOS, Anderson Gomes dos; NETO, Hélio Cavalcanti Albuquerque; LACERDA, Edivan Ferreira de; LUNA, Weidson do Amaral; FURLANETTO, Egidio Luiz. **A Importância dos Gráficos de Controle para Monitorar a Qualidade dos Processos Industriais: Estudo de Caso Numa Indústria Metalúrgica**. XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, BA, p. 1-14, 6 out. 2009.

SCHISSATTI, Mácio Luiz. Uma Metodologia **de Implantação de Carta de Shewharts Para o Controle de Processos**. Florianópolis:UFSC,1998. 104p.Dissertação Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis,1998.

VOITTO. **Aprenda o que é e como analisar a Capabilidade do processo**. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/capabilidade-do-processo>. Acesso em: 15 mai. 2021.

WERKEMA, Maria C. C. **Ferramentas Estatísticas Básicas Para o Gerenciamento de Processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia, v. 2, 1995.

ANEXO

Tabela 4: Dados da gramatura

Gramatura (g/m ²)									
50,9	48,5	50,9	48,5	53,0	50,7	50,6	50,2	51,1	52,5
51,2	50,2	51,2	50,2	51,4	49,0	49,3	50,9	51,4	51,0
50,8	50,3	50,8	50,3	50,1	50,8	49,8	50,3	51,1	51,7
51,1	51,3	51,1	51,3	49,9	49,3	50,1	51,2	51,6	49,9
49,0	50,5	49,0	50,5	51,9	49,5	49,3	51,1	50,9	49,8
48,8	50,4	48,8	50,4	48,8	49,3	50,2	50,2	51,5	48,2
51,1	51,3	51,1	51,3	50,2	49,0	50,5	50,3	50,4	50,0
51,2	49,7	51,2	49,7	50,6	51,4	50,7	50,4	50,3	49,9
50,9	50,0	50,9	50,0	50,9	52,5	51,1	49,6	50,9	49,8
50,9	51,2	50,9	51,2	51,5	49,1	49,7	51,2	50,3	51,7
49,8	48,2	49,8	48,2	51,2	49,9	51,2	52,6	50,4	50,6
50,8	50,4	50,8	50,4	49,9	49,6	49,8	52,7	51,2	50,1
51,2	49,9	51,2	49,9	48,8	49,9	50,2	52,1	50,7	49,9
50,7	49,8	50,7	49,8	48,5	49,4	49,7	52,5	49,3	50,6
51,5	49,2	51,5	49,2	47,9	50,3	50,7	51,6	52,5	50,8
51,2	49,7	51,2	49,7	48,4	50,1	49,9	52,5	50,7	51,4
50,9	50,9	50,9	50,9	49,8	51,2	50,3	51,0	52,5	50,9
51,9	52,2	51,9	52,2	50,9	50,9	50,6	51,1	49,8	50,4
50,9	50,1	50,9	50,1	53,0	50,8	51,1	50,2	50,3	50,8
51,2	48,7	51,2	48,7	50,6	48,5	49,9	50,7	49,2	49,7
50,4	50,0	50,4	51,2	49,8	50,7	51,5	50,3	50,1	51,8
51,1	48,8	51,1	52,3	51,3	51,1	51,3	51,0	50,9	
51,1	50,4	51,1	49,8	51,7	51,6	52,6	51,2	51,3	
51,2	50,8	51,2	51,6	49,9	50,6	52,1	50,8	50,9	

Fonte: Dados empresa

Tabela 5: Dados de Permeabilidade ao Ar

Permeabilidade ao Ar (m ³ /m ² /min)									
9,1	9,2	11,0	9,7	9,2	11,1	11,5	9,4	9,3	9,5
9,8	9,2	11,5	9,7	9,7	11,5	11,3	9,2	10,7	8,8
10,8	8,8	11,3	9,9	10,3	10,1	11,2	9,0	10,9	8,8
10,4	9,9	9,1	9,2	9,5	10,2	11,2	9,1	9,3	9,3
11,4	11,3	9,8	9,2	9,0	10,4	11,5	9,0	9,4	9,6
10,6	11,4	10,8	9,8	9,2	9,9	10,3	9,9	9,9	10,4
10,3	11,5	10,4	9,9	9,1	9,7	10,9	8,9	8,7	9,5
9,6	9,6	11,4	11,3	9,4	10,0	8,7	11,2	9,1	8,7
9,2	11,2	10,6	11,4	9,4	11,1	9,2	11,1	8,8	9,5
10,2	11,5	10,3	11,5	8,9	10,7	9,2	11,4	8,7	9,8
8,6	11,1	9,6	9,6	9,2	9,6	9,7	11,3	8,7	
9,4	11,3	9,2	11,2	10,5	9,8	8,5	10,8	9,5	
9,3	11,3	10,2	11,5	11,0	10,2	8,8	11,4	10,4	
9,7	11,1	8,6	9,2	11,5	9,7	8,6	11,2	9,7	
9,7	11,5	9,4	9,2	11,3	10,2	9,7	11,1	9,7	
9,9	11,3	9,3	10,0	11,2	10,9	9,5	9,3	8,6	

Fonte: Dados empresa

Tabela 6: Dados de Alongamento CD

Alongamento CD (%)									
79,72	76,90	79,72	76,90	80,15	99,68	80,06	70,62	96,29	84,03
83,74	91,56	83,74	91,56	88,22	86,93	89,36	81,13	83,15	97,66
90,05	88,19	90,05	88,19	85,54	88,98	84,67	90,77	86,12	83,63
73,60	74,31	73,60	74,31	81,91	100,49	82,64	104,79	83,28	78,77
80,63	81,36	80,63	81,36	77,48	97,39	80,83	61,12	87,85	83,60
72,45	99,29	72,45	99,29	75,87	96,25	80,83	71,01	87,13	96,29
70,09	81,95	70,09	81,95	94,99	90,85	75,77	71,99	87,03	89,67
77,97	76,06	77,97	76,06	80,14	85,61	73,17	62,51	69,02	91,94
81,64	88,72	81,64	88,72	88,23	81,30	75,26	62,79	93,67	89,09
85,30	90,61	85,30	90,61	60,89	82,41	84,05	72,26	71,96	77,13
61,58	91,12	61,58	91,12	83,22	82,53	98,89	77,36	81,11	83,86
85,30	72,86	85,30	72,86	80,15	95,32	94,67	87,03	83,33	94,14
81,64	98,36	81,64	98,36	88,22	89,81	76,41	62,30	90,85	85,93
77,97	81,99	77,97	81,99	85,54	97,26	70,27	63,18	87,40	85,77
70,09	80,64	70,09	80,64	81,91	92,86	74,94	67,17	87,38	70,47
72,45	81,40	72,45	80,12	77,48	86,38	74,36	69,03	71,00	85,77
80,65	71,76	80,65	66,26	75,87	92,76	91,87	65,92	86,80	89,82
73,60	76,36	73,60	78,97	94,99	75,81	91,87	93,82	91,36	82,95
90,05	70,85	90,05	65,42	60,89	94,51	91,94	98,31	97,33	91,44
83,76	78,23	83,76	89,89	86,86	90,36	102,33	89,48	98,41	81,09
73,36	61,30	73,36	68,62	87,48	102,78	84,94	97,83	76,33	77,82
69,41	90,95	69,41	79,84	89,02	102,92	82,37	92,80	87,00	78,90
62,91	78,74	72,10	76,64	71,54	87,13	83,73	87,11	71,54	87,13
84,94	88,10	97,55	84,48	90,90	95,34	80,56	86,64	86,16	87,32
75,18	79,61	75,18	74,49	92,66	91,83	91,08	87,33	92,33	76,73

Fonte: Dados empresa

Tabela 7: Dados de Alongamento MD

Alongamento MD (%)									
69,93	63,02	66,02	72,86	56,85	70,98	61,98	65,50	65,94	70,18
66,02	72,86	73,26	66,40	56,18	66,90	66,00	52,45	59,00	66,57
73,26	66,40	69,88	62,72	50,91	77,26	55,76	48,92	70,79	71,32
69,88	62,72	74,94	69,81	62,01	68,58	60,46	72,26	57,75	63,65
74,94	69,81	58,75	64,91	59,57	71,40	63,83	60,61	63,82	68,00
58,75	64,91	67,01	63,93	54,35	76,59	56,01	67,79	63,02	53,50
67,01	63,93	70,56	62,54	58,20	73,34	68,82	75,39	71,73	58,76
70,56	62,54	63,30	59,34	57,63	70,41	66,08	72,82	66,64	55,01
63,30	59,34	67,75	60,70	57,00	74,57	76,29	71,51	69,94	58,15
67,75	60,70	60,80	66,62	60,26	66,25	60,35	73,13	55,53	52,16
60,80	66,62	65,02	71,07	61,26	73,39	64,93	69,56	66,41	55,49
65,02	71,07	58,33	64,35	58,48	67,50	61,08	65,86	73,56	48,71
58,33	64,35	52,72	60,64	59,17	69,26	68,85	75,31	75,50	50,26
52,72	60,64	59,13	65,76	56,12	70,32	57,56	63,93	56,76	58,56
59,13	65,76	57,64	61,93	50,78	77,77	64,17	78,32	76,94	58,40
57,64	54,05	59,74	52,54	53,16	66,12	65,78	65,77	65,13	72,76
59,74	50,77	55,60	58,55	58,94	70,89	68,79	69,59	67,05	69,93
55,60	49,93	57,99	62,23	55,96	67,12	59,48	70,23	70,76	63,02
57,99	54,21	56,02	64,52	51,49	76,34	55,19	64,12	75,14	60,89
56,02	61,27	58,37	61,76	76,86	71,98	53,33	71,20	71,27	69,42
58,37	50,58	67,13	62,59	63,48	61,36	67,75	58,69	69,32	63,24
67,13	51,14	59,07	59,93	64,94	65,96	59,63	70,92	72,09	57,03
59,07	50,08	67,78	56,85	76,99	53,44	53,49	67,05	71,63	68,77
67,78	56,99	72,76	62,56	63,48	60,90	68,81	74,24	76,88	66,33

Fonte: Dados empresa

Tabela 8: Dados de Resistência CD

Resistência CD									
7300,6	6995,6	6832,2	7159,0	6242,5	6608,2	6784,0	6306,3	6024,7	7071,9
6808,9	7079,6	6913,1	7317,7	6496,1	6451,0	7261,7	6658,0	6208,3	6749,8
6832,2	7159,0	7034,5	7084,3	6650,2	6057,4	6914,7	6952,0	6261,2	6984,7
6913,1	7317,7	6559,9	7250,8	6323,4	6253,4	6717,1	6791,8	6185,0	6790,2
7034,5	7084,3	6813,6	7263,6	7039,2	6321,9	6027,8	6237,9	6088,5	6497,7
6559,9	7250,8	6443,2	7212,0	6642,4	6570,8	6251,9	6639,3	6393,5	6987,8
6813,6	7263,6	7299,3	7064,0	6796,4	6793,3	6387,2	6525,7	6421,5	7104,5
6443,2	7212,0	7164,0	6289,2	6555,3	6407,5	6609,7	6382,6	6088,5	7362,8
7299,3	7064,0	6821,3	6153,8	6600,4	6407,5	6849,4	6237,9	6007,6	6441,7
7164,0	6896,0	7157,4	6315,7	6740,4	6351,4	7124,8	6083,8	6090,0	6892,9
6821,3	6763,8	7079,6	6041,8	6944,3	6642,4	6843,1	6720,2	6676,6	6676,6
7157,4	6752,9	6577,1	6413,7	6922,5	6370,1	6242,5	6321,9	6287,6	7208,8
7079,6	6886,7	6549,1	6272,1	6724,9	6466,6	6681,3	6729,5	6127,4	7138,8
6577,1	7362,8	6393,5	6587,9	6936,5	7011,2	6681,3	6527,3	6175,6	6432,4
6549,1	6455,7	6955,2	6253,4	6079,1	6843,1	6278,3	6175,6	6454,1	
6393,5	7121,6	6637,7	6648,6	6735,8	6304,8	6491,5	6099,4	6659,5	
6955,2	7110,8	7067,2	6902,3	6609,3	6171,0	6079,6	6054,3	7330,1	
6637,7	6812,0	7221,2	6177,2	6591,1	6222,3	6166,3	6248,7	6808,9	
7067,2	7300,6	6995,6	6180,3	6639,3	6181,8	6220,7	6228,5	6538,2	
7221,2	6808,9	7079,6	6812,4	6682,9	6541,6	6396,6	6217,6	6446,4	

Fonte: Dados empresa

Tabela 9: Dados de Resistência MD

Resistência MD									
11557,7	12167,6	12726,2	11680,6	11797,3	12598,6	12086,7	12766,7	11478,3	11585,7
11658,8	11475,2	12413,5	11984,0	11963,8	12716,9	11690,0	12181,6	11297,9	12483,5
12301,4	11923,3	12444,6	11472,1	12215,9	12716,9	12751,1	12086,7	11055,1	12545,7
11612,2	11587,3	11730,4	11221,6	11945,1	12620,4	12752,7	12119,4	11635,5	12349,7
11915,6	12127,2	11577,9	11078,5	11554,6	12707,6	12668,7	12472,6	11266,7	11750,6
11150,0	11921,8	11546,8	12508,4	11455,0	11904,7	12620,4	12026,0	11285,4	12716,9
11680,6	11797,3	12015,2	12435,3	12271,9	11251,6	12727,8	12637,5	11451,9	12461,7
11984,0	11963,8	11638,6	12290,6	12124,1	12461,1	12749,6	12769,8	11318,1	11736,6
11472,1	12215,9	11640,2	12282,8	11498,6	11954,7	12852,3	12564,4	11260,5	
11221,6	11945,1	12180,1	11889,1	12226,8	11082,0	12111,6	12811,8	11512,6	
11078,5	11554,6	11313,4	11870,5	11977,8	12858,5	12500,6	12394,8	11419,2	
12508,4	11455,0	11109,6	12341,6	12086,7	12145,9	12992,3	12779,1	11262,1	
12435,3	12271,9	11557,7	12167,6	12726,2	11993,4	12785,4	12052,5	11493,9	
12290,6	12124,1	11658,8	11475,2	12413,5	12270,3	12296,8	12007,4	11167,2	
12282,8	11498,6	12301,4	11923,3	12444,6	11238,7	12805,6	12158,3	11657,3	
11889,1	12226,8	11612,2	11587,3	12861,6	11515,7	11859,6	12127,2	11395,9	
11870,5	11977,8	11915,6	12127,2	11758,4	12141,2	11553,0	11478,3	12175,4	
12341,6	12086,7	11150,0	11921,8	12678,0	11884,5	11881,3	11635,5	11776,4	

Fonte: Dados empresa