INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE INFRAESTRUTURA E TERRITÓRIO (ILATIT)

ENGENHARIA QUÍMICA

INDÚSTRIA DE NITROCELULOSE

CRISTIAN ACKER GODOY
DONALD MOLLUCE
GABRIELA CRIVOI FIORI
GUSTAVO ALEJANDRO DUARTE HASPER
VINÍCIUS CAMPOS DE NOVAIS

Foz do Iguaçu - PR

2019

CRISTIAN ACKER GODOY
DONALD MOLLUCE
GABRIELA CRIVOI FIORI
GUSTAVO ALEJANDRO DUARTE HASPER
VINÍCIUS CAMPOS DE NOVAIS

PRODUÇÃO DE NITROCELULOSE A PARTIR DA NITRAÇÃO (ESTERIFICAÇÃO) DA CELULOSE COM MISTURA SULFONÍTRICA

Projeto apresentado como requisito parcial para a aprovação na disciplina de Projeto de Engenharia Química, ministrada pela Profª. Drª. Ivana Helena da Cruz, no curso de Bacharelado em Engenharia Química.

Foz do Iguaçu – PR
2019

CRISTIAN ACKER GODOY
DONALD MOLLUCE
GABRIELA CRIVOI FIORI
GUSTAVO ALEJANDRO DUARTE HASPER
VINÍCIUS CAMPOS DE NOVAIS

PRODUÇÃO DE NITROCELULOSE A PARTIR DA NITRAÇÃO (ESTERIFICAÇÃO) DA CELULOSE COM MISTURA SULFONÍTRICA

Projeto de uma Indústria apresentado a disciplina de Projeto de Engenharia Química do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

BANCA EXAMINADORA

Leonardo S. Arrieche
Prof. Dr. Leonardo da Silva Arrieche

Karina C Valverde
Profa. Dra. Karina Cardoso Valverde

Ivana Helena da Cruz
Profa. Dra. Ivana Helena da Cruz

Foz do Iguaçu, 10 de julho de 2019.

RESUMO

A produção de nitrocelulose é uma área crescente no Brasil, pois suas diversas aplicações fazem dela uma matéria prima muito adquirida pelas indústrias, tais como a indústria bélica, farmacêutica, cosmética, couro, madeira, repintura automotiva, entre outras. A Nitro Brás é uma empresa que visa produzir nitrocelulose a partir de linter de algodão, obtendo produto de alta qualidade e voltada para o mercado nacional. O produto gerado pela Nitro Brás vem de uma fonte orgânica e os ácidos utilizados para extrair a nitrocelulose dos linters são separados da água, com uma eficiência suficiente para reutilizá-la na geração de vapor e no resfriamento do nitrador, conforme for necessário. Além disso, os ácidos e as águas utilizadas para lavagem serão tratados em uma estação de tratamento de efluentes de maneira adequada atendendo os padrões de despejo no meio ambiente. Mensalmente, a Nitro Brás processará 26.400 kg de linter de algodão, produzindo cerca de 35.310 kg de nitrocelulose, gerando um lucro bruto de R$74.903,02 por mês para a empresa. Devido a fatores como a disponibilidade de mão de obra especializada, facilidade de recebimento de matéria-prima, distribuição do produto final, bem como, ter os melhores incentivos fiscais, dentro das cidades estudadas, a Nitro Brás será situada na cidade de Curitiba, capital do Estado do Paraná, e contará com uma área de 3.000 m^2. O investimento inicial para a implantação da empresa será de R$3.730.489,04, valor este que possui uma previsão de retorno de 4 anos e 3 meses.

Palavras-chave: nitração, processo químico industrial, dimensionamento, projeto.

ABSTRACT

The production of nitrocellulose is growing in Brazil, since its various applications make it a raw material much acquired by industries such as the military industry, pharmaceutical, cosmetics, leather, wood, automotive refinishing, among others. Nitro Brás is a company that aims to produce nitrocellulose from cotton linter, obtaining a high quality product and aimed at the national market. The product generated by Nitro Brás comes from an organic source and the acids used to extract the nitrocellulose from the linters are separated from the water, with sufficient efficiency to reuse it in the steam generation and in the nitriding cooling as needed. In addition, the acids and waters used for washing will be treated in an effluent treatment plant in an appropriate manner in accordance with the disposal standards in the environment. Nitro Brás will process 26,400 kg of cotton linter monthly, producing approximately 35,310 kg of nitrocellulose, generating a gross profit of R$ 74,903.02 per month for the company. Nitro Brás will be located in the city of Curitiba, capital of Curitiba, Brazil, due to factors such as the availability of specialized labor, the ease of receiving raw materials, distribution of the final product, and the best tax incentives in the cities studied. of the State of Paraná, and will have an area of 4,378.65 m^2. The initial investment for the implantation of the company will be R$ 3,730,489.04, an amount that has a forecast of return of 4 years and 3 months.

Keywords: nitration, industrial chemical process, sizing, project.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fórmula estrutural da molécula de nitrocelulose	1
Figura 2	Produção, em mil toneladas, dos cinco maiores produtores mundiais de algodão, considerando a safra de 2017/2018	23
Figura 3	Valores de importação e exportação de nitrocelulose no mercado nacional nos anos de 2010, 2015 e 2018	24
Figura 4	Distribuição da produção de algodão no Brasil por região	25
Figura 5	Produção de algodão no Brasil por regiões e estados, em mil toneladas	26
Figura 6	Previsão do crescimento de vendas de nitrocelulose	27
Figura 7	Mapa da infraestrutura logística do estado do Paraná	29
Figura 8	Localização das cidades escolhidas	30
Figura 9	Balanço de massa da produção da nitrocelulose	38
Figura 10	Desfibradeira (DF-01)	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição química média da madeira	20
Tabela 2	Ponderação qualitativa para determinação da cidade sede da Nitro Brás	32
Tabela 3	Custo estimado para produção de nitrocelulose a partir de línter de algodão	34
Tabela 4	Preço estimado da venda de nitrocelulose	35
Tabela 5	Parâmetros de produção da Nitro Brás	37
Tabela 6	Plano de distribuição do tempo gasto em cada etapa do processo	38
Tabela 7	Consumo, armazenamento e reposição semanal da matéria-prima e dos insumos	39
Tabela 8	Investimento total	64
Tabela 9	Custos Fixos	65
Tabela 10	Custos com utensílios de escritório	65
Tabela 11	Custos com Equipamentos	66
Tabela 12	Especificação do capital de giro	67
Tabela 13	Custo com reposição de estoque	67
Tabela 14	Investimentos pré-operacionais	68
Tabela 15	Estoque Inicial	68
Tabela 16	Despesas de Legalização	68
Tabela 17	Infraestrutura	69
Tabela 18	Estimativa de custo de matérias-primas	69
Tabela 19	Estimativa de Custo com insumos por kg de produto	70
Tabela 20	Custos com mão de obra	70
Tabela 21	Custos com depreciação	72
Tabela 22	Custos Operacionais	73
Tabela 23	Custo de Energia	74
Tabela 24	Demonstração de Resultados	75
Tabela 25	Fluxo de caixa	78
Tabela 26	Descrição das atividades e os tempos relacionados (em dias)	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Tipo de nitrocelulose em função do teor de nitrogênio	18
Quadro 2	Classificação da nitrocelulose considerando sua aplicação em tintas e vernizes	19
Quadro 3	Atribuição dos sócios da Nitro Brás	21
Quadro 4	Hierarquias estabelecidas pela CONCLA para comercialização da nitrocelulose.	22
Quadro 5	Principais empresas produtoras de nitrocelulose e seu respectivo país	27
Quadro 6	Principais rodovias das cidades analisadas	30
Quadro 7	Incentivos fiscais das cidades analisadas	31
Quadro 8	Universidades e escolas técnicas das cidades analisadas	31
Quadro 9	Alíquotas e Partilha do Simples Nacional – Indústria	63

LISTAS DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ABRAPA	Associação Brasileira dos Produtores de Algodão
AE	Alíquota Efetiva
BNDS	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BRACELPA	Associação Brasileira de Celulose e Papel
CESCAGE	Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais
CNAE	Classificação Nacional de Classificação
CNPJ	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONCLA	Comissão Nacional de Classificação
CONFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
CP	Custo de Produção
CPP	Contribuição Patronal Previdenciária
CSLL	Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
DAS	Documento de Arrecadação do Simples Nacional
DF	Despesas Fixas
DRE	Demonstração de Resultados do Exercício
FPV	Fábrica Presidente Vargas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IFPR	Instituto Federal do Paraná
IMBEL	Indústria Bélica do Brasil
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
IRPJ	Imposto sobre a Renda de Pessoas Jurídicas
ISS	Imposto Sobre Serviços

ISSQN	Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza
ITBI	Imposto de Transmissão de Bens Imóveis
JUCEPAR	Junta Comercial do Paraná
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
LTDA	Limitada
MTN	Manual Técnico de Nitrocelulose
NaOCl	Hipoclorito de sódio
NaOH	Hidróxido de Sódio
PE	Ponto de Equilíbrio
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PIB	Produto Interno Bruto
PIS/PASEP	Programa de Integração Social e o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PMTA	Pressão Máxima de Trabalho Admissível
PUC - PR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
PV	Preço da Venda
TIR	Taxa Interna de Retorno
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UNESPAR	Universidade Estadual do Paraná
USDA	United States Department of Agriculture
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
VD	Valor a Deduzir
VL	Valor Presente
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

RESUMO…….. **I**

ABSTRACT…….……..... **II**

LISTA DE FIGURAS…….....…….. **III**

LISTA DE TABELAS…….....…….. **IV**

LISTA DE QUADROS …….... **VI**

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS……..... **VII**

1 RESUMO DOS PRINCIPAIS PONTOS DO PROJETO……. **16**

1.1 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO ESCOLHIDO: NITROCELULOSE... 17

1.2 APRESENTAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA: CELULOSE…….. 20

1.3 RESPONSABILIDADE DA EQUIPE……..... 21

1.4 MISSÃO DA EMPRESA……..... 22

1.5 SETORES DE ATIVIDADE……..... 22

1.6 IMPORTÂNCIA DO PRODUTO NO MERCADO BRASILEIRO E MUNDIAL……..…….…….... 22

1.7 ANÁLISE DO PÚBLICO-ALVO……..... 24

1.8 ANÁLISE DOS FORNECEDORES……..... 25

1.9 ANÁLISE DOS CONCORRENTES ……..... 26

2 LOCALIZAÇÃO……. 28

2.1 MACROLOCALIZAÇÃO……..... 28

2.2 MICROLOCALIZAÇÃO……....……. 29

3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO…… **33**

3.1 ROTA DE PRODUÇÃO……..... 33

3.1.1 Rota de produção da nitrocelulose por nitração com mistura sulfonítrica…. 33

3.2 POTENCIAL ECONÔMICO……..... 34

4 DETALHAMENTO DO PROCESSO E DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS……...…….. 36

4.1 ESCALA DE PRODUÇÃO……....…….. 36

4.1.1 Estratégia de produção……....…….. 37

4.2 FLUXOGRAMA DO PROCESSO COM BALANÇO DE MASSA……..... 38

4.3 RECEPÇÃO E ARMAZENAMENTO DAS MATÉRIAS-PRIMAS……... 39

4.3.1 Recebimento e armazenamento dos línteres de algodão……..... 39

4.3.2 Recebimento e armazenamento de ácido nítrico e ácido sulfúrico……..... 40

4.3.3 Recebimento e armazenamento de água…….……... 40

4.3.4 Recebimento e armazenamento de hipoclorito de sódio e hidróxido de sódio……..... 41

4.4 DESCRIÇÃO DE CADA ETAPA……..... 41

4.4.1 Limpeza mecânica do línter……..... 41

4.4.2 Purificação química dos línter……..... 42

4.4.2.1 Polpação alcalina do línter……..... 42

4.4.2.2 Branqueamento do línter……..... 43

4.4.2.3 Neutralização da polpa de celulose branqueada……... 44

4.4.2.4 Dispersão da polpa de celulose/extração……..... 44

4.4.2.5 Secagem da celulose branqueada……..... 44

4.4.3 Nitração da celulose……....…….. 45

4.4.4 Estabilização da nitrocelulose……....……... 45

4.4.4.1 Fervimento ácido sem pressão e com pressão……... 46

4.4.4.2 Lavagem da nitrocelulose…….....……. 46

4.5 DIMENSIONAMENTO E SELEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS……. 47

4.5.1 Bomba centrífuga (BC-01)…….....…… 47

4.5.2 Bomba centrífuga (BC-02)…….....……..... 47

4.5.3 Bomba centrífuga (BC-03)…….....…… 47

4.5.4 Bomba centrífuga (BC-04)…….....……..... 48

4.5.5 Bomba centrífuga (BC-05)…….....…… 48

4.5.6 Bomba centrífuga (BC-06)…….....……..... 48

4.5.7 Bomba centrífuga (BC-07)..... 49

4.5.8 Bomba centrífuga (BC-08)..... 49

4.5.9 Desfibradeira (DF-01)…….....……... 49

4.5.10 Autoclave (AC-01)…….....……..... 50

4.5.11 Autoclave (AC-02)…….....……..... 51

4.5.12 Centrífuga (CE-01)…….....……..... 51

4.5.13 Centrífuga (CE-02)…….....……..... 52

4.5.14 Centrífuga (CE-03)…….....…… 53

4.5.15 Secador de fluxo cruzado (SE-01)…….....……..... 53

4.5.16 Nitrador (NT-01)…….....……... 54

4.5.17 Refervedor (RF-01)…….....……... 55

4.5.18 Refinador (RD-01)..……..... 56

4.5.19 Tanque de preparo de soluções (TQ-01)……..... 56

4.5.20 Tanque de dispersão da polpa (TQ-02)……..... 57

4.5.21 Tanque de mistura sulfonítrica (TQ-03)……..... 58

4.5.22 Caldeira (CA-01)..... 58

4.5.23 Barracão (AZ-01)…….....…….. 59

4.5.24 Depósito de ácido nítrico (AZ-02)……..... 59

4.5.25 Depósito de ácido sulfúrico (AZ-03)……..... 60

4.5.26 Caixa d'água (AZ-04)……..... 60

4.5.27 Depósito de compostos de sódio (AZ-05)……..... 61

4.5.28 Depósito de nitrocelulose (AZ-06)……..... 61

5 PLANO FINANCEIRO……..... **62**

5.1 FORMA JURÍDICA……..... 62

5.2 ENQUADRAMENTO TRIBUTÁRIO……..... 62

5.3 CAPITAL SOCIAL……..... 64

5.4 FONTES DE RECURSOS……....……..... 64

5.5 INVESTIMENTO TOTAL……..... 64

5.6 ESTIMATIVA DE CUSTOS FIXOS……..... 64

5.7 CAPITAL DE GIRO…….. 67

5.8 INVESTIMENTOS PRÉ-OPERACIONAIS……. 67

5.9 ESTIMATIVA DO FATURAMENTO MENSAL DA EMPRESA……... 69

5.10 ESTIMATIVA DO CUSTO UNITÁRIO DE MATÉRIAS-PRIMAS……..... 69

5.11 ESTIMATIVA DE CUSTOS DE COMERCIALIZAÇÃO……..... 69

5.12 APURAÇÃO DOS CUSTOS DE MATERIAIS DIRETOS…….. 70

5.13 ESTIMATIVA DOS CUSTOS COM MÃO-DE-OBRA……... 70

5.14 ESTIMATIVA DO CUSTO COM 70

DEPRECIAÇÃO……....

5.15 ESTIMATIVA DOS CUSTOS FIXOS OPERACIONAIS MENSAIS…….. 73

5.16 DEMONSTRATIVO DE RESULTADOS……..... 75

6 INDICADORES DE VIABILIDADE……..... 76

6.1 PONTO DE EQUILÍBRIO……....…….. 76

6.2 LUCRATIVIDADE…….....
…….. 76

6.3 RENTABILIDADE……....…….. 77

6.4 PRAZO DE RETORNO DO INVESTIMENTO (*PAYBACK*)..... 77

6.5 TAXA INTERNA DE RETORNO……....…….. 77

6.6 VALOR PRESENTE LÍQUIDO……..... 78

6.7 FLUXO DE CAIXA…….. 78

7 PLANO DE MARKETING……..... 79

7.1 DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS E SERVIÇOS……..... 79

7.2 ESTRUTURA DE COMERCIALIZAÇÃO…….. 79

7.3 ANÁLISE ESTRATÉGICA……..... 79

7.3.1 Poder de barganha dos fornecedores…….. 80

7.3.2 Poder de barganha dos clientes…….. 80

7.3.3 Ameaça de produtos substitutos……. 80

7.3.4 Ameaça de novos entrantes……..... 81

7.3.5 Rivalidade entre concorrentes……..... 81

8 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO…….. 82

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS ……..……..... 84

REFERÊNCIAS ...……....…… 85

APÊNDICE A - MEMORIAL DE CÁLCULOS……..... 88

APÊNDICE B - LAYOUT INDUSTRIAL.....…….. 99

APÊNDICE C - FLUXOGRAMA DO PROCESSO……. 100

APÊNDICE D - QUADROS FINANCEIROS…… 102

APÊNDICE E - FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS……..... 103

ANEXOS……..... 104

1 RESUMO DOS PRINCIPAIS PONTOS DO PROJETO

Existem diversas indústrias que produzem nitrocelulose como produto final ou como subproduto no decorrer dos seus processos produtivos. Entre elas estão as indústrias que produzem lacas para tintas e as ligadas a atividades bélicas. Obviamente, existem algumas particularidades no processo de obtenção de nitrocelulose em cada tipo de indústria. Uma dessas particularidades começa justamente na matéria prima utilizada. Por exemplo, as indústrias bélicas utilizam como matéria prima as fibras existentes no algodão (FENGEL; WEGENER, 1989 apud GARCIA, 2009).

Inicialmente, os primeiros sistemas de propulsão de uso militar tiveram como base o composto conhecido como pólvora negra, constituída basicamente de carvão, enxofre e nitrato de potássio. Ao longo dos anos, com a necessidade da obtenção de novas formulações com melhores propriedades energéticas, o desenvolvimento de novas substâncias tornou-se alvo de intensos estudos (ANDRÉA; LILLO, 1999, apud ANDRADE, 2006).

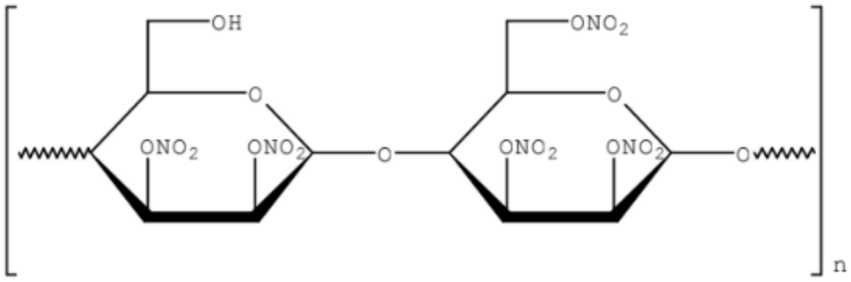
Entre os compostos desenvolvidos, a nitrocelulose pode ser enquadrada como uma das mais importantes descobertas entre os materiais de alto potencial energético, devido à grande aplicabilidade em sistemas de propulsão, em substituição à pólvora negra. Entre as vantagens apresentadas, em relação a pólvora negra, destacam-se as baixas emissões de gases prejudiciais aos equipamentos e a baixa formação de fumaça durante a combustão (VILLELA, 2002, apud ANDRADE, 2006). Além disso, o uso de nitrocelulose é muito difundido em indústrias de embalagens (impressão), indústrias de tintas, indústria automotiva e indústria cosmética (esmaltes) (BAUM, 2012).

Nesse sentido, este projeto apresenta a rota usual de fabricação de nitrocelulose, que é a partir da reação de nitração da molécula de celulose. Flocos de celulose são imersos em uma mistura de ácidos nítrico e sulfúrico (mistura sulfonítrica), onde o ácido nítrico é a fonte de radicais nitrosos e o ácido sulfúrico é o catalisador da reação de nitração (BAUM, 2012). Com essa rota é possível obter até 70% de rendimento e o produto resultante é estável e neutro. No Brasil algumas empresas que fabricam a nitrocelulose são a Nitro Química, Montana Química Ltda. e a Fábrica Presidente Vargas (FPV), Filial 1 da Indústria de Material Bélico do Brasil (IMBEL). O investimento inicial será de R$ 3.730.489,04 para a implementação da indústria, com um faturamento mensal de R$ 413.127,00 e uma TIR de 17,43%. O tempo de payback descontado, ou seja, o tempo de retorno do investimento inicial será de 4 anos e 3 meses e 7 dias.

1.1 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO ESCOLHIDO: NITROCELULOSE

A nitrocelulose (Figura 1) é um polímero derivado da celulose e, dentre os polímeros formadores de películas, é o mais antigo e o mais importante éster utilizado. Encontra grande aplicação na fabricação de resinas para proteção e decoração de superfícies metálicas e de madeira, em coberturas de alta flexibilidade para papéis de embalagens, nas indústrias de tintas de impressão, adesivos e explosivos (TEMMING et al., 1973 apud SANTOS, 2001).

Figura 1 - Fórmula estrutural da molécula de nitrocelulose.



Fonte: Barcza, 2014.

Historicamente, os primeiros a descobrirem que materiais como serragem, algodão e papel, tratados com ácido nítrico, geram um produto violentamente inflamável, foram os franceses Braconnot (1833) e Pelouze (1838) (CARDOZO, 2015, apud ANDRADE, 2016). Contudo, somente em 1846, Schönbein, um químico suíço, foi capaz de aumentar o grau de nitrificação e, portanto, a inflamabilidade do produto, utilizando fibra de algodão submetida à imersão em mistura de ácidos nítrico e sulfúrico, registrando as primeira patentes. A partir de então passou-se a utilizar a solução de nitrocelulose em álcool e éter etílico para a formação de películas transparentes que, ao longo do século 19 até meados do século 20, foram utilizadas na produção de filmes fotográficos, como selante e até antisséptico (ANDRADE, 2016).

O uso da nitrocelulose como ingrediente de pólvora se deu após 1860. No início ocorreram muitas explosões, causadas em parte pela incapacidade de compreender que a nitrocelulose é um material instável e que está sujeita a decomposição. Em 1880, o engenheiro francês Paul Vieille adicionou estabilizantes especiais para neutralizar os produtos da decomposição, dando origem à primeira forma estável e confiável de pólvora sem fumaça, que foi amplamente usada na I Guerra Mundial (CARDOZO, 2015 apud ANDRADE, 2016).

A nitrocelulose possui várias características próprias, que permitem obter vantagens adicionais em muitas aplicações, entre as quais destacam-se: inodora, secagem rápida, preço competitivo, atóxica, fácil de ser processada, filmes transparentes e incolores, compatibilidade com diferentes resinas e plastificantes, ampla solubilidade em solventes orgânicos, eliminação rápida de solventes na aplicação, baixa retenção de solventes residuais, disponibilidade em diversas viscosidade e solubilidade em álcool (MTN, 2012).

Além disso, seu aspecto assemelha-se muito ao algodão ou a um líquido gelatinoso ligeiramente amarelo ou incolor, apresenta fórmula molecular e massa molar variável, que depende do grau de nitração. Em teoria todos os três grupos OH de cada monômero da celulose podem ser substituídos, porém, isso vai depender da proporção dos reagentes presentes na mistura sulfonítrica (MTN, 2012).

Nesse sentido, o grau de nitração afeta o teor de nitrogênio da nitrocelulose, que é uma das suas principais características e, consequentemente, determina o seu campo de aplicação, como exposto no Quadro 1 (SANTOS, 2001). O valor teórico máximo que pode ser alcançado é de 14,14%, que corresponde a uma trinitrocelulose, isto é, uma nitrocelulose em que as três hidroxilas reagiram com o ácido nítrico. Na prática, contudo, a nitrocelulose industrial encontra-se na faixa de 10,8% a 12,3% de nitrogênio. Abaixo do limite inferior há uma tendência a gelificação e insolubilização em solventes comuns, e acima de 12,6% a nitrocelulose é usada preferencialmente para fins militares (MTN, 2012).

Quadro 1 - Tipo de nitrocelulose em função do teor de nitrogênio.

Tipo de Nitrocelulose	**% Nitrogênio**	**Aplicação**
Alta	13,45	Propelentes, pólvoras de base simples e dupla
Baixa	12,60	
Dinamite	12,20	Explosivos (dinamites)
Colódio	11,80	Tintas, vernizes e filmes

Fonte: Adaptado de Santos, 2001.

Considerando apenas a aplicação em tintas e vernizes, a nitrocelulose pode ser classificada em dois tipos, de acordo com o Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação da nitrocelulose considerando sua aplicação em tintas e vernizes.

Classificação	Teor de Nitrogênio (%)	Característica
Alto teor de nitrogênio	11,8 - 12,3	Boa solubilidade em ésteres, cetonas e glicol éteres
Baixo teor de nitrogênio	10,8 - 11,3	Boa solubilidade em álcoois

Fonte: Adaptado de MTN, 2012.

Outra característica importante da nitrocelulose é seu grau de polimerização, mensurado pelo número médio de unidades de β-glicose presentes em uma molécula de resina. Geralmente a nitrocelulose tem valores baixos, comparada com a celulose natural, cujo grau de polimerização varia de 1.500 a 10.000. Para a aplicação em tintas e vernizes, é necessário um valor mínimo de 70 a 100 unidades monoméricas, na qual as propriedades químicas e mecânicas desejadas são atingidas. Porém, um grau acima de 250 unidades monoméricas melhora as propriedades mecânicas, tais como, flexibilidade e resistência (MTN, 2012).

O grau de polimerização também pode ser analisado através da indicação indireta da viscosidade da resina, pois esta propriedade está diretamente relacionada com o tamanho da cadeia do polímero. Assim, existem os tipos de alta, média e baixa viscosidade. Logo, para selecionar o tipo mais adequado de nitrocelulose, de acordo com a aplicação que se pretende, as propriedades de teor de nitrogênio e viscosidade devem ser levadas em consideração simultaneamente (MTN, 2012).

Podemos citar ainda a solubilidade da nitrocelulose, que está relacionada, em maior grau, com o teor de nitrogênio e, em menor grau, com a viscosidade. Solventes ativos como cetonas, ésteres, etil e butil glicóis são capazes de solubilizar completamente a nitrocelulose, formando soluções homogêneas livres de géis e outros materiais insolúveis. Se tratando dos álcoois, estes são co-solventes, isto é, têm apenas uma ação limitada sobre a solubilidade da nitrocelulose. No entanto, quando utilizado em conjunto com solventes ativos, aumentam a solubilidade da nitrocelulose, ajudando na redução da viscosidade. Os álcoois atuam como solventes ativos apenas nos tipos de nitrocelulose de baixo teor de nitrogênio (MTN, 2012).

Com relação aos campos de aplicação da nitrocelulose, a indústria de tintas e vernizes representam o principal mercado, sendo a produção de tintas automotivas responsável pela maior parte do consumo nacional. Além disso, as indústrias de móveis e cosméticos são mercados para a nitrocelulose em solução. Por fim, a Imbel (estatal vinculada ao Exército

Brasileiro) possui exclusividade no mercado de pólvoras e dinamites (BARCZA, 2014).

1.2 APRESENTAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA: CELULOSE

A celulose é um polímero de cadeia longa, classificado como polissacarídeo ou carboidrato, cuja hidrólise completa resulta em glicose. Em termos de massa, a celulose é um dos principais constituintes das paredes celulares das plantas (aproximadamente um terço da massa total) e encontra-se combinada, entre outros, com a hemicelulose – substância que se intercala às microfibrilas de celulose – e com a lignina, substância que une as fibras e confere à madeira a resistência característica a esforços mecânicos (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição química média da madeira.

Componente	Coníferas (%)	Folhosas (%)
Celulose	40-45	40-45
Hemicelulose	30	25-35
Ligninas	25-30	20-25
Extrativos	4-10	1-4
Componentes inorgânicos*	0,2-0,3	0,4-0,5

Fonte: Biazus; Hora; Leite, 2010. *Sódio, potássio, cálcio, manganês, ferro, magnésio, cobre e silicatos.

Nas indústrias integradas, as pastas celulósicas (fibras em meio aquoso) seguem diretamente para as máquinas de papel, enquanto, nas indústrias de mercado, passam por um processo de secagem e, após a formação de folhas de fibras, são cortadas e empacotadas em fardos. A celulose é denominada de mercado quando destinada à comercialização, representando cerca de 25% da produção mundial (BRACELPA, 2009).

Industrialmente para produção de Nitrocelulose, é utilizado o linter de algodão, que é constituído por uma camada de fibras curtas que ficam aderidas à superfície das sementes de algodão. Após a retirada das fibras longas, estas possuem larga aplicabilidade, como na fabricação de papel moeda e, em geral, para a produção de algodão hidrófilo e tecidos cirúrgicos. O línter é rico em complexos orgânicos de carbono. Por ser um resíduo lignocelulósico, constitui-se de três grupos de polímeros: celulose, hemicelulose e lignina. Em virtude do alto teor de celulose (cerca de 98%), o linter pode ser convertido a açúcares fermentescíveis por meio de um pré-tratamento termoquímico, sendo estes açúcares convertidos em energia. Na semente do algodão, 40% de sua massa são fibras, enquanto os 60% restantes são de caroço. O teor de linter, no caroço de algodão, pode variar de 4% a 8%

em massa que, em geral, é prensado juntamente com o caroço para extração de óleo e produção da torta de algodão. (BIAZU, HORA, LEITE, 2010).

1.3 RESPONSABILIDADE DA EQUIPE

Pensando na melhor estrutura empresarial, a Nitro Brás terá em seu quadro inicial de funcionários cinco sócios graduados em Engenharia Química pela Universidade Federal da Integração Latino-Americana. A estrutura organizacional e o time de diretores foi definida através da experiência, conhecimento e habilidade que cada sócio adquiriu ao longo de sua formação, exigindo de cada um o maior desempenho e conhecimento para atuar no cargo a qual foi designado, conforme mostrado no Quadro 3.

Quadro 3 - Atribuição dos sócios da Nitro Brás.

Sócio (a)	Cargo	Perfil
Cristian Acker Godoy	Sócio-diretor	Conhecimento técnico em processos produtivos em geral, controle de insumos da produção, possui experiência no controle e produção de biocombustíveis.
Donald Molluce	Sócio-diretor	Possui graduação em ciências contábeis e experiência na área de administração.
Gabriela Crivoi Fiori	Sócio-diretor	Conhecimento em controle e garantia da qualidade e segurança, possui experiência em análise físico-química e controle de qualidade.
Gustavo Alejandro Duarte Hasper	Sócio-diretor	Experiência em compras e vendas e facilidade de comunicação e marketing.
Vinícius Campos de Novais	Sócio-diretor	Habilidade em gestão de equipe, elaboração de planos estratégicos, em recursos humanos e em administração industrial.

Fonte: Os Autores, 2019.

1.4 MISSÃO DA EMPRESA

A Nitro Brás tem como missão produzir e comercializar a nitrocelulose no mercado nacional, visando minimizar a importação e se tornar a principal fornecedora de nitrocelulose, além de oferecer um produto de qualidade e preço acessível, realizando seu papel social e contribuindo no aumento da economia nacional.

1.5 SETORES DE ATIVIDADE

A Nitro Brás está classificada como uma indústria do setor secundário de transformação, pois utiliza o línter de algodão para a obtenção da nitrocelulose, o qual é um bem intermediário que servirá como matéria-prima para indústrias bélicas, repintura automotiva, couro, madeira, tintas, cosmética, farmacêutica e de embalagens flexíveis.

A Comissão Nacional de Classificação (CONCLA), disponível no site do IBGE, em que a produção de nitrocelulose está inserida na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0), o qual classifica a produção de nitrocelulose como sendo uma indústria de transformação (seção C) e de subclasse 2029-1/00, o qual se refere à fabricação de produtos orgânicos, assim como disposto na Quadro 4.

Quadro 4 - Hierarquias estabelecidas pela CONCLA para comercialização da nitrocelulose.

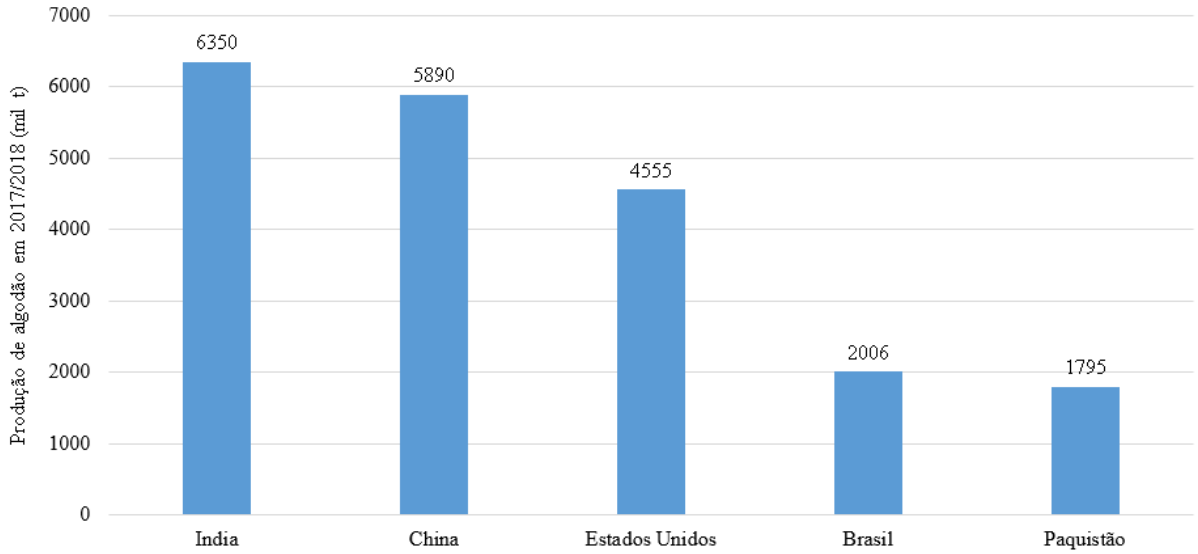
Seção	C	Indústria de transformação
Divisão	20	Fabricação de produtos químicos
Grupo	20.2	Fabricação de produtos orgânicos
Classe	20.29	Fabricação de produtos orgânicos não especificados anteriormente
Subclasse	2029-1/00	Fabricação de produtos orgânicos não especificados anteriormente

Fonte: IBGE, 2019.

1.6 IMPORTÂNCIA DO PRODUTO NO MERCADO BRASILEIRO E MUNDIAL

Com relação a matéria prima utilizada na produção de nitrocelulose, o línter de algodão, sua produção nacional tem significativa importância no cenário mundial, ocupando a 4ª posição entre os maiores produtores, com uma produção de 2.006 mil toneladas, considerando a safra de 2017/2018. A produção, em mil toneladas, dos cinco maiores produtores mundiais de algodão está exposta na Figura 2.

Figura 2 - Produção, em mil toneladas, dos cinco maiores produtores mundiais de algodão, considerando a safra de 2017/2018.

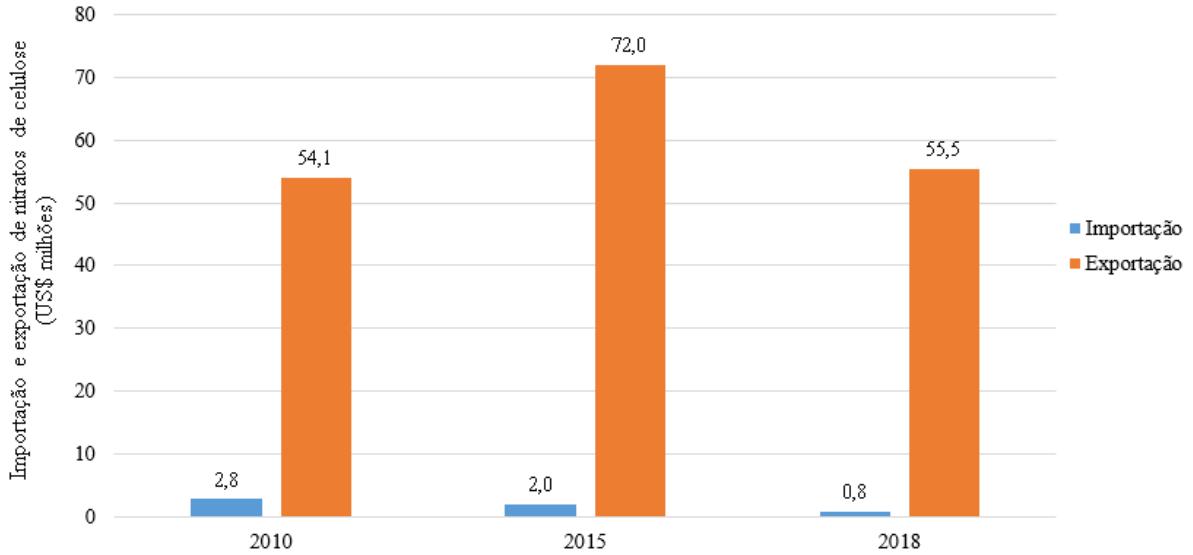


Fonte: Adaptado de ABRAPA, 2019.

Com relação a nitrocelulose, esta foi um dos primeiros polímeros artificiais utilizados pelo homem, produzido pela primeira vez há mais de 160 anos e, ainda assim, sua produção mundial não para de crescer. Ela representa uma matéria prima essencial para diversos ramos da indústria. Um exemplo marcante é sua utilização nas indústrias de produção de tintas, que propiciou a popularização das lacas automotivas, devido a sua facilidade de aplicação e por ser um material de rápida secagem.

Atualmente, a demanda de nitrocelulose como matéria prima pelas indústrias é muito relevante, como em áreas de fotografia, odontologia, militar, entre outras. Os dados de importação e exportação de nitrocelulose nos últimos anos evidenciam o valor que esse produto possui no comércio exterior. Esse fato pode ser observado na Figura 3, onde são mostrados os valores anuais de importação e exportação de nitrocelulose no mercado nacional nos anos de 2010, 2015 e 2018.

Figura 3 - Valores de importação e exportação de nitrocelulose no mercado nacional nos anos de 2010, 2015 e 2018.



Fonte: Adaptado de Comex Stat, 2019.

1.7 ANÁLISE DO PÚBLICO-ALVO

O mercado de nitrocelulose é destinado a diversos ramos industriais, dentre eles destacam-se a indústria bélica, cosmética, farmacêutica, tintas, couro, madeira, embalagens flexíveis e repintura automotiva.

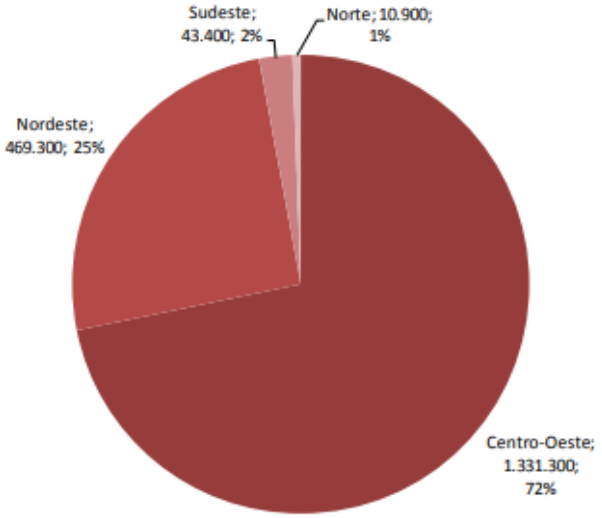
Atualmente existem duas principais fábricas de nitrocelulose, são elas a Nitro Química e a Fábrica Presidente Vargas, filial 1 da IMBEL. Com relação a Nitro Química, seus produtos a base de nitrocelulose são vários, abrangendo os mercados de cosméticos, embalagens flexíveis, madeira, repintura automotiva, couro e farmacêutico. Por outro lado, a Fábrica Presidente Vargas tem a indústria bélica como principal destino de seus produtos a base de nitrocelulose, tanto que possui exclusividade no mercado de Pólvoras e Dinamites.

Nesse sentido, a Nitro Brás terá como foco inicial a venda da nitrocelulose para fábricas que produzem revestimentos, tintas e vernizes. Com isso, nosso público-alvo inicial será o mercado de repintura automotiva, madeira e couro.

1.8 ANÁLISE DOS FORNECEDORES

Uma produção de qualidade, com objetivo de satisfazer os clientes, não ocorre sem um estudo adequado dos diversos fornecedores de matérias primas, que serão empregadas na produção do produto de interesse. Esses últimos, quando existem em grande número, vão facilitar o recebimento das matérias primas e reduzirá o custo do produto final. O Brasil é o quarto maior produtor mundial de algodão, atrás dos Estados Unidos, Índia e China. Os quatro citados responderam por 77,66% do total da fibra produzida no planeta na safra de Março 2018/2019. Segundo o recente relatório do USDA (2019), o país é também o segundo maior exportador mundial, atrás dos Estados Unidos. De acordo com a CONAB (2018), no Brasil o Centro-Oeste e o Nordeste são as regiões de maior concentração de produção de algodão. Em seguida, está o Sudeste e o Norte. Uma ilustração da distribuição da produção de algodão por região está ilustrada na Figura 4.

Figura 4 - Distribuição da produção de algodão no Brasil por região.



Fonte: CONAB, 2018.

As empresas de grande porte especializadas na produção do linter de algodão estão localizadas no Mato Grosso (MT), Mato Grosso do Sul (MS), Bahia (BA) e Goiás (GO). É possível ter uma compreensão acerca das produções dos anos anteriores pela Figura 5.

Figura 5 - Produção de algodão no Brasil por regiões e estados, em mil toneladas.

REGIÃO/UF	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18 Previsão (¹)
Norte	3,4	5,4	7,5	8,5	7,3	7,4	11,8	8,7	10,1	10,9
Nordeste	406,2	433,5	689,9	541,6	397,9	534,6	489,4	283,6	390,7	469,3
MA	16,0	16,8	27,7	28,8	26,2	30,4	34,1	33,0	35,2	36,8
PI	13,0	8,0	26,6	28,9	14,5	19,7	20,1	2,7	8,5	12,0
CE	1,0	0,7	1,1	0,1	0,1	0,5	-	0,1	0,2	0,2
RN	1,6	0,5	0,8	0,1	0,1	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
PB	1,3	-	0,3	-	-	-	0,1	-	0,1	0,2
PE	0,6	0,5	0,2	0,1	-	0,1	-	-	-	-
AL	0,2	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	-
BA	372,5	406,8	633,1	483,6	357,0	483,3	434,6	247,3	346,2	419,6
Centro-Oeste	766,4	726,7	1.187,2	1.259,8	869,7	1.152,2	1.029,2	963,9	1.102,3	1.331,3
MT	614,2	583,5	934,8	1.046,5	731,3	1.005,9	921,7	880,5	1.011,3	1.224,3
MS	57,2	55,8	89,2	84,6	68,1	63,3	55,3	48,3	49,1	53,9
GO	95,0	87,4	162,5	128,7	70,3	83,0	52,2	35,1	41,9	53,1
Sudeste	32,6	28,4	74,0	66,6	34,6	39,0	31,7	32,3	26,4	43,4
Sul	5,1	0,1	1,2	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	-	-
Brasil	**1.213,7**	**1.194,1**	**1.959,8**	**1.877,3**	**1.310,3**	**1.734,0**	**1.562,8**	**1.289,2**	**1.529,5**	**1.854,9**
					Variação % ano a ano					
Nordeste		6,7	59,1	(21,5)	(26,5)	34,4	(8,5)	(42,1)	37,8	20,1
Centro-Oeste		(5,2)	63,4	6,1	(31,0)	32,5	(10,7)	(6,3)	14,4	20,8
Brasil		**(1,6)**	**64,1**	**(4,2)**	**(30,2)**	**32,3**	**(9,9)**	**(17,5)**	**18,6**	**21,3**

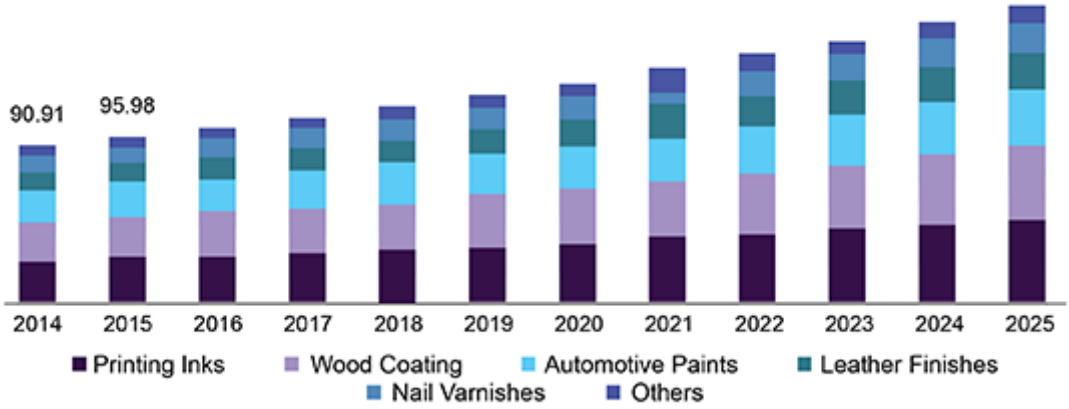
Fonte: CONAB, 2018.

1.9 ANÁLISE DOS CONCORRENTES

A concorrência pode ser direta ou indireta. A concorrência é dita direta quando os concorrentes têm os mesmos bens ou serviços da mesma marca, mesma quantidade, mesma qualidade, etc. Na verdade, as grandes empresas estão sempre buscando meio para expandir sua participação no mercado, por isso, é necessário lidar com outras empresas que já estão evoluindo no mercado.

Certas instâncias disponibilizam relatórios sobre o crescimento do mercado em relação a cada produto. Uma análise desses relatórios sobre a nitrocelulose é vital para o planejamento operacional do nosso empreendimento. No entanto, o acesso a esses relatórios atualizados requer grandes despesas. Pelo acesso ao relatório Grand View Research (2019), foi possível notar que o mercado global de nitrocelulose apresentará um crescimento de 6,2% entre os anos de 2019 e 2025, e a receita estimada em 2018 foi de 720,12 milhões. Esse crescimento é conduzido pelo aumento nas produções de tintas para impressoras, esmalte, revestimento para madeira, tintas automotivas, acabamentos de couros e outros, como pode ser visto na Figura 6.

Figura 6 - Previsão do crescimento de vendas de nitrocelulose.



Fonte: Grand View Research, 2019. Disponível em:<grandviewresearch.com>.Acesso em: 08 jun. 2019.

Algumas empresas presentes na América do Norte, Europa, Ásia, América Latina, Oriente Médio e África são líderes do mercado global de comercialização de nitrocelulose, como pode ser visto no Quadro 5. No Brasil as empresas de maior produção de nitrocelulose são a Nitro Química e a IMBEL.

Quadro 5 - Principais empresas produtoras de nitrocelulose e seu respectivo país.

Empresa	País
Atomax Chemicals	China
Bergerac N.C	França
Abu Zaabal Co	Egito
Nitro Química	Brasil
TNC Industrial Co Ltd	Taiwan
Dow Wolff Cellulosic GmbH	Alemanha
Hagedom NC	Alemanha
Nitrex Chemicals India Pvt. Ltd	India
Nitro Chemie AG	Suíça

Fonte: GRAND VIEW RESEARCH, 2019. Disponível em: <grandviewresearch.com>. Acesso em: 08/06/2019.

2 LOCALIZAÇÃO

A escolha da localização para a implementação de uma empresa é uma das decisões mais importantes, sendo estritamente estratégica. Um bom processo de escolha da localização é longo e pode ser dividido em cinco estágios: 1. Escolha dos fatores de localização mais importantes; 2. Restrição da área a ser levada em consideração (escolha das zonas); 3. Pesquisas locais nas zonas escolhidas; 4. Atribuição de pesos aos fatores escolhidos; 5. Comparação final.

Porém, não há tempo útil e nem viabilidade para esse tipo de processo ser realizado. Nesse sentido, a escolha da localização foi feita de forma subjetiva, com auxílio dos conhecimentos adquiridos pela equipe ao longo do projeto e com pesquisas na internet. Os principais fatores levados em consideração foram a disponibilidade de mão-de-obra especializada, facilidade para a recepção da matéria-prima e fornecimento do produto final, bem como considerações acerca dos custos gerais de água e energia, mercado consumidor e questões tributárias (SFREDO *et al.*, 2006).

2.1 MACROLOCALIZAÇÃO

O estado do Paraná foi o escolhido para ser implementada a Nitro Brás, por ser perto do estado de Mato Grosso do Sul, um dos maiores produtores da matéria-prima. Além disso, o estado do Paraná possui uma agricultura forte, sendo que um dos produtos mais importantes é o algodão.

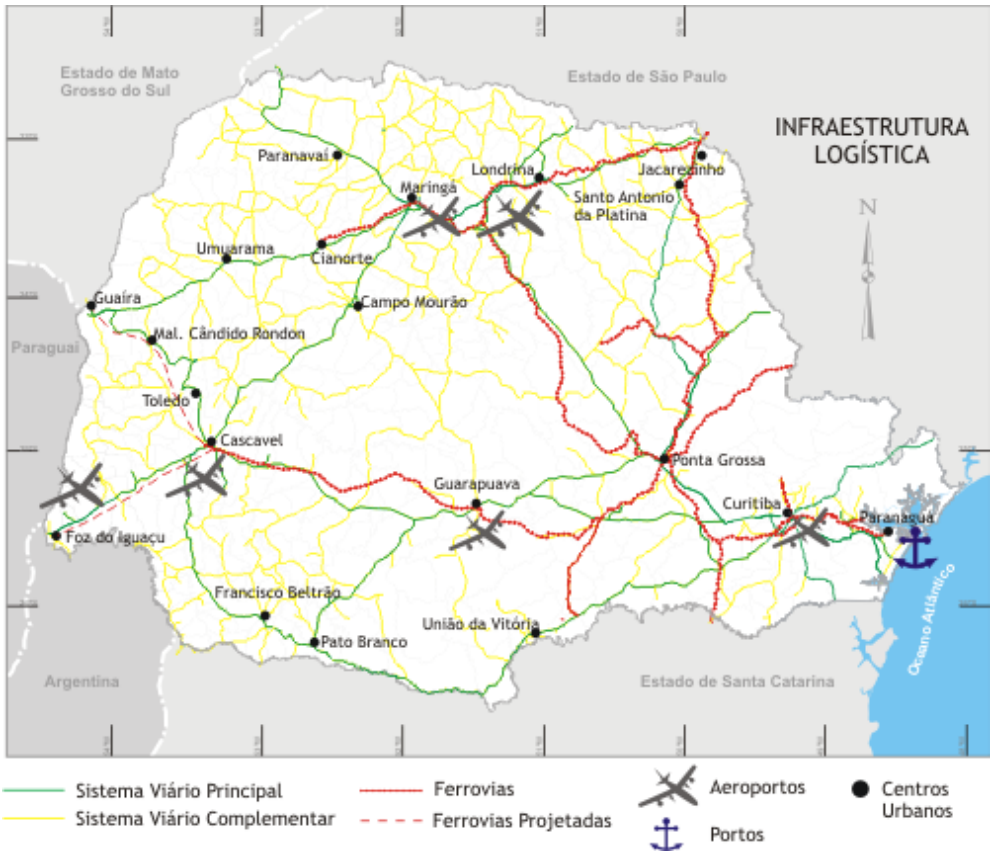
Em 2016, o estado do Paraná possuía o quinto maior PIB do Brasil, com 401.662.000,00 bilhões de reais, representando 6,40% do PIB nacional no mesmo ano. No ano de 2012, o setor secundário (indústria) foi responsável por 20,96% do PIB do estado. Esse montante deve-se a presença de diversos parques industriais como, por exemplo, a Cidade Industrial de Curitiba, o Distrito Industrial Ciro Martins, o Centro Industrial de Araucária, a Cidade Industrial de Maringá, o Distrito Industrial de Londrina, entre outros (ALMEIDA, 2012).

Por fim, o estado do Paraná possui a maior rede rodoviária pavimentada do Sul do País, garantindo a interligação entre os principais municípios do estado ao Porto de Paranaguá, Porto de Antonina, ou até mesmo ao Porto de Santos. A malha rodoviária também garante a interligação a outros pólos econômicos do Brasil e dos países vizinhos, como Argentina e Paraguai. Além disso, o estado do Paraná também dispõe de uma malha ferroviária que liga as regiões produtoras do norte e do oeste do estado ao Porto de Paranaguá (ALMEIDA,

2012).

Nesse sentido, o estado do Paraná apresenta diversas vantagens, sendo a malha rodoviária a maior delas, pois facilita a recepção da matéria prima e o abastecimento do produto final para os mercados interno e externo. A Figura 7 ilustra a infraestrutura logística, expondo os sistemas viários, ferrovias, aeroportos, portos e centros urbanos.

Figura 7 - Mapa da infraestrutura logística do estado do Paraná.



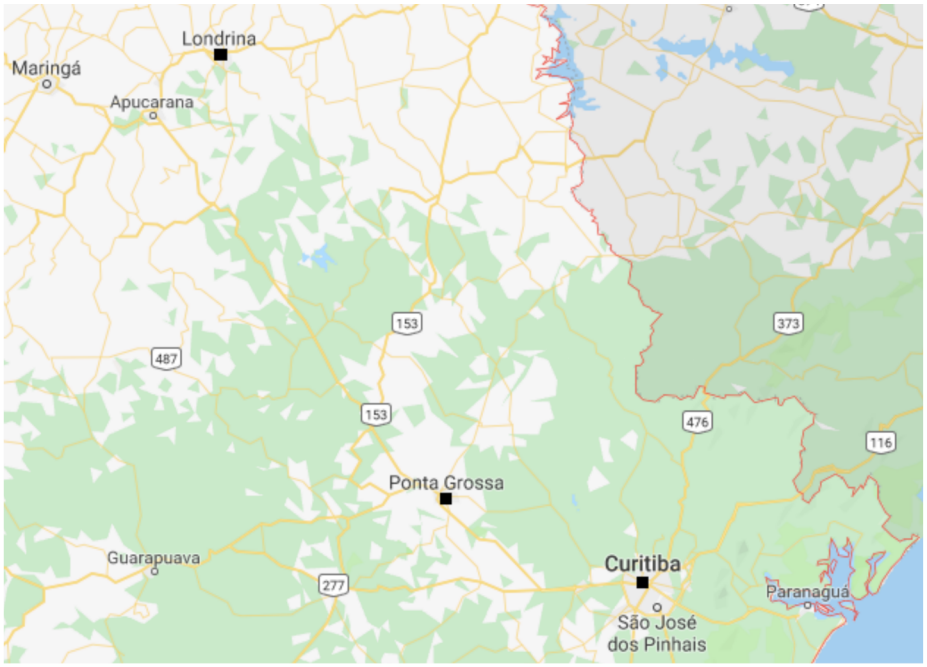
Fonte: IPARDES, 2015.

2.2 MICROLOCALIZAÇÃO

Para definir as possíveis cidades para a instalação da Nitro Brás foi realizado o mesmo procedimento feito por Silva *et al.*, (2018). Primeiramente, foram feitas pesquisas em três diferentes cidades do estado do Paraná: Ponta Grossa, Curitiba e Londrina, conforme representadas na Figura 8.

A escolha da cidade sede será feita levando em consideração os seguintes fatores de cada cidade: acesso ao transporte rodoviário, existência ou não de incentivos fiscais e existência de universidades e escolas técnicas, o que garante uma proximidade com a mão de obra especializada. Tais fatores estão expostos nos Quadros 6, 7 e 8, respectivamente.

Figura 8 - Localização das cidades escolhidas.



Fonte: Google Maps, 2019.

Quadro 6 - Principais rodovias das cidades analisadas.

Cidade	**Principais Rodovias**
Ponta Grossa	BR-376 (Rodovia do Café)
	BR-373
	PR-151
Curitiba	BR-376 (Rodovia do Café)
	BR-277 (Grande Estrada)
	BR-116 (Rodovia Régis Bittencourt)
	BR-476 (Rodovia do Xisto)
Londrina	BR-369 (Rodovia dos Cereais)
	PR-445
	PR-323

Fonte: Adaptado de sites governamentais das respectivas cidades, 2019.

Quadro 7 - Incentivos fiscais das cidades analisadas.

Cidade	**Incentivo Fiscal**
Ponta Grossa	Isenção de IPTU, por 25 anos
	Criação de programa de qualificação com orçamento equivalente ao ITBI
	Isenção de todas as taxas municipais para regularização do projeto

Curitiba	Isenção de IPTU, por 10 anos
	Redução de 50% no valor do IPTU, por 5 anos, sobre imóvel locado
	Isenção do ITBI referente a aquisição de imóvel destinado à implementação
	Isenção de taxas de serviços e contribuição de melhoria, por 10 anos
Londrina	Isenção de IPTU, por 10 anos
	Isenção do ISSQN, por 10 anos
	Isenção das taxas de aprovação do projeto

Fonte: Adaptado de sites governamentais das respectivas cidades, 2019.

Quadro 8 - Universidades e escolas técnicas das cidades analisadas.

Cidade	**Principais Centros de Ensino**
Ponta Grossa	Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)
	Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
	Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE)
Curitiba	Universidade Federal do Paraná (UFPR)
	Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
	Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)
	Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR)
	Instituto Federal do Paraná (IFPR)
Londrina	Universidade Estadual de Londrina (UEL)
	Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
	Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)
	Instituto Federal do Paraná (IFPR)

Fonte: Adaptado de sites governamentais das respectivas cidades, 2019.

Analisando os dados de cada cidade, o método de ponderação qualitativa foi usado para escolher a cidade sede. Nesse método são atribuídos pesos de 1 a 4 e uma pontuação de 0 a 100, para cada parâmetro avaliado. Quanto mais próximo de 100, mais perto do ideal está o parâmetro, e quanto maior o peso, mais relevante é o parâmetro. O resultado final é calculado através da soma dos produtos entre os pesos e pontuações de cada cidade selecionada. Os resultados dessas ponderações são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2 - Ponderação qualitativa para determinação da cidade sede da Nitro Brás.

Parâmetro	Pontuação			Peso
	Ponta Grossa	Curitiba	Londrina	
Acesso ao transporte rodoviário	90	100	70	4
Incentivos fiscais	80	90	70	3
Proximidade com a mão de obra especializada	70	100	90	2
Total	**740**	**870**	**670**	

Fonte: Os Autores, 2019.

Dessa maneira, a cidade de Curitiba é a selecionada para a implementação da Nitro Brás, pois possui maior acesso ao transporte rodoviário, melhores incentivos fiscais e maior número de universidades de alto nível.

3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

O processo de fabricação da nitrocelulose consiste na reação da celulose, obtida pela separação e purificação do línter do algodão, com uma mistura sulfonítrica, isto é, mistura de ácido nítrico e ácido sulfúrico concentrados. Esta reação é conhecida como nitração, que consiste na substituição de uma ou mais hidroxilas da celulose por grupos nitratos presentes no ácido nítrico. Após a nitração é feito o processo de estabilização com várias fervuras, cujo objetivo é extrair o ácido residual incluso nas fibras da nitrocelulose (SALES, 2013).

3.1 ROTA DE PRODUÇÃO

A nitrocelulose possui uma ampla faixa de aplicação devido a relevância de suas propriedades físicas e químicas. Além disso, o processo de produção possui grande flexibilidade, sendo possível controlar as variáveis de cada etapa e, com isso, fabricar diferentes tipos de nitrocelulose de acordo com a necessidade de sua aplicação. Os diferentes tipos de produto são caracterizados principalmente em relação ao teor de nitrogênio e a viscosidade (SALES, 2013).

Dependendo do teor de nitrogênio e viscosidade a nitrocelulose encontra aplicação em indústrias de embalagens, tintas, cosméticos, materiais bélicos, entre outros. Neste projeto, a rota de produção da nitrocelulose estudada foi a de nitração da celulose com mistura sulfonítrica, de maneira que o produto resultante tenha baixo teor de nitrogênio, variando de 11,8% a 12,3%.

3.1.1 Rota de produção da nitrocelulose por nitração com mistura sulfonítrica

Nitrocelulose é obtida pela nitração da α-celulose com mistura sulfonítrica. A Nitro Química e IMBEL (estatal vinculada ao Exército Brasileiro), únicas fabricantes brasileiras, empregam celulose de linter de algodão como matéria-prima. Utilizam o processo de nitração com mistura sulfonítrica e neutralização com hidróxido de sódio, seguidas do acerto de viscosidade, desidratação e alcoolização.

A reação de nitração da celulose é feita em reatores de aço inoxidável contendo uma mistura de ácido nítrico, ácido sulfúrico e água em condições de processo rigorosamente controladas. O produto é enviado para uma centrífuga que remove a mistura sulfonítrica. A nitrocelulose centrifugada é lavada até a remoção de todo ácido residual e estabilizada por fervura em autoclaves. Em seguida, ela é encaminhada para o ajuste final de viscosidade, que

se faz através de redução controlada de seu peso molecular.

A nitrocelulose é então desidratada por centrifugação e posteriormente é acondicionada em sacos plásticos antiestáticos e embalada em tambores de fibra ou caixas de papelão. O processo de nitração, dependendo da proporção dos reagentes presentes na mistura sulfonítrica, pode levar à formação de tipos de nitroceluloses com diferentes teores de nitrogênio, variando de 10,8% a 12,3% para a indústria de tintas e vernizes, e 12,5% a 13,6% para fins bélicos ou civis, como propelentes de foguetes e pólvoras de base simples e dupla.

3.2 POTENCIAL ECONÔMICO

O potencial econômico do projeto de produção de nitrocelulose será estimado utilizando um modelo primário de custos da matéria-prima e prever o lucro com a venda da nitrocelulose produzida, bem como, os subprodutos desse processo. O valor desejado é obtido através da subtração dos custos e insumos, do valor do produto. Nas Tabelas 3 e 4, estão descritas as estimativas de lucros da venda da nitrocelulose, obtidas dos línteres de algodão.

Tabela 3 - Custo estimado para produção de nitrocelulose a partir de línter de algodão.

Matéria- Prima	**Quantidade mensal (kg)**	**Custo unitário (R$/kg)**	**Custo total (R$)**
Línter de algodão	26.400,00	1,35	35.640,00
Ácido Nítrico 69/70%	20.790,00	2,40	49.896,00
Ácido Sulfúrico 98%	62.370,00	1,14	71.102,00
Hipoclorito de Sódio 10/12%	19.008,00	1,68	31.934,00
Hidróxido de Sódio	5.940,00	1,80	10.692,00
Água	5.940,00	0,54	3.240,00
Embalagens	1.430,00	1,00	1.413,00
		Total	**R$ 202.325,58**

Fonte: Os Autores, 2019.

Tabela 4 - Preço estimado da venda de nitrocelulose.

Produto	**Quantidade mensal (kg)**	**Preço (R$/kg)**	**Valor total (R$)**
Nitrocelulose	35.310,00	11,70	413.127,00
Insumos	Tabela 3	Tabela 3	202.325,58
		Total	210.801,42
		Potencial Econômico	R$5,99/kg

Fonte: Os Autores, 2019.

4 DETALHAMENTO DO PROCESSO E DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS

Nos tópicos a seguir serão descritas as etapas presentes no processo de produção da nitrocelulose utilizando o línter de algodão como matéria prima. Além disso, serão descritas a escala e a estratégia de produção, bem como o dimensionamento dos equipamentos e o fluxograma de balanço de massa.

4.1 ESCALA DE PRODUÇÃO

O consumo de nitrocelulose apresenta estimativa de aumento devido aos seus variados usos, sendo em detonadores elétricos, elaboração de explosivos, propelentes para canhão, propulsores para foguetes, matéria prima para produção de tintas de impressão, lacas, vernizes, seladores e outros produtos similares. As pesquisas no Comex Stat revelam que o Brasil importou, no ano de 2018, aproximadamente 116.548 kg de nitrocelulose, representando um valor equivalente a US$ 778.293,00. Por outro lado, a exportação referente ao mesmo ano foi de 21.154.425 kg, representando um valor de US$ 55.455.652,00.

Com os dados de importação coletados, é possível notar a necessidade de aumentar a produção interna de nitrocelulose para diminuir a sua dependência ao mercado externo. Dessa maneira, a Nitro Brás será projetada com o objetivo de iniciar suas atividades com uma produção de aproximadamente 420.000 kg de nitrocelulose por ano. Essa produção nos permitirá suprir as necessidades de uma grande porcentagem do mercado nacional, bem como a valorização dos produtores de algodão, que é nossa principal matéria prima.

Para a produção desejada será necessário 26.400 kg/mês de linter de algodão, totalizando 316.800 kg/ano, 62.370 kg/mês de ácido sulfúrico, totalizando 748.440 kg/ano de ácido sulfúrico, 20.790 kg/mês de ácido nítrico, totalizando 249.480 kg/ano de ácido nítrico, 5.874 m^3/mês de água, totalizando 70.488 m^3/ano (SHREVE; BRINK, 2017). Na Tabela 6 está ilustrado os parâmetros de produção de nitrocelulose que vão permitir atingir a escala de produção desejada.

Um dos objetivos da Nitro Brás é construir uma planta química com flexibilidade, sendo possível aumentar a escala de produção para acompanhar um possível crescimento da demanda. Conforme exposto na Tabela 5, o projeto da empresa será baseado em uma produção de 1.600 kg/dia de nitrocelulose com um processamento diário de 1.200 kg de línter de algodão, sendo 400 kg de línter de algodão por batelada. Nesse sentido, a empresa funcionará cinco dias por semana, totalizando 22 dias com três turnos de 6 horas cada de

segunda a sexta.

Tabela 5 - Parâmetros de produção da Nitro Brás.

Processamento diário de línter de algodão	1.200 kg
Dias efetivos de produção mensal	22 dias
Dias efetivos de produção anual	255 dias
Produção diária de nitrocelulose	1.605 kg
Produção mensal de nitrocelulose	35.310 kg
Produção anual de nitrocelulose	423.720 kg

Fonte: Os Autores, 2019.

4.1.1 Estratégia de produção

Com o objetivo de se tornar uma empresa bem sucedida e competitiva no mercado, fez-se necessário adotar uma estratégia de produção com relação a distribuição do tempo das etapas do processo, isto é, do tempo gasto em cada operação. Dessa maneira, é possível otimizar a rota de produção evitando custos desnecessários com, por exemplo, equipamentos parados, colaboradores desocupados, perdas de material, entre outros. Portanto, a Nitro Brás estruturou a distribuição do tempo utilizado em cada uma das etapas do processo conforme exposto na Tabela 6.

Tabela 6 - Plano de distribuição do tempo gasto em cada etapa do processo.

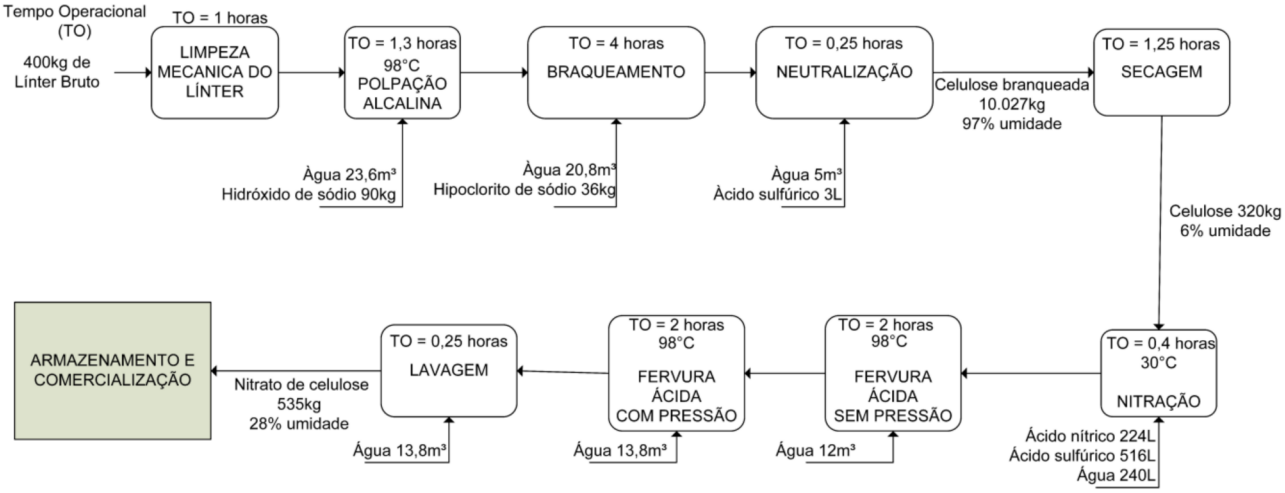
Etapas do Processo	4h 6h 8h 10h 12h 14h 16h 18h 20h 22h
Limpeza mecânica	- 2 h
Polpação alcalina	- 1 h e 20 min
Branqueamento	- 4 h
Neutralização da celulose	- 15 min
Extração/Secagem	- 1 h
Nitração	- 25 min
Fervimento ácido sem pressão	- 2 h
Fervimento ácido com pressão	- 2 h
Lavagem e acondicionamento	- 1 h

Fonte: Os Autores, 2019.

4.2 FLUXOGRAMA DO PROCESSO COM BALANÇO DE MASSA

O fluxograma de símbolos detalha os processos que serão realizados na produção da nitrocelulose a partir dos linters de algodão. Como apresentado no Apêndice C.

Figura 9 - Balanço de massa da produção da nitrocelulose.



Fonte: Os Autores, 2019.

4.3 RECEPÇÃO E ARMAZENAMENTO DAS MATÉRIAS PRIMAS

Para obtenção da nitrocelulose são necessárias a ocorrência das seguintes etapas: preparação da matéria prima, que engloba limpeza mecânica e purificação química do linter de algodão, nitração e etapas de fervuras. Para que o processo alcance seus objetivos é necessário que as matérias-primas e os insumos estejam disponíveis no local de produção. A reposição e frequência do armazenamento da matéria-prima e dos insumos são mostrados na Tabela 7.

Tabela 7 - Consumo, armazenamento e reposição da matéria-prima e dos insumos.

Item	**Consumo semanal**	**Armazenamento**		**Reposição**	
		Local	**Capacidade**	**Quantidade**	**Frequência**
Linter de algodão	6.000 kg	Barracão	12.000 kg	6.000 kg	Semanal
Ácido nítrico 69/70%	4.725 kg	Depósito de ácido nítrico	8.122 kg	4.725 kg	Semanal
Ácido sulfúrico 98%	14.175 kg	Depósito de ácido sulfúrico	21.140 kg	14.175 kg	Semanal
Água	1.335 m^3	Reservatório d'água	450 m^3	-	Contínuo
Hipoclorito de Sódio 10/12%	4.320 kg	Depósito de compostos de sódio	8.120 kg	4.320 kg	Semanal
Hidróxido de Sódio	1.350 kg	Depósito de compostos de sódio	8.120 kg	1.350 kg	Semanal

Fonte: Os Autores, 2019.

4.3.1 Recebimento e armazenamento dos línteres de algodão

O línter de algodão será encaminhado ao local de armazenamento através de um caminhão com capacidade de 8.000 kg. A reposição será feita semanalmente e a quantidade recebida será de 6.000 kg. Essa quantidade é capaz de suprir as necessidades de produção durante 5 dias de funcionamento, considerando um consumo diário de 1.200 kg de linter de algodão.

O algodão é um produto muito inflamável, portanto, para minimizar as perdas e riscos, os algodões recebidos chegarão prensados e empacotados em sacos de tecidos de algodão com a quantidade adequada para não prejudicar a fibra. Ao chegar na empresa, os

fardos serão armazenados dentro de um barracão (AZ-01), onde ficarão em pilhas em cima de *pallets*. Conforme necessário, uma empilhadeira fará o transporte dos fardos para a desfibradeira (DF-01).

4.3.2 Recebimento e armazenamento de ácido nítrico e ácido sulfúrico

Tanto o ácido nítrico como o ácido sulfúrico são reagentes necessários para a obtenção da nitrocelulose, estes serão transportados ao local de produção através de dois caminhões, com capacidades de 5.000 kg e 15.000 kg. Será feito uma entrega semanal de 4.725 kg de ácido nítrico e 14.175 kg de ácido sulfúrico, equivalente a 3360 L e 7680 L. Essa quantidade será capaz de suprir as necessidades de produção durante os 5 dias de funcionamento, considerando um consumo diário de kg de ácido nítrico e kg de ácido sulfúrico.

O ácido nítrico será recebido em bombonas de PEAD de 240 L cada, enquanto que o ácido sulfúrico será recebido em bombonas de PEAD de 240 L cada. Ao chegar na empresa os ácidos serão armazenados separadamente em dois depósitos (AZ-02) e (AZ-03), para o ácido nítrico e sulfúrico, respectivamente. Quando necessário os ácidos serão transportados por empilhadeira para o tanque de mistura sulfonítrica (TQ-03), onde serão conectados a tubulação correspondente.

4.3.3 Recebimento e armazenamento de água

A água que será utilizada pela Nitro Brás será obtida através de uma Estação de Tratamento de Água, na qual será armazenada em um reservatório d'água (AZ-04). O nível do tanque será mantido constante por meio da sua compensação, utilizando água proveniente do abastecimento. Com um volume de 450 m³, o reservatório será capaz de suprir as necessidades de um dia processo, mesmo que a reposição água seja suspensa por um período de 24 horas. Como a água é utilizada em várias etapas do processo o seu transporte será feito por uma bomba centrífuga (BC-01).

4.3.4 Recebimento e armazenamento de hipoclorito de sódio e hidróxido de sódio

A solução de hipoclorito de sódio 10/12% será transportada à empresa por um caminhão com capacidade de 5.000 kg. A reposição será feita semanalmente e a quantidade entregue será de 4.320 kg, equivalente a 3.600 L de solução. O reagente será entregue em

bombonas de PEAD de 240 L cada.

O hidróxido de sódio em escamas será transportado à empresa por um caminhão com capacidade de 2.000 kg. A reposição será feita semanalmente e a quantidade entregue será de 1.350 kg. O reagente será entregue em sacos plásticos com 25 kg cada.

As bombonas de solução de hipoclorito de sódio 10/12% e os sacos de hidróxido de sódio em escamas serão armazenados em um mesmo local, chamado de depósito de compostos de sódio (AZ-05). Os reagentes serão dispostos respeitando uma distância segura evitando riscos.

Conforme necessário a solução de hipoclorito de sódio 10/12% será transportada ao tanque de preparo de soluções (TQ-01). Com relação ao hidróxido de sódio, os sacos plásticos serão transportados por empilhadeira para o local onde é realizada a purificação química da celulose, pesados e descarregados ao tanque de preparo de soluções manualmente.

4.4 DESCRIÇÃO DE CADA ETAPA

Neste subtópico serão apresentada as etapas do processo de produção da nitrocelulose, desde a matéria prima, o línter de algodão, até o produto final, a nitrocelulose. De maneira geral, o processo de fabricação consiste na limpeza mecânica e purificação química do línter, nitração da celulose branqueada com mistura sulfonítrica, estabilização e fervuras para extração de ácido residual ocluso nas fibras da nitrocelulose.

4.4.1 Limpeza mecânica do línter

Os fardos de 200 kg são transportados por um empilhadeira ao local onde será feita a limpeza mecânica e são colocados na desfibradeira (DF-01) manualmente. Um exemplo de desfibradeira, também chamada de abridora de fibras, está exposto na Figura 10.

Inicialmente os fardos são transportados pela esteira, da onde são retirados os materiais grosseiros manualmente, e posteriormente entram na desfibradeira passando por cilindros guarnecidos que abrem as fibras, proporcionando o aumento do volume, maciez e flexibilidade. O equipamento funcionará operando 200 kg de linter de algodão por hora.

Figura 10 - Desfibradeira (DF-01).

Fonte: TEXTILMAQ, 2019.

Após passar pela desfibradeira, as fibras de algodão são transportadas para a autoclave (AC-01) por transporte pneumático, onde será feita a etapa de tratamento químico.

4.4.2 Purificação química do línter

Após os linters serem submetidos à limpeza mecânica, eles passam por um processo de purificação química. Essa etapa consiste em processos batelada, em que as etapas mais significativas são a polpação alcalina e o branqueamento do línter.

4.4.2.1 Polpação alcalina do línter

Para esse processamento 400 kg de linter tratado mecanicamente é alimentada a uma autoclave (AC-01). Previamente, prepara-se 3.600 L de solução de hidróxido de sódio a 25 $g.L^{-1}$ no tanque de preparo de soluções (TQ-01). A solução é feita adicionando 90 kg de hidróxido de sódio em escamas a 3.600 L de água. A solução é então alimentada a autoclave por uma bomba centrífuga (BC-02).

Em seguida, fecha-se a autoclave e eleva-se a temperatura até um patamar de 98ºC, utilizando vapor d'água, fornecida de uma caldeira (CA-01). Com o aumento da temperatura, a pressão se eleva para aproximadamente 6 kgf/cm². O processo ocorre nessas condições durante 80 minutos. Em seguida, a polpa celulósica é lavada abundantemente com 20.000 L de água. Esta etapa visa remover lignina, gorduras e ceras que envolvem a fibra de celulose (SANTOS, 2006). Após a lavagem da polpa celulósica, a água de lavagem é drenada.

4.4.2.2 Branqueamento do línter

Posterior a etapa da polpação alcalina, ainda há resquícios de lignina e impurezas como íons metálicos, compostos fenólicos, resinas e materiais que apresentam coloração advindo do material lignocelulósico. Como resultado, a lignina ainda restante na polpa, é responsável pela coloração marrom-amarelada. A remoção dessa coloração, ou seja, da lignina ainda restante, é necessária para que a celulose obtida no processo esteja com alto grau de alvura e pureza satisfatória à nitração. Por isso a etapa de branqueamento é muito importante (SANTOS, 2006).

Essa etapa ocorre na mesma autoclave (AC-01), após toda a água de lavagem da etapa anterior ser drenada. Então, a polpa é submetida a dois procedimentos de branqueamento com uma solução de hipoclorito de sódio a 5 $g.L^{-1}$. Esse processo ocorre à temperatura ambiente e pressão atmosférica.

Previamente, é preparada 3.600 L de solução de hipoclorito de sódio a 5 $g.L^{-1}$ no tanque de preparo de soluções (TQ-01). A solução é feita pela adição de 120 L de solução de hipoclorito de sódio a 151,2 $g.L^{-1}$ em 3.480 L de água. Em seguida, a solução é alimentada a autoclave, onde permanece em contato com a polpa durante 1 hora e 30 minutos. Após esse tempo é realizado uma lavagem com 3.400 L de água.

O segundo branqueamento é realizado logo após o primeiro, lavando-se a polpa com a mesma quantidade de solução de hipoclorito de sódio a 5 $g.L^{-1}$, permanecendo assim por 1 hora e 30 minutos. Em seguida é realizada uma lavagem com 10.200 L de água.

Como o branqueamento é realizado em duas etapas, as quantidade totais utilizadas no preparo das soluções é de 240 L de solução de hipoclorito de sódio a 151,2 $g.L^{-1}$ e de 6.960 L de água. Essa operação dura em torno de 4 horas, somando 1 hora e 30 minutos para cada etapa de branqueamento, totalizando 3 horas, mais 30 minutos para carga e descarga e 30 minutos para as lavagens.

4.4.2.3 Neutralização da polpa de celulose branqueada

A neutralização da polpa celulósica visa corrigir o pH do meio reacional para aproximadamente 6,5. Previamente, é preparada uma solução de ácido sulfúrico com concentração em torno de 0,06% (v/v). A solução é feita no tanque de preparo de soluções (TQ-01), pela adição de 3 L de ácido sulfúrico em 5.000 L de água. Em seguida, é adicionada

à autoclave, permanecendo em contato com a fibra por 15 minutos.

4.4.2.4 Dispersão da polpa de celulose/extração

Ao final do processo de neutralização é obtido aproximadamente 10.027 kg de polpa de celulose neutralizada, com teor de umidade de 97%. Esta quantidade é enviada por uma bomba centrífuga (BC-03) para o tanque de dispersão da polpa (TQ-02). A polpa celulósica branqueada e neutra permanece em suspensão sob agitação durante 10 min. Essa etapa tem como objetivo desfazer e homogeneizar a torta formada na autoclave.

A celulose é então enviada por uma bomba centrífuga (BC-04) para a etapa de extração, onde utiliza-se uma centrífuga (CE-01) para remover parcialmente a água. Ao final do processo, obtém-se 430 kg de celulose com aproximadamente 30% de umidade.

4.4.2.5 Secagem da celulose branqueada

Após a extração, a celulose é submetida a um novo processo de secagem, utilizando um secador de fluxo cruzado (SE-01) provido de esteira rolante, em que a secagem é feita por ar quente, aquecido com vapor d'água proveniente da caldeira (CA-01). Ao final da secagem, com duração de 30 min, obtém-se 320 kg de celulose seca, na qual contém cerca de 6% de umidade. Esta celulose está pronta para ser submetida ao processo de nitração. Na saída do secador há um sensor de umidade para caso a celulose obtida não possua a umidade desejada ela volte para o início do processo de secagem.

4.4.3 Nitração da celulose

A quantidade de celulose seca obtida, 320 kg, é transportada através de uma rosca transportadora helicoidal diretamente para o nitrador. Previamente, é alimentada ao nitrador (NT-01) 1500 kg de mistura sulfonítrica, cuja composição em peso é: 21% de ácido nítrico, 63% de ácido sulfúrico e 16% de água. Essa mistura é preparada no tanque de mistura sulfonítrica (TQ-03).

A mistura sulfonítrica é preparada pela adição de 315 kg de ácido nítrico, 945 kg de ácido sulfúrico e 240 kg de água, o que equivale a 224 L de ácido nítrico, 515 L de ácido sulfúrico e 240 L de água. Primeiramente, a água é descarregada no tanque de mistura sulfonítrica e, em seguida, descarrega-se os ácidos.

A mistura pronta é transportada por uma bomba centrífuga (BC-05) ao nitrador. A

reação ocorre a uma temperatura próxima de 30ºC e a pressão atmosférica, por aproximadamente 25 minutos.

Após decorrido o tempo, toda a carga do nitrador cai em uma centrífuga (CE-02), onde os ácidos são expelidos do nitrato de celulose. A carga consiste de 945 kg de ácido sulfúrico, 70,6 kg de ácido nítrico, 329 kg de água, 384 kg de nitrato de celulose puro e 91,4 kg de subprodutos solúveis e voláteis.

A nitrocelulose obtida ainda possui quantidades de ácidos residuais e umidade acima do desejado. As porcentagens de ácido residual e umidade variam, mas geralmente assumem valores de 20%. Nesse sentido, a nitrocelulose é submetida ao processo de estabilização.

4.4.4 Estabilização da nitrocelulose

A estabilização visa remover toda acidez residual presente nas fibras de nitrocelulose. É a etapa mais importante da purificação do produto, pois é a partir dela que se garante a possibilidade de manuseio da nitrocelulose, sem que esta se decomponha e provoque acidentes (FRANK, 1955 apud SANTOS, 2006). As etapas presentes na estabilização da nitrocelulose para fins não bélicos são os fervimentos ácidos sem pressão e com pressão, refino, lavagem e centrifugação.

4.4.4.1 Fervimento ácido sem pressão e com pressão

O nitrato de celulose que sai da centrífuga cai em uma calha e é transportada para um refervedor (RF-01), o qual é realizado com 12.000 L de água a 98 ºC e a pressão atmosférica, durante 2 horas. A temperatura do refervedor é elevada pela passagem de vapor d'água pelo fundo do refervedor.

Após esse processo, o nitrato de celulose é transportado por uma bomba centrífuga (BC-06) para uma autoclave (AC-02), na qual é alimentada com 13.800 L de água. A temperatura da autoclave é elevada para aproximadamente 98ºC, por passagem de vapor d'água. Com o aumento da temperatura, a pressão se eleva para 2,5 kgf/cm². Essa etapa tem duração de aproximadamente 2 horas.

4.4.4.2 Lavagem da nitrocelulose

Em seguida, a carga da autoclave é bombeada por uma bomba centrífuga (BC-07) para um refinador de disco duplo (RD-01). Aqui é feito uma lavagem com 13.800 L de água

fria, com o objetivo de retirar a acidez residual. Além disso, essa etapa tem como objetivo reduzir a granulometria do nitrato de celulose por fricção mecânica de modo a facilitar seu acondicionamento.

Logo após, o nitrato de celulose segue para uma centrífuga (CE-03) por uma bomba centrífuga (BC-08). Essa centrífuga contém uma peneira onde é feito o controle da umidade final. A nitrocelulose cai em uma esteira e prossegue para a etapa de acondicionamento.

Ao final de cada batelada, é obtido aproximadamente 533,34 kg de nitrato de celulose com teor de umidade de aproximadamente 28%. A nitrocelulose é acondicionada em sacos plásticos antiestáticos de 10 kg cada, que posteriormente são armazenados em tubos de papelão e colocadas em cima de *pallets*, localizados no depósito de nitrocelulose (AZ-06).

4.5 DIMENSIONAMENTO E SELEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

O dimensionamento e a seleção dos equipamentos foram determinados através das características do processo, das necessidades de cada equipamento, adequações compatíveis com as especificações técnicas e, sempre que possível, consulta prévia com fornecedores. Os cálculos para o dimensionamento dos equipamentos estão no APÊNDICE A - MEMORIAL DE CÁLCULOS, e em anexo estão fotos dos equipamentos para demonstração.

4.5.1 Bomba centrífuga (BC-01)

Material transportado: Água
Vazão volumétrica: 30 m^3/h
Altura manométrica: 34 mca
Diâmetro do rotor: 145 mm
Potência: 3 CV
Modelo: Bomba centrífuga 3 CV em aço inox 304
Fabricante: REMID (remid.com.br)

4.5.2 Bomba centrífuga (BC-02)

Material transportado: Solução NaOH - Solução NaOCl - Solução H_2SO_4
Vazão volumétrica: 30 m^3/h
Altura manométrica: 34 mca
Diâmetro do rotor: 145 mm
Potência: 3 CV
Modelo: Bomba centrífuga 3 CV em aço inox 304
Fabricante: REMID (remid.com.br)

4.5.3 Bomba centrífuga (BC-03)

Material transportado: Fibras de algodão e água
Vazão volumétrica: 30 m^3/h
Altura manométrica: 34 mca
Diâmetro do rotor: 145 mm
Potência: 3 CV
Modelo: Bomba centrífuga 3 CV em aço inox 304

Fabricante: REMID (remid.com.br)

4.5.4 Bomba centrífuga (BC-04)

Material transportado: Fibras de algodão e água
Vazão volumétrica: 30 m³/h
Altura manométrica: 34 mca
Diâmetro do rotor: 145 mm
Potência: 3 CV
Modelo: Bomba centrífuga 3 CV em aço inox 304
Fabricante: REMID (remid.com.br)

4.5.5 Bomba centrífuga (BC-05)

Material transportado: Mistura sulfonítrica
Vazão volumétrica: 30 m³/h
Altura manométrica: 34 mca
Diâmetro do rotor: 145 mm
Potência: 3 CV
Modelo: Bomba centrífuga 3 CV em aço inox 304
Fabricante: REMID (remid.com.br)

4.5.6 Bomba centrífuga (BC-06)

Material transportado: Nitrato de celulose, água e ácido residual
Vazão volumétrica: 30 m³/h
Altura manométrica: 34 mca
Diâmetro do rotor: 145 mm
Potência: 3 CV
Modelo: Bomba centrífuga 3 CV em aço inox 304
Fabricante: REMID (remid.com.br)

4.5.7 Bomba centrífuga (BC-07)

Material transportado: Nitrato de celulose e água
Vazão volumétrica: 30 m³/h

Altura manométrica: 34 mca

Diâmetro do rotor: 145 mm

Potência: 3 CV

Modelo: Bomba centrífuga 3 CV em aço inox 304

Fabricante: REMID (remid.com.br)

4.5.8 Bomba centrífuga (BC-08)

Material transportado: Nitrato de celulose e água

Vazão volumétrica: 30 m³/h

Altura manométrica: 34 mca

Diâmetro do rotor: 145 mm

Potência: 3 CV

Modelo: Bomba centrífuga 3 CV em aço inox 304

Fabricante: REMID (remid.com.br)

4.5.9 Desfibradeira (DF-01)

Alimentação: Línter de algodão

Capacidade nominal: 200 kg/h

Capacidade processada: 400 kg/batelada

Tempo de operação: 2 h/batelada

Dimensões: Comprimento: 1 m - Largura: 1 m - Altura: 0,9 m

Esteira: Comprimento: 1,5 m - Largura: 0,6 m

Motor principal: 5 HP

Motor da ventoinha: 2 CV

Peso: 420 kg

Modelo: T2

Fabricante: TAMATEC

4.5.10 Autoclave (AC-01)

Material: Aço carbono

Isolante: Manta de lã de vidro

Volume nominal: 6 m³

Dimensões do casco cilíndrico: Diâmetro interno de 1,8 m - Altura de 2,36 m

Espessura do casco cilíndrico: 15,9 mm - 5/8"

Espessura da manta: 50 mm

Diâmetro externo do casco cilíndrico: 1,932 m

Volume de operação: 4 m³ (mínimo) - 5,4 m³ (máximo)

Temperatura de operação: 20ºC (mínima) - 150ºC (máxima)

Temperatura do projeto: 20ºC (mínima) - 170ºC (máxima)

Pressão de operação: 1,03 kgf/cm² (mínima) - 6 kgf/cm² (máxima)

Pressão de projeto: 1 kgf/cm² (mínima) - 10 kgf/cm² (máxima)

Pressão máxima de trabalho admissível (PMTA) do casco: 13,5 kgf/cm²

Tipo de tampo: Torisférico raio 6%

Diâmetro do tampo: 1,8 m

Raio de curvatura do tampo: 1,8 m

Espessura do tampo: 22,2 mm - 7/8"

Pressão máxima de trabalho admissível (PMTA) do tampo: 10,7 kgf/cm²

Pressão de calibragem da válvula de segurança: 10,7 kgf/cm²

Fabricante: Sob encomenda

*Considerações: contêm conexão com TQ-01 por BC-02 pelo tampo; válvula de segurança (purga), termopar, manômetro manual, termostato, sistema de vedação entre as conexões e entre o casco e o tampo (resina épóxi Ampreg 26 - High TG), suporte de sustentação com 3 pés, dreno no fundo, conexão com TQ-02 por BC-03 pela lateral e entrada de vapor d'água

4.5.11 Autoclave (AC-02)

Material: Aço carbono

Isolante: Manta de lã de vidro

Volume nominal: 16 m³

Dimensões do casco cilíndrico: Diâmetro interno de 2,45 m - Altura de 3,4 m

Espessura do casco cilíndrico: 9,53 mm - 3/8"

Espessura da manta: 50 mm

Diâmetro externo do casco cilíndrico: 2,569 m

Volume de operação: 14,2 m³

Temperatura de operação: 20ºC (mínima) - 90ºC (máxima)

Temperatura do projeto: 20ºC (mínima) - 110ºC (máxima)

Pressão de operação: 1,03 kgf/cm² (mínima) - 2,5 kgf/cm² (máxima)

Pressão de projeto: 1 kgf/cm² (mínima) - 5 kgf/cm² (máxima)

Pressão máxima de trabalho admissível (PMTA) do casco: 5,97 kgf/cm²

Tipo de tampo: Torisférico raio 6%

Diâmetro do tampo: 2,45 m

Raio de curvatura do tampo: 2,45 m

Espessura do tampo: 15,9 mm - 5/8"

Pressão máxima de trabalho admissível do tampo: 5,65 kgf/cm²

Pressão de calibragem da válvula de segurança: 5,65 kgf/cm²

Fabricante: Sob encomenda

*Considerações: contêm conexão com RF-01 por BC-06 pelo tampo; válvula de segurança (purga), termopar, manômetro manual, termostato, sistema de vedação entre as conexões e entre o casco e o tampo (resina époxi Ampreg 26 - High TG), suporte de sustentação com 3 pés, dreno no fundo, conexão com RD-01 por BC-07 pela lateral e entrada de vapor d'água

4.5.12 Centrífuga (CE-01)

Material a ser separado: Fibras de algodão e água

Tipo: Centrífuga de parafuso com tela perfurada

Capacidade de processamento: 40 m³/h

Diâmetro da cesta: 750 mm

Comprimento da cesta: 790 mm

Dimensões (CxLxA): 2610x2115x2000 mm

Potência: 75 kW

Velocidade máxima: 2100 rpm

Tempo de operação: 15 min/batelada

Modelo: LWL-750x790

Material: Aço inoxidável austenítico 316

Fabricante: SAIDELI (www.sdl-centrifuge.com/)

*Considerações: contêm conexão com TQ-02 por BC-04; a saída é feita diretamente na esteira do secador

4.5.13 Centrífuga (CE-02)

Material a ser separado: Nitrocelulose e solução ácida

Tipo: Centrífuga Pusher de 2 estágios

Capacidade de processamento: 18 t/h

Diâmetro da peneira interna do tambor rotativo: 920 mm (1 estágio) - 1000 mm (2 estágio)

Comprimento da filtragem: 240 mm (1 estágio) - 320 mm (2 estágio)

Comprimento do impulsor: 50 mm

Frequência do impulsor: 20 s^{-1}

Dimensões (CxLxA): 4200x1900x1900 mm

Potência do motor principal: 75 kW

Potência do motor da bomba: 45 kW

Velocidade do tambor rotativo: 900 rpm

Tempo de operação: 10 min/batelada

Modelo: HR1000-N

Material: Aço inoxidável austenítico 316

Fabricante: SAIDELI (www.sdl-centrifuge.com/)

*Considerações: alimentação é feita por conexão com o fundo de NT-01, descarga é feita em uma calha transportadora.

4.5.14 Centrífuga (CE-03)

Material a ser separado: Nitrocelulose e água

Tipo: Centrífuga Pusher de 2 estágios

Capacidade de processamento: 36 t/h

Diâmetro da peneira interna do tambor rotativo: 920 mm (1 estágio) - 1000 mm (2 estágio)

Comprimento da filtragem: 240 mm (1 estágio) - 320 mm (2 estágio)

Comprimento do impulsor: 50 mm

Frequência do impulsor: 20 s^{-1}

Dimensões (CxLxA): 4200x1900x1900 mm

Potência do motor principal: 75 kW

Potência do motor da bomba: 45 kW

Velocidade do tambor rotativo: 900 rpm

Tempo de operação: 25 min

Modelo: HR1000-N

Material: Aço inoxidável austenítico 316

Fabricante: SAIDELI (www.sdl-centrifuge.com/)

*Considerações: contêm conexão com RD-01 por BC-08 e saída para esteira transportadora

4.5.15 Secador de fluxo cruzado (SE-01)

Material a ser secado: Fibras de algodão

Capacidade de remoção de umidade: 220 kg/h

Umidade removida: 109,8 kg/batelada

Tempo de operação: 30 min

Número de áreas de aquecimento: 2

Área de expansão do material: 25 m²

Pressão de trabalho do vapor: 0.5 mPa

Potência instalada: 12.78 kW

Dimensões (CxLxA): 9875x2408x3385 mm

Modelo: TGWC-25

Fabricante: SAIDELI (www.sdl-centrifuge.com/)

*Considerações: saída do material é feita por uma correia transportadora que está conectada ao NT-01, contêm sensores de temperatura e pressão.

4.5.16 Nitrador (NT-01)

Tipo de reator: Batelada

Volume total: 3 m³

Volume útil: 2,3 m³

Dimensões do tanque cilíndrico: Diâmetro interno de 1,42 m - Altura de 1,9 m

Altura do fundo abaulado: 0,24 m

Pressão de operação: 101,3 kPa

Pressão estática: 16,6 kPa

Pressão total na base: 117,9 kPa

Pressão máxima permitida: 156,8 kPa

Espessura do tanque cilíndrico: 7,93 mm - 5/16’’

Diâmetro externo do tanque cilíndrico: 1,435 m

Tipo de tampo: Torisférico raio 6%

Dimensões do tampo: Diâmetro interno de 1,42 m - Altura de 0,24 m

Espessura do tampo: 9,53 mm - 3/8"

Diâmetro externo do tampo: 1,439 m

Tempo de operação: 25 min/batelada

Temperatura de operação: 30ºC

Agitador: Duas hélices de 4 pás inclinadas cada

Dimensões do agitador: Diâmetro de 0,46 m - Altura entre o fundo do tanque e o agitador de 0,46 m - Comprimento das pás de 0,115 m - Largura das pás de 0,092 m - Distância entre as hélices de 0,46 m

Velocidade do agitador: 100 rpm

Potência útil: 1,6 kW

Potência do motor: 2,24 kW

Nível de agitação: Média

Sistema de resfriamento: Camisa externa com água de resfriamento

Área disponível de troca térmica: 17 m²

Calor removido pela camisa: 164,9 MJ/h

Vazão de água necessária: 4.150 kg/h

Material: Aço inoxidável AISI 316

Fornecedor: Sob encomenda.

*Considerações: contém um tubo no tampo para alimentação da mistura sulfonítrica conectado com TQ-03 por BC-05, saída da carga pela base conectada a CE-01 por uma calha transportadora, sensores de pressão e temperatura; entrada e saída da água de resfriamento, fundo abaulado com altura de 30 cm e suporte com pés.

4.5.17 Refervedor (RF-01)

Tipo de refervedor: Vertical com serpentina de cobre

Material: Aço inoxidável

Volume total: 14,4 m³

Volume útil: 12 m³

Dimensões: Altura de 2,5 m - Diâmetro interno de 2,71 m - Diâmetro externo de 2,77

m

Isolante: Manta de lã de vidro

Espessura do isolamento: 50 mm

Área de troca térmica: 0,96 m²

Quantidade de calor recebido: 3.396,70 kJ

Taxa de transferência de calor: 3.774,11 W

Dimensões da serpentina: Comprimento de 5,06 m - Diâmetro de 60,2 mm

Tempo de operação: 2 horas

Fabricante: Sob encomenda

*Considerações: contêm conexão com CE-02 por uma calha transportado; conexão com AC-02 por BC-07; sensores de temperatura e pressão; dreno no fundo.

4.5.18 Refinador (RD-01)

Tipo: Disco duplo

Material: Aço inoxidável

Capacidade de produção: 40 t/dia

Rotação do motor: 900 rpm

Potência: 56 kW

Jogo de discos: 4 peças

Faixa de aplicação dos discos: 330-432 mm

Dimensões: Comprimento de 1610 mm - Altura de 793 mm

Modelo: DD-17’’

Fabricante: HERGEN (<www.hergen.com.br/>)

*Considerações: contêm conexão com AC-02 por BC-07, saída conectada com CE-03 por BC-08.

4.5.19 Tanque de preparo de soluções (TQ-01)

Material: Aço inox 316

Volume total: 5,7 m³

Volume útil: 5 m³

Temperatura: 25ºC

Tipo de impelidor: Turbina de disco e pás (Rushton) com 6 pás

Material do impelidor: Aço inox 304 ou 316

Ht - Altura total do tanque: 2,1 m

H - Altura do líquido no tanque: 1,86 m

T - Diâmetro do tanque: 1,86 m

h - Distância entre o impelidor e o fundo do tanque: 0,62 m

D - Diâmetro do impelidor: 0,62 m

Dc - Diâmetro do disco: 0,465 m

W - Largura da pá do impelidor: 0,124 m

L - Comprimento da pá do impelidor: 0,155 m

B - Largura da chicana: 0,155 m (4 chicanas)

N - Número de rotações do impelidor: 100 rpm

Wu - Potência de agitação: 2,127 kW

Potência do motor: 3,73 kW

Grau de agitação: Média

Fabricante: Sob encomenda

*Considerações: contêm conexão com BC-01; dreno no fundo; apoio com três pés, saída pela lateral conectada com AC-01 por BC-02

4.5.20 Tanque de dispersão da polpa (TQ-02)

Material: Aço inox 316

Volume: 12 m³

Volume útil: 10 m³

Temperatura: 25 ºC

Tipo de impelidor: Turbina de disco e pás (Rushton) com 6 pás

Material do impelidor: Aço inox 316

Ht - Altura total do tanque: 2,80 m

H - Altura do líquido no tanque: 2,34 m

T - Diâmetro do tanque: 2,34 m

h - Distância entre o impelidor e o fundo do tanque: 0,78 m

D - Diâmetro do impelidor: 0,78 m

Dc - Diâmetro do disco: 0,585 m

W - Largura da pá do impelidor: 0,156 m

L - Comprimento da pá do impelidor: 0,195 m

B - Largura da chicana: 0,195 m (4 chicanas)

N - Número de rotações do impelidor: 56 rpm

Wu - Potência de agitação: 1,169 kW

Potência do motor: 2,24 kW

Grau de agitação: Suave

Fabricante: Sob encomenda

*Considerações: contêm entrada conectada com AC-01 por BC-03 e saída conectada com CE-01 por BC-04; dreno no fundo; suporte para apoio.

4.5.21 Tanque de mistura sulfonítrica (TQ-03)

Material: Polietileno

Volume total: 1,2 m³

Volume útil: 1 m³

Temperatura: 30ºC

Tipo de impelidor: Turbina de disco e pás (Rushton) com 6 pás

Material do impelidor: Aço inox 316 com revestimento de polietileno

Ht - Altura total do tanque: 1,26 m

H - Altura do líquido no tanque: 1,1 m

T - Diâmetro do tanque: 1,1 m

h - Distância entre o impelidor e o fundo do tanque: 0,36 m

D - Diâmetro do impelidor: 0,36 m

Dc - Diâmetro do disco: 0,27 m

W - Largura da pá do impelidor: 0,072 m

L - Comprimento da pá do impelidor: 0,09 m

B - Largura da chicana: 0,09 m (4 chicanas)

N - Número de rotações do impelidor: 152 rpm

Wu - Potência de agitação: 0,735 kW

Potência do motor: 1,12 kW

Grau de agitação: Forte

Fabricante: Sob encomenda

*Considerações: contêm entrada conectada com AZ-04 por BC-01 e saída conectada com NT-01 por BC-05

4.5.22 Caldeira (CA-01)

Alimentação: Cavaco (eucalipto)

Produção de vapor: 2.000 kg/h

Capacidade térmica: 1.280 Mcal/h

Consumo máximo de combustível: 298 kg/h

Poder calorífico: 4.300 kcal/kg

Temperatura de saída do vapor: 100 ºC

Tempo de operação: 18 horas/dia

Pressão de operação: 10 kgf/cm²

Diâmetro da chaminé: 480 mm

Peso: 6.600 kg

Material: Aço carbono

Modelo: CVS-IL-2000

Fabricante: Arauterm (<www.arauterm.com.br>)

4.5.23 Barracão (AZ-01)

Material armazenado: Línter de algodão

Capacidade útil: 12.000 kg - 60 fardos de 200 kg

Dimensões: Largura de 10 m - Comprimento de 9,4 m - Altura de 6,65 m

Material: Paredes de concreto armado pintados na cor branca, piso de alvenaria e cobertura com telhas de aço revestidas

Temperatura: 20ºC

Fabricante: Sob encomenda

*Considerações: serão dispostas 2 prateleiras para pallets de 2 andares com capacidade de 10 pallets cada, totalizando 20 pallets; cada pallet tem capacidade de armazenar 3 fardos de 200 kg; corredor principal de 4 m; corredores laterais de 2 m; distância das paredes de 2 m

4.5.24 Depósito de ácido nítrico (AZ-02)

Material armazenado: Ácido nítrico 69/70%

Capacidade útil: 8.122 kg - 24 bombonas de 240 L

Dimensões: Largura de 5,5 m - Comprimento de 5,3 m - Altura de 4,6 m

Material: Paredes de concreto armado pintados na cor branca, piso de alvenaria e cobertura com telhas de aço revestidas

Temperatura: 20ºC

Densidade: 1410 kg/m³

Fabricante: Sob encomenda

*Considerações: será disposta 1 prateleira para pallets de dois andares com capacidade de 8 pallets; cada pallet tem capacidade de armazenar 3 bombonas de 240 L; corredor principal de 4 m; distância das paredes de 0,5 m

4.5.25 Depósito de ácido sulfúrico (AZ-03)

Material armazenado: Ácido sulfúrico 98%

Capacidade útil: 21.140 kg - 48 bombonas de 240 L

Dimensões: Largura de 10 m - Comprimento de 8,3 m - Altura de 4,6 m

Material: Paredes de concreto armado pintados na cor branca, piso de alvenaria e cobertura com telhas de aço revestidas

Temperatura: 20ºC

Densidade: 1835 kg/m³

Fabricante: Sob encomenda

*Considerações: serão dispostas 2 prateleiras para pallets de dois andares com capacidade de 8 pallets cada; cada pallet tem capacidade de armazenar 3 bombonas de 240 L; corredor principal de 4 m; corredores laterais de 2 m; distância das paredes de 2 m

4.5.26 Reservatório d'água (AZ-04)

Material armazenado: Água

Capacidade útil: 450 m³

Dimensões: Diâmetro 8 m - Altura de 9 m

Material: Aço carbono

Temperatura: 20ºC

Densidade: 997 kg/m³

Fabricante: Faz forte (<www.fazforte.com.br/>)

4.5.27 Depósito de compostos de sódio (AZ-05)

Material armazenado: Hipoclorito de sódio 10/12% e hidróxido de sódio em escamas

Capacidade útil: 8.120 kg - 18 bombonas de 240 L de NaOCl 10/12% e 120 sacos de 25 kg de NaOH em escamas

Dimensões: Largura de 7,7 m - Comprimento de 5 m - Altura de 4,6 m

Material: Paredes de concreto armado pintados na cor branca, piso de alvenaria e cobertura com telhas de aço revestidas

Temperatura: 20ºC

Densidade: 1200 kg/m³ (NaOCl) - 2130 kg/m³ (NaOH)

Fabricante: Sob encomenda

*Considerações: serão dispostas 2 prateleiras para pallets de dois andares com capacidade de 6 pallets cada, totalizando 12 pallets; cada pallet tem capacidade de armazenar 3 bombonas de 240 L ou 20 sacos de 25 kg; corredor principal de 4 m; corredores laterais de 2 m; distância das paredes de 0,5 m

4.5.28 Depósito de nitrocelulose (AZ-06)

Material armazenado: Nitrato de celulose

Capacidade útil: 8.000 kg - 80 tubos de papelão com 10 pacotes de 10 kg

Dimensões: Largura de 10 m - Comprimento de 9,4 m - Altura de 4,0 m

Material: Paredes de concreto armado pintados na cor branca, piso de alvenaria e cobertura com telhas de aço revestidas

Temperatura: 20ºC

Fabricante: Sob encomenda

*Considerações: serão dispostas 2 prateleiras para pallets de dois andares com capacidade de 10 pallets cada, totalizando 20 pallets; cada pallet tem capacidade de armazenar 4 tubos de papelão com 10 pacotes de 10 kg; corredor principal de 4 m; corredores laterais de 2 m; distância das paredes de 2 m

5 PLANO FINANCEIRO

A Nitro Brás, por meio de um plano estratégico, desenvolveu um levantamento de dados para estimar os custos de produção, tarifas tributárias e receita da empresa, bem como a forma jurídica, e os trâmites de captação de recursos a garantir a consolidação da empresa.

5.1 FORMA JURÍDICA

De acordo com o código civil (Lei nº 20,406 de 10 de janeiro de 2002), uma empresa pode ser definida em vários tipos de sociedade. Com base neste código, a Nitro brás se enquadra na Sociedade Empresarial Limitada, regulamentada pelo próprio código civil, no Livro II - Do Direito da Empresa, Título II - Da Sociedade, Capítulo II - Da Sociedade Limitada, art 1052 - 1087.

A principal característica da Sociedade Limitada é o fato de que a responsabilidade dos sócios é restrita ao valor de suas quotas de capital social, dentre outras características, tem-se que os sócios podem designar administradores para a gestão dos negócios, mesmo que estes não sejam sócios, também tem-se que o capital social é dividido em quotas, e estas podem ser dadas em forma de dinheiro, bens ou direitos, mas não através de prestação de serviços, e o sócio pode ser excluído da sociedade se descumprir o contrato. Por fim, em uma sociedade limitada, caso haja prejuízo capital, não será autorizada a distribuição de lucros.

Com base nas legislações vigentes, a Nitro Brás constitui-se mediante contrato escrito, inscrito no Registro Civil. Tal contrato deverá dispor os dados dos sócios, sendo eles pessoas naturais ou jurídicas, as especificações da sociedade, o capital social, as quotas de cada sócio, a Administração da sociedade e a participação dos lucros e obrigações de cada sócio.

5.2 ENQUADRAMENTO TRIBUTÁRIO

Valendo-se de uma renda bruta anual de R$ 4.788.517,50, a Nitro Brás LTDA, segundo a Lei complementar nº 123 de 19 de dezembro de 2006, configura Empresa de Pequeno Porte, cuja receita bruta não ultrapassa R$ 4.800.000,00, e assim, se enquadra no sistema Simples Nacional.

Os impostos cobrados pelo Simples Nacional são: Imposto sobre renda de pessoa jurídica (IRPJ); Imposto sobre produtos industrializados (IPI); Contribuição para o financiamento sobre seguridade social (COFINS); Contribuição social sobre lucro líquido (CSLL); Contribuição para o PIS/Pasep; Contribuição patronal previdenciária (CPP); Imposto sobre operações relativas a circulação de mercadorias e sobre prestação de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação (ICMS) e o Imposto sobre serviços de qualquer natureza (ISS). Todos estes tributos são unificados no Documento de Arrecadação do Simples (DAS).

Para o cálculo da Alíquota Efetiva (AE) de tributação mensal, utiliza-se a Equação 1.

$$AE = \frac{(RBT\,12 * A) - VD}{RBT\,12} \tag{1}$$

em que RBT12 é a Receita Bruta Acumulada nos 12 meses anteriores ao período de Apuração, VD é o Valor a Deduzir e A é a Alíquota tabelada, cujo VD e A são fornecidas pelo Anexo II (Alíquotas e Partilha do Simples Nacional – Indústria) da Lei Complementar nº 155 de 27 de outubro de 2016, com vigência a partir de 1º de Janeiro de 2018. O Quadro 9 apresenta o Anexo em questão.

Quadro 9 - Alíquotas e Partilha do Simples Nacional – Indústria

Faixa	Receita Bruta em 12 Meses (em R$)	Alíquota	Valor a Deduzir (em R$)
1ª Faixa	Até 180.000,00	4,50%	-
2ª Faixa	De 180.000,01 a 360.000,00	7,80%	5.940,00
3ª Faixa	De 360.000,01 a 720.000,00	10,00%	13.860,00
4ª Faixa	De 720.000,01 a 1.800.000,00	11,20%	22.500,00
5ª Faixa	De 1.800.000,01 a 3.600.000,00	14,70%	85.500,00
6ª Faixa	De 3.600.000,01 a 4.800.000,00	30,00%	720.000,00

Fonte: Adaptado da Lei Complementar nº 155 de 27 de outubro de 2016.

Considerando uma renda mensal constante de R$ 413.127,00, e sabendo que a empresa se enquadra na 6ª Faixa, a alíquota efetiva será de 14,96% da renda mensal, portanto os tributos mensais serão de R$ 61.538,10.

5.3 CAPITAL SOCIAL

O capital social é o valor de investimento que os sócios realizam na abertura da empresa, este valor deve representar o capital necessário para a montagem da empresa, trâmites burocráticos e demais custos até que a empresa passe a dar lucro. Neste âmbito, o capital social da Nitro Brás será de R$ 3.730.489,04.

5.4 FONTES DE RECURSOS

Os recursos iniciais para a Nitro Brás LTDA serão captados por meio de empréstimo via Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), através do financiamento para aquisição e comercialização de máquinas, equipamentos, sistemas industriais, bens de informática e automação, ônibus, caminhões e aeronaves executivas Finame-BK, no valor de R$ 3.730.489,04 com uma taxa de juros de 12,04% a.a, parcelado em 120 meses e uma carência de 6 meses.

5.5 INVESTIMENTO TOTAL

Para a implementação da Nitro Brás LTDA, serão necessários investimentos pré operacionais com infraestrutura, registro da empresa e treinamento de pessoal, além de investimentos fixos com equipamentos e investimentos de capital de giro, conforme Tabela 8.

Tabela 8 - Investimento total.

Descrição dos Investimentos	**Valor (R$)**
Investimentos pré-operacionais	1.264.098,67
Investimentos fixos	1.842.268,00
Capital de giro	352.325,58
Total	3.458.692,25

Fonte: Os Autores, 2019.

5.6 ESTIMATIVA DE CUSTOS FIXOS

Os investimentos fixos da Nitro Brás é composto pelos equipamentos industriais, e os móveis e utensílios de escritório. Estes custos com equipamentos foram orçados em consulta aos fornecedores demandados, e os custos com móveis e utensílios foi baseado nos principais fornecedores disponíveis em Curitiba. Desta forma, os custos fixos são estimados em R$ 1.842.268,00, conforme disposto na Tabela 9. As Tabelas 10 e 11 dispõem dos custos com utensílios de escritório e equipamentos, respectivamente.

Tabela 9 - Custos Fixos.

Investimentos fixos	**Valor (R$)**
Equipamentos	1.832.423,00
Móveis e Utensílios de escritório	9.845,00
Total	1.842.268,00

Fonte: Os Autores, 2019.

Tabela 10 - Custos com utensílios de escritório.

Móveis e Utensílios de escritório	**Valor (R$)**
Computador Gerência	2.708,00
Ar condicionado	2.479,00
Mesa de reuniões	561,00
Mesa Gerência	296,00
Cadeiras	797,00
Mesa Engenheiro	296,00
Computador Engenheiro	2.708,00
Total	9.845,00

Fonte: Os Autores, 2019.

Tabela 11 - Custos com Equipamentos

Equipamentos	**Valor (R$)**
Bomba centrífuga (BC-01)	4.758,00
Bomba centrífuga (BC-02)	4.758,00
Bomba centrífuga (BC-03)	4.758,00
Bomba centrífuga (BC-04)	4.758,00
Bomba centrífuga (BC-05)	4.758,00
Bomba centrífuga (BC-06)	4.758,00
Bomba centrífuga (BC-07)	4.758,00
Bomba centrífuga (BC-08)	4.758,00
Desfibradeira (DF-01)	16.000,00
Autoclave (AC-01)	77.400,00
Autoclave (AC-02)	154.800,00
Centrífuga horizontal (CE-01)	96.750,00
Centrífuga vertical (CE-02)	270.900,00
Centrífuga vertical (CE-03)	270.900,00
Secador de esteira (SE-01)	10.375,00
Nitrador (NT-01)	22.024,00
Refervedor (RF-01)	31.740,00
Batedeira (BT-01)	18.140,00
Tanque de preparo de soluções (TQ-01)	19.350,00
Tanque de dispersão da polpa (TQ-02)	30.960,00
Tanque de mistura sulfonítrica (TQ-03)	9.675,00
Caldeira (CA-01)	160.000,00
Barracão	118.300,00
Depósito de ácido nítrico (AZ-02)	37.895,00
Depósito de ácido sulfúrico (AZ-03)	107.900,00
Reservatório d'água (AZ-04)	172.900,00
Depósito de compostos de sódio (AZ-05)	50.050,00
Depósito de nitrocelulose (AZ-06)	118.300,00
Total	1.832.423,00

Fonte: Os Autores, 2019.

5.7 CAPITAL DE GIRO

O Capital de giro da Nitro Brás é composto pelos custos mensais com reposição de Estoque e mais um capital de caixa mínimo de R$ 150.000,00 para barganhas comerciais, totalizando R$ 352.325,58. Este capital de giro é o recurso necessário para a operação mensal da empresa. A Tabela 12 apresenta a especificação de quota de cada elemento do capital de giro. A Tabela 13 dispõe do detalhamento do custo com reposição de estoque.

Tabela 12 - Especificação do capital de giro.

Capital de Giro	**Valor (R$)**
Reposição de Estoque	202.325,58
Caixa Mínimo	150.000,00
Total	**352.325,58**

Fonte: Os Autores, 2019.

Tabela 13 - Custo com reposição de estoque

Reposição de Estoque	**Valor (R$)**
Linter de algodão	35.640,00
Ácido nítrico 69/70%	49.896,00
Ácido sulfúrico 98%	72.972,90
Hipoclorito de Sódio 10/12%	31.711,68
Hidróxido de Sódio	10.692,00
Embalagens	1.413,00
Total	**202.325,58**

Fonte: Os Autores, 2019.

5.8 INVESTIMENTOS PRÉ-OPERACIONAIS

Os investimentos pré operacionais são compostos pelo custo do estoque inicial, despesas de legalização, gastos com construção e treinamento de pessoal. Os custos com estoque inicial são calculados com base na quantidade para preencher os reservatórios dos reagentes e matéria-prima, as despesas de legalização foram cotadas com base nas tarifas da Junta Comercial do Paraná (JUCEPAR) ano de 2019 e do decreto nº 2240 da Prefeitura de Curitiba.

O custo de infraestrutura foi calculado com uma estimativa de R$ 650/m^2 para a área industrial, e R$ 1000/m^2 para a área de escritório. O custo de treinamento de pessoal foi repassado pelas fornecedores, sendo que o treinamento é realizado pelos mesmos. A Tabela 14 apresenta a descrição dos investimentos pré-operacionais, e as Tabelas 15, 16 e 17 apresentam o detalhamento de cada custo deste investimento.

Tabela 14 - Investimentos pré-operacionais.

Investimentos pré-operacionais	**Valor (R$)**
Estoque Inicial	253.703,58
Despesas de Legalização	6.395,09
Infraestrutura	996.000,00
Treinamentos	8.000,00
Total	1.264.098,67

Fonte: Os Autores, 2019.

Tabela 15 - Estoque Inicial.

Estoque Inicial	**Valor (R$)**
Linter de algodão	55.080,00
Ácido nítrico 69/70%	55.656,00
Ácido sulfúrico 98%	79.980,90
Hipoclorito de Sódio 10/12%	40.111,68
Hidróxido de Sódio	19.692,00
Embalagens	3.183,00
Total	253.703,58

Fonte: Os Autores, 2019.

Tabela 16 - Despesas de Legalização.

Despesas de Legalização	**Valor (R$)**
Registro de Marca	1.270,00
Registro da Empresa	480,00
Alvarás	3.977,00
Licença Prévia	132,07
Licença de Instalação	268,01

Licença de Operação	268,01
Total	6.395,09

Fonte: Os Autores, 2019.

Tabela 17 - Infraestrutura.

Infraestrutura	**Valor Unitário (R$/m²)**	**Área**	**Valor (R$)**
Aquisição de terreno	90	3000	270.000,00
Galpão	650	1000	650.000,00
Escritório	1000	40	40.000,00
Empilhadeira	36.000,00	-	36.000,00
Total			996.000,00

Fonte: Os Autores, 2019.

5.9 ESTIMATIVA DO FATURAMENTO MENSAL DA EMPRESA

A Nitro Brás possuirá como único produto a nitrocelulose, com uma produção mensal de 35.310 kg, com base no valor de mercado, o faturamento mensal estimado será de R$ 413.127,00.

5.10 ESTIMATIVA DO CUSTO UNITÁRIO DE MATÉRIAS-PRIMAS

Os custos unitários de matéria-prima, reagentes e insumos foram calculados com base em orçamento de principais fornecedores, e com base no consumo mensal de cada elemento, cujos valores são descritos pela Tabela 18.

Tabela 18 - Estimativa de custo de matérias-primas.

Material	**Quantidade**	**Custo Unitário (R$)/kg**	**Total (R$)**
Linter de algodão	26.400,0	1,35	35.640,00
Ácido nítrico 69/70%	20.790,0	2,40	49.896,00
Ácido sulfúrico 98%	62.370,00	1,17	72.972,90
Hipoclorito de Sódio 10/12%	18.876,00	1,68	31.711,68
Hidróxido de Sódio	5.940,00	1,80	10.692,00
Embalagens	1.413	1,00	1.413,00
Total			**202.325,58**

Fonte: Os Autores, 2019.

5.11 ESTIMATIVA DE CUSTOS DE COMERCIALIZAÇÃO

Por se enquadrar no sistema Simples Nacional, o custo de tarifas tributárias é simplificado ao DAS, cuja tarifa mensal será de R$ 61.538,10. Pelo fato da Nitro Brás comercializar diretamente com as empresas consumidoras de nitrocelulose, não haverá custo com porcentagem de vendedor. Desta forma, o custo de comercialização se resume ao DAS.

5.12 APURAÇÃO DOS CUSTOS DE MATERIAIS DIRETOS

O custo de materiais diretos é obtido através do gasto mensal com material, e a partir deste valor, pode-se obter o custo unitário de material, que é o valor gasto com insumos por quilograma de produto produzido, conforme apresentado na Tabela 19.

Tabela 19 - Estimativa de Custo com insumos por kg de produto.

Custos de materiais diretos	Quantidade produzida (kg)	Custo de produção (R$)/kg
202.325,58	35.310	5,73
Total		**5,73**

Fonte: Os Autores, 2019.

5.13 ESTIMATIVA DOS CUSTOS COM MÃO-DE-OBRA

A Nitro Brás empregará 15 funcionários, o salário de cada funcionário tem por base o piso salarial nacional da devida funcionalidade, e os encargos sociais foram calculados de acordo com o previsto pelo simples nacional. a Tabela 20 detalha o quadro de funcionários, e específica os respectivos salários e encargos, bem como a estimativa final com mão de obra.

Tabela 20 - Custos com mão de obra.

Função	Nº de Empregados	Salário mensal	% Encargos sociais	Encargos sociais	Total
Gerente Financeiro	1	4.331,39	33,77	1.462,71	5.794,10
Engenheiro Químico	1	5.465,62	33,77	1.845,74	7.311,36
Operador de Maquinário	6	1.902,00	33,77	642,31	15.265,83
Operador de Empilhadeira	3	1.355,13	33,77	457,63	5.438,27
Operador de Manutenção	1	2.131,77	33,77	719,90	2.851,67
Auxiliar de Serviços Gerais	3	1.268,02	33,77	428,21	5.088,69
Total	**15**				**41.749,92**

Fonte: Os Autores, 2019.

5.14 ESTIMATIVA DO CUSTO COM DEPRECIAÇÃO

A estimativa de custo com depreciação foi calculada com base no valor do bem, dividido pelo tempo de vida útil, e assim, pode-se obter a depreciação mensal da empresa. Estes dados de depreciação estão apresentados na Tabela 21.

Tabela 21 - Custos com depreciação. (Início)

Bem	Valor do Bem (R$)	Vida útil (anos)	Depreciação Anual (R$)	Depreciação mensal (R$)
Bomba centrífuga (BC-01)	4.758,00	15	317,20	26,43
Bomba centrífuga (BC-02)	4.758,00	15	317,20	26,43
Bomba centrífuga (BC-03)	4.758,00	15	317,20	26,43
Bomba centrífuga (BC-04)	4.758,00	15	317,20	26,43
Bomba centrífuga (BC-05)	4.758,00	15	317,20	26,43
Bomba centrífuga (BC-06)	4.758,00	15	317,20	26,43
Bomba centrífuga (BC-07)	4.758,00	15	317,20	26,43
Bomba centrífuga (BC-08)	4.758,00	15	317,20	26,43
Desfibradeira (DF-01)	16.000,00	10	1.600,00	133,33
Autoclave (AC-01)	77.400,00	10	7.740,00	645,00
Autoclave (AC-02)	154.800,00	10	15.480,00	1.290,00
Centrífuga horizontal (CE-01)	96.750,00	10	9.675,00	806,25
Centrífuga vertical (CE-02)	270.900,00	10	27.090,00	2.257,50
Centrífuga vertical (CE-03)	270.900,00	10	27.090,00	2.257,50
Secador de esteira (SE-01)	10.375,00	15	691,67	57,64
Nitrador (NT-01)	22.024,00	10	2.202,40	183,53
Refervedor (RF-01)	31.740,00	10	3.174,00	264,50
Batedeira (BT-01)	18.140,00	10	1.814,00	151,17
Tanque de preparo de soluções (TQ-01)	19.350,00	15	1.290,00	107,50
Tanque de dispersão da polpa (TQ-02)	30.960,00	15	2.064,00	172,00
Tanque de mistura sulfonítrica (TQ-03)	9.675,00	15	645,00	53,75
Caldeira (CA-01)	160.000,00	15	10.666,67	888,89
Empilhadeira	36.000,00	20	1.800,00	150,00
Galpão	650.000,00	50	13.000,00	1.083,33
Escritório	40.000,00	30	1.333,33	111,11
Barracão (AZ-01)	118.300,00	50	2.366,00	197,17

Fonte: Os Autores, 2019.

Tabela 21 - Custos com depreciação. (Fim)

Bem	Valor do Bem (R$)	Vida útil (anos)	Depreciação Anual (R$)	Depreciação mensal (R$)
Depósito de ácido nítrico (AZ-02)	37.895,00	50	757,90	63,16

Depósito de ácido sulfúrico (AZ-03)	107.900,00	50	2.158,00	179,83
Reservatório d'água (AZ-04)	172.900,00	30	5.763,33	480,28
Depósito de compostos de sódio (AZ-05)	50.050,00	50	1.001,00	83,42
Depósito de ácido sulfúrico (AZ-03)	107.900,00	50	2.158,00	179,83
Reservatório d'água (AZ-04)	172.900,00	30	5.763,33	480,28
Depósito de compostos de sódio (AZ-05)	50.050,00	50	1.001,00	83,42
Depósito de nitrocelulose (AZ-06)	118.300,00	50	2.366,00	197,17
Computador Gerência	2.708,00	5	541,60	45,13
Ar condicionado	2.479,00	5	495,80	41,32
Mesa de reuniões	561,00	5	112,20	9,35
Mesa Gerência	296,00	5	59,20	4,93
Cadeiras	797,00	5	159,40	13,28
Mesa Engenheiro	296,00	5	59,20	4,93
Computador Engenheiro	2.708,00	5	541,60	45,13
Total	**2.568.268,00**			12.189,58

Fonte: Os Autores, 2019.

5.15 ESTIMATIVA DOS CUSTOS FIXOS OPERACIONAIS MENSAIS

Os custos operacionais mensais da Nitro Brás é descrito na Tabela 22, onde o cálculo para o IPTU é o estipulado pela prefeitura de Curitiba como sendo 1,8% do valor do Imóvel para imóveis não residenciais com valor superior a R$ 106.360,00. A água da indústria é obtida através de uma Estação de Tratamento de Água, com um custo mensal de R$ 3.240,00,

e o gasto com energia foi calculado a partir da tarifa da Copel de R$ 0,76897/kWh. A Tabela 23 apresenta o consumo de energia de cada equipamento, bem como, o custo total de energia.

Tabela 22 - Custos Operacionais.

Descrição	**Custo mensal**
IPTU	1.440,00
Água	3.240,00
Energia	10.740,80
Telefone	200,00
Manutenção	3.000,00
Mão de Obra	41.749,92
Materiais de Limpeza	500,00
Materiais de Escritório	300,00
Depreciação	12.189,58
Demais Despesas	1.000,00
Total	**74.360,30**

Fonte: Os Autores, 2019.

Tabela 23 - Custo de Energia.

Consumo de energia	**kWh**
Bomba centrífuga (BC-01)	24,27
Bomba centrífuga (BC-02)	24,27
Bomba centrífuga (BC-03)	24,27
Bomba centrífuga (BC-04)	24,27
Bomba centrífuga (BC-05)	24,27
Bomba centrífuga (BC-06)	24,27
Bomba centrífuga (BC-07)	24,27
Bomba centrífuga (BC-08)	24,27
Desfibradeira (DF-01)	686,33
Autoclave (AC-01)	1.941,72
Autoclave (AC-02)	388,34
Centrífuga horizontal (CE-01)	1.237,50
Centrífuga vertical (CE-02)	1.320,00
Centrífuga vertical (CE-03)	3.300,00
Secador de esteira (SE-01)	421,74
Nitrador (NT-01)	20,24
Refervedor (RF-01)	0,00
Batedeira (BT-01)	3.696,00
Tanque de preparo de soluções (TQ-01)	233,97
Tanque de dispersão da polpa (TQ-02)	128,57
Tanque de mistura sulfonítrica (TQ-03)	40,42
Caldeira (CA-01)	48,58
Escritório e Galpão	277,20
Barracão (AZ-01)	4,40
Depósito de ácido nítrico (AZ-02)	6,60
Depósito de ácido sulfúrico (AZ-03)	6,60
Reservatório d'água (AZ-04)	0,00
Depósito de compostos de sódio (AZ-05)	4,40
Depósito de nitrocelulose (AZ-06)	11,00
Total	13.967,77
Valor R$	10.740,80

Fonte: Os Autores, 2019.

5.16 DEMONSTRATIVO DE RESULTADOS

A Demonstração de Resultados do Exercício (DRE) é a demonstração contabilística dinâmica que se destina para analisar se o negócio está sendo lucrativo ou trazendo prejuízo. A Tabela 24 apresenta o DRE mensal da Nitro Brás. Conforme apresentado na tabela, o faturamento é Superior aos gastos e despesas, portanto a Nitro Brás é um investimento lucrativo.

Tabela 24 - Demonstração de Resultados.

Movimentação Financeira	**Valor (R$)**
Faturamento	413.127,00
Custo Operacional	74.360,30
Reposição de Estoque	202.325,58
Tributação	61.538,10
Total	**74.903,02**

Fonte: Os Autores, 2019.

6 INDICADORES DE VIABILIDADE

Antes da realização do empréstimo bancário, e do início da execução do projeto industrial, é necessário realizar uma análise de viabilidade do investimento financeiro. Para esta análise de viabilidade, alguns fatores econômicos são utilizados, a fim de verificar se esse projeto irá apresentar sucesso ou fracasso.

6.1 PONTO DE EQUILÍBRIO

Para calcular o ponto de equilíbrio (PE) (Equação 2) abaixo, é necessário analisar os custos de produção (CP), o preço da venda de produto (PV) e as despesas fixas (DF).

$$PE = \frac{DFxPV}{PV - CP} \tag{2}$$

Com o ponto de equilíbrio, sabe-se qual deve ser o faturamento mínimo da empresa para que esta não apresente prejuízo, ou seja, quantos quilogramas de nitrocelulose a Nitro Brás deve vender para pagar as despesas fixas.

Como o custo de produção de um quilograma de nitrocelulose é R$ 5,73, e a venda é de R$ 11,70/kg e o as despesas fixas são de R$ 202.325,58, o ponto de equilíbrio será de R$396.517,47, o que equivale a uma venda de 33.890,38 kg de Nitrocelulose.

6.2 LUCRATIVIDADE

A Lucratividade é um indicador de eficiência operacional obtido sob a forma de valor percentual e que indica qual é o ganho que a empresa consegue gerar sobre o trabalho que desenvolve. É um dos principais indicadores econômicos da empresa, ligado diretamente com a competitividade do negócio. A seguir, estão expostos a lucratividade anual e mensal, que podem ser calculadas por meio da Equação 3.

$$Lucratividade = (Sobras\ Líquidas/Receita\ Total)*100\% \tag{3}$$

$$Lucratividade = (R\$\ 949.957,83/R\$\ 4.788.517,5)*100\% = 19,84\%\ a.a.$$

$$Lucratividade = (R\$\ 74.903,02/R\$\ 413.127,00)*100\% = 18,13\%\ a.m.$$

6.3 RENTABILIDADE

A rentabilidade é a análise responsável por verificar o retorno no investimento inicial. Para calcular a rentabilidade, utiliza-se o valor do investimento inicial, que é o valor financiado, e a soma dos fluxos de caixa descontado, considerando um período de 60 meses (5 anos) conforme a Equação 4.

$$Rentabilidade = (Soma\ dos\ Fluxos\ de\ Caixa\ Descontado/Investimento\ Inicial)*100\% \quad (4)$$

$$Rentabilidade = (R\$\ 4.288.270,79/R\$\ 3.730.489,04)*100\% = 114,95\%$$

6.4 PRAZO DE RETORNO DO INVESTIMENTO (*PAYBACK*)

O período de payback refere-se ao tempo que o investimento inicial leva para ser pago. Há duas maneiras de calcular o prazo mínimo de retorno, o Payback Simples, que é calculado sem descontar os fluxos de caixas futuros, e o Payback Descontado que utiliza uma taxa mínima de atratividade de 12,04% para ser calculado.

Pelo cálculo do Payback Simples foi encontrado um período de tempo de 3 anos, 3 meses e 15 dias para que o investimento inicial seja pago. A partir disso, é possível concluir que o investimento possui um médio risco. Porém, esse cálculo não leva em conta o valor do dinheiro no tempo e o custo de capital da empresa.

Para contornar este problema foi feito o cálculo do Payback Descontado. O valor encontrado foi de 4 anos, 3 meses e 7 dias. Com isso, é possível concluir que o investimento possui realmente médio risco, sendo atrativo e, portanto, viável do ponto de vista financeiro.

6.5 TAXA INTERNA DE RETORNO

A taxa interna de retorno (TIR) é uma taxa de desconto hipotética que, quando aplicada a um fluxo de caixa, faz com que os valores das despesas, trazidos ao valor presente, seja igual aos valores dos retornos dos investimentos, também trazidos ao valor presente.

Considerando um investimento inicial de R$ 3.730.489,04 e um fluxo de caixa de R$ 6.117.305,26 ao final de um período de 5 anos, tem-se uma taxa interna de retorno de 17,43% ao ano, ou seja, o investimento apresenta uma rentabilidade de 17,43% ao ano. Comparando-a com a taxa mínima de atratividade de 12,04% (percentual mínimo de retorno), conclui-se que a Nitro Brás é viável, apresentando rentabilidade superior à mínima.

6.6 VALOR PRESENTE LÍQUIDO

O Valor Presente Líquido (VLP) é uma fórmula matemática-financeira utilizada para calcular o Valor Presente de uma série de pagamentos futuros descontado de uma taxa de custo de capital estipulada em 12,04%. O cálculo foi feito da seguinte maneira:

Valor Presente Líquido (VPL) = Valor Presente (VP) - Investimento Inicial

Valor Presente Líquido (VPL) = R$ 5.199.061,07 - R$ 3.730.489,04 = R$ 1.468.572,02

Dessa maneira, o investimento inicial retorna o valor esperado e ainda excede a taxa mínima de atratividade, estipulada como a taxa de custo de capital (WACC), em um valor de R$ 1.468.572,02.

6.7 FLUXO DE CAIXA

O fluxo de caixa é a movimentação financeira da empresa, o valor que a empresa gasta e recebe no mesmo período. Com a análise do fluxo de caixa, é possível visualizar prováveis falhas na estratégia financeira, e desta forma, estabelecer um planejamento para evitar gastos exorbitantes, e garantir que o investimento tenha lucratividade.

O fluxo de caixa estudado será de 10 anos, e a taxa mínima de atratividade será de 12,04%. assim sendo, a Tabela 25 dispõe dos valores de fluxo de caixa simplificado e descontado.

Tabela 25 - Fluxo de caixa.

Fluxo de Caixa Simplificado	Fluxo de Caixa Descontado
949.957,83	847.873,82
1.070.436,26	852.736,03
1.206.194,37	857.626,12
1.359.170,01	862.544,25
1.531.546,79	867.490,58
1.725.785,25	872.465,28
1.944.658,02	877.468,51
2.191.289,33	882.500,43
2.469.199,67	887.561,20
2.782.355,99	892.651,00

Fonte: Os Autores, 2019.

7 PLANO DE MARKETING

O plano de marketing da Nitro Brás tem por objetivo consolidar a marca no mercado nacional de nitrocelulose, produzindo-a com alta qualidade e adquirindo vantagens sobre a concorrência com uma produção nacional, com respeito ao meio ambiente, a responsabilidade social e a preocupação com o bem estar dos colaboradores.

7.1 DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS E SERVIÇOS

A Nitro Brás tem por objetivo produzir nitrocelulose a partir de linters de algodão, o qual é uma matéria-prima de origem nacional. A produção dessa nitrocelulose é realizada a partir da purificação dos linters e, posteriormente, a nitração da celulose. Sua aplicação está direcionada a vários setores industriais, dentre eles destacam-se: a indústria bélica, cosmética, farmacêutica, tintas, couro, madeira, embalagens flexíveis e de repintura automotiva.

7.2 ESTRUTURA DE COMERCIALIZAÇÃO

O produto da Nitro Brás inicialmente será divulgado por meio de websites, devido a baixo custo e grande alcance do público alvo, com acesso á informações quanto a qualidade do produto, bem como, missão e os valores da indústria. Outro meio também bastante utilizado, será a visitação da equipe de vendas da Nitro Brás em indústrias que necessitam do nosso produto como matéria prima.

7.3 ANÁLISE ESTRATÉGICA

A Nitro Brás utiliza um desenvolvimento estratégico para poder avaliar diversos pontos cruciais para o desempenho da empresa, de modo a atuar de forma segura, eficaz e competitiva no mercado de nitrocelulose. Os meios que são utilizado para tais, são a análise das 5 forças de Porter a qual apresenta a força de: barganha dos fornecedores, barganha dos clientes, ameaça de produtos substitutos, ameaça de novos entrantes e rivalidade entre concorrentes.

7.3.1 Poder de barganha dos fornecedores

O Brasil possui diversos produtores/fornecedores da matéria prima utilizada para a produção de nitrocelulose, que são os línteres de algodão. No entanto, a Nitro Brás selecionou, estrategicamente, dois fornecedores dessa matéria prima, buscando a melhor localização, qualidade, prazos e preços.

Assim, a localização dos fornecedores estão um no estado do Paraná (onde está localizada a Nitro Brás) e o outro no estado do Mato Grosso (o maior produtor de algodão do Brasil). Ambos fornecem produtos de qualidade e prazos relevantes. Porém, o valor agregado a matéria prima fornecida pelos produtores do estado do Paraná é inferior comparado ao estado do Mato Grosso, pois para transportar de um estado a outro o custo é mais elevado. No entanto, o fornecimento da matéria prima pelo estado do Mato Grosso, garante à Nitro Brás a produção contínua de nitrocelulose, pois este é o maior produtor de algodão do Brasil.

7.3.2 Poder de barganha dos clientes

Os clientes do mercado nacional de nitrocelulose buscam produtos de qualidade. No entanto, a demanda de indústrias de nitrocelulose é pequena, sendo necessário usar a importação para obter tal produto. Assim, a Nitro Brás, surge no mercado com nitrocelulose de alta qualidade, fabricada em área nacional, com menores prazos de entrega e voltada para atender as necessidade do mercado interno. A confiança e credibilidade serão conquistadas mediante às visitações da equipe de vendas da Nitro Brás às indústrias, demonstrando o produto e conferindo a qualidade e preço acessível.

7.3.3 Ameaça de produtos substitutos

Atualmente, não há nenhuma indústria que ofereça produtos que substituam a nitrocelulose. No entanto, Apolinário (2018) estudou uma proposta de substituir parcialmente a nitrocelulose por uma resina poliuretânica elastomérica no concentrado, com o objetivo de aumentar a força da laminação da tinta. Porém, a substituição é parcial e não total, o que não afetaria a comercialização da nitrocelulose. Para outras aplicações da nitrocelulose, não foi encontrado nenhum estudo relevante.

7.3.4 Ameaça de novos entrantes

A Nitro Brás, uma das poucas indústrias de nitrocelulose no Brasil, garante, para que o mercado não seja entregue à novos entrantes, a qualidade do produto, voltado ao mercado interno, com preço acessível e prazo de entrega, o qual serão o diferencial.

7.3.5 Rivalidade entre concorrentes

Atualmente, o Brasil possui apenas três indústrias de nitrocelulose a Nitro Química, Montana Química Ltda. e a IMBEL, sendo esta última voltada somente à indústria bélica. A concorrência da Nitro Brás seria a Nitro Química e a Montana Química Ltda., porém a Nitro Química é destinada mais ao mercado externo e a Montana Química Ltda. possui a produção específica para verniz de madeiras. Sendo assim, o ganho de novos clientes para a Nitro Brás, será a alta qualidade, a disponibilidade do produto fabricado nacionalmente e preços acessíveis.

8 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

Para o desenvolvimento e planejamento do projeto de implementação da indústria, a Nitro Brás um cronograma de implementação que visa obter o tempo de duração total para cada etapa. Para tanto é necessário conhecer o tempo de execução de cada etapa envolvida no projeto. Sendo utilizado três estimativas de tempo para cada etapa: otimista, provável e pessimista. Em que o otimista representa o melhor tempo que a atividade pode ser realizada, o provável é o tempo mais recorrente e, o tempo pessimista é o de maior duração. A partir desses dados calcula-se o tempo esperado mediante a Equação 5.

$$Tempo\,esperado = \frac{(a + 4 * b + c)}{6} \tag{5}$$

em que a é o tempo otimista, b é o tempo provável e c o pessimista.

Com isso, por meio da Tabela 26, a Nitro Brás conseguiu prever o cronograma de execução de suas atividade, obtendo um tempo máximo de 843 dias e um tempo esperado de 744 dias, para poder iniciar suas atividade de produção de nitrocelulose.

Tabela 26 - Descrição das atividades e os tempos relacionados (em dias).

Atividade	Descrição da atividade	Duração (dias)			
		Otimista	**Provável**	**Pessimista**	**Esperado**
A	Projeto de engenharia	70	85	90	83
B	Criação do CNPJ da empresa	30	35	40	35
C	Financiamento da BNDS	30	40	45	39
D	Aquisição do terreno	10	15	20	15
E	Licença Prévia (LP)	35	40	45	40
F	Licença de Instalação (LI)	15	20	25	20
G	Contratação de serviço civil e elétrico	8	13	15	13
H	Compra e entrega de materiais de construção civil e elétrica	20	25	30	25
I	Execução do projeto civil e elétrico	150	160	170	160
J	Compra de equipamentos industriais	50	80	90	77
K	Compra de móveis e utensílios	10	15	20	15
L	Montagem e instalação dos equipamentos industriais e móveis	15	20	25	20
M	Licença Operacional (LO)	15	20	25	20
N	Contratação e treinamento de funcionários	40	45	50	45
O	Compra de matéria prima	20	25	30	25
P	Autorização de funcionamento	100	110	120	110
Q	Início das atividades	1	2	3	2

Fonte: Os Autores, 2019.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção da nitrocelulose a partir de línteres de algodão apresenta uma projeção econômica e perspectiva promissora. Assim, a Nitro Brás propõe um processo de obtenção da nitrocelulose com elevado padrão de qualidade destinado ao mercado nacional. Os investimentos realizados preveem-se um retorno de 4 anos e 3 meses, com produção mensal de 35.310 kg , a taxa interna de 17,43% a.a. e lucratividade de 18,13% a.m. são alguns fatores que afirmam a viabilidade do projeto.

O Brasil, atualmente, consta com duas indústrias no ramo da produção da nitrocelulose, a Nitroquímica e a IMBEL, sendo esta última voltada à indústria bélica. A fabricação nacional de nitrocelulose é pequena e necessita de importação para suprir as necessidades do mercado interno. Nesse sentido, a Nitro Brás, está no mercado para fortalecer o mercado interno com produto de alta qualidade, gerando novos empregos e movimentando a economia brasileira. A principal concorrente da Nitro Brás é a Nitroquímica, a qual destaca-se na produção nacional voltada à couros, repintura automotiva, madeira, embalagens, entre outros.

A localização da Nitro Brás foi escolhida de maneira subjetiva, viabilizando a disponibilidade de mão de obra qualificada, facilidade de recepção de matéria prima e fornecimento do produto final. Sendo assim, a localização da Nitro Brás será em Curitiba (PR), pois apresenta elevado transporte rodoviário, melhores incentivos fiscais e o maior número de universidades de grande destaque. Os cálculos realizados durante a análise de viabilidade econômica da indústria demonstram que, para a implementação da mesma, será necessário um investimento total de R$ 3.458.692,25, composto por 36,5% em investimento pré-operacional, 10,2 % em capital de giro e 53,3% em investimentos fixos.

Assim, o faturamento mensal líquido previsto é de R$ 413.127,00, o qual proporcionará um payback descontado no período de 51 meses, portanto o investimento possui médio risco, sendo viável do ponto de vista financeiro. Além disso, a rentabilidade anual da empresa será de 17,43%. Nesse sentido, conclui-se que fatores importantes como a disponibilidade de matéria-prima, a busca constante por otimização de processo e a qualidade do produto conferem à Nitro Brás uma boa visibilidade e confiança no mercado nacional.

REFERÊNCIAS

ABRAPA - Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. Algodão no Mundo safra 2017/2018. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-mundo.aspx>.Acesso em:8 jun. 2019.

ALMEIDA, V. R. **Geografia do Paraná.** Jacarezinho: AMF, 2012. Disponível em: <https://geovest.files.wordpress.com/2012/09/parana.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2019.

ANDRADE, A. L. F B. **Desenvolvimento de filmes nanonitrocelulósicos a partir de polpa celulósica de *Pinus sp*. e *Eucalyptus sp***. 2016. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Industrial Madeireira). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

ANDRADE, J. **Determinação dos parâmetros cinéticos para propelentes base simples e base dupla**. 2006. 104 f. Tese (Mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica. Física e Química dos Materiais Aeroespaciais). Instituto Tecnológico de Aeronáutica. São José dos Campos, 2006.

ANDRÉA, B. D.; LILLO, F. Industrial constraints for developing solid propellants with energetic materials. **Journal of Propulsion and Power**, v. 15, nº 5, p. 713-718, 1999.

APOLINÁRIO, L. D.; CARGNIN, M. **Substituição parcial de nitrocelulose por resinas poliuretânicas em concentrados de tintas flexográficas**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia química) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina.

BARCZA, M. V. **Nitrocelulose, nitroglicerina, tetranitrato de pentaeritritol, nitroparafinas**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

BAUM, D. **Reúso de água na indústria química - estudo de caso de uma unidade produtiva de nitrocelulose**. 2012. 110 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Química). Escolaa Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

BIAZUS, A.; HORA, A. B.; LEITE., B. G. P.. Panorama de mercado: celulose. In: **Celulose.** Brasília: Acervo Digital Bndes. p. 311-370, 2010.

BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel. **Relatório estatístico anual 2008/2009**. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7747/Bracelpa-Relatorio_Estatistico-2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: abr. 2010.

CARDOZO, M. **Nitrocelulose**, 2015. Disponível em: <http://qnint.sbq.org.br/novo/index.php?hash=molecula.150>. Acesso em: 10 jun. 2019.

COMEX STAT, 2019. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: 8 jun. 2019.

CONAB. **Sexto levantamento da safra brasileira de grãos 2017/2018**. Brasília, v. 5, n. 6, p. 1-129, mar. 2018.

ÇENGEL, Yunus A; *et al.* **Transferência de calor e massa**: Uma abordagem prática. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012. xii, 902 p.

DIAS, Raimundo Otávio Nogueira. **DESENVOLVIMENTO DE UM AUTOCLAVE PARA CURA DE MATERIAIS COMPÓSITOS.** 2017. 98 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Energia, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2017. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/20783/1/2017_RaimundoOtavioNogueiraDias_tcc.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2019.

FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood: chemistry, ultrastructure, reactions**. Berlin: Walter de Gruyter, 613 p. 1989.

FRANK, D.M. Cellulose nitrate. **The physical chemistry of nitrocellulose its formation and use, Published For Imperial Chemical Industries Limited**. p. 422, 1955.

GARCIA, W. V. **Determinação da dinâmica de nitrogênio no solo por coluna de lixiviação resultante do descarte de efluentes provenientes de uma indústria de nitrocelulose da região do Vale do Rio Paraíba do Sul**. 2009. 143f. Dissertação (Mestrado Biotecnologia Industrial). Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2009.

GOOGLE MAPS. Mapa do Paraná. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em: 10 jun. 2019.

GRAND VIEW RESEARCH. **Nitrocellulose market size, share & trends analysis report by application (automotive paints, printing inks, wood coatings, leather finishes, nail varnishes)**. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/nitrocellulose-market/methodology>. Acesso em: 8 jun. 2019.

IBGE. **Comissão Nacional de Classificação**. Disponível em: <https://concla.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html?view=classe&tipo=cnae&versao=10&classe=20291>. Acesso em: 10 jun. 2019.

IPARDES, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Infraestrutura de Transporte**. 2015. Disponível em: <http://www.turismo.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=481>. Acesso em: 10 jun. 2019.

MNT. **Manual Técnico de Nitrocelulose**. Nitro Química, São Paulo, 2012.

SALES, C. A. **Reúso de água e energia em uma planta de nitrocelulose**. 2013. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica na área de Transmissão e Conversão de Energia). Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

SANTOS, L.F. **Sistema de lodo ativado aplicado no tratamento de efluentes oriundos das etapas de fabricação de nitrocelulose**. 2001. 118 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Industrial). Faculdade de Engenharia Química de Lorena. Lorena, 2001.

SANTOS, L. F. **Caracterização e tratamento de efluentes da fabricação de nitrocelulose**. 2006. 123 f. Dissertação (Doutorado em Biotecnologia Industrial). Faculdade de Engenharia Química de Lorena. Lorena, 2006.

SFREDO, J. M.; PEREIRA, L. N.; MORAES, P. R. P.; DALMAU, M. **Análise de fatores relevantes quanto à localização de empresas: comparativo entre uma indústria e uma prestadora de serviços com base nos pressupostos teóricos**. In: XXVI ENEGEP/ABAPRO, Fortaleza, 2006.

SHREVE, R. N; BRINK, J. A. **Indústria de processos químicos**. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

SILVA, A. R., *et al.* **Produção de eugenol a partir da extração e purificação do óleo essencial do cravo-da-índia (Syzygium aromaticum)**. 2018. 223f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Química). Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2018.

USDA. **Agricultural Biotechnology Annual**. 2019. Disponível em: <http://www.usdabrazil.org.br/pt-br/relatorios/>. Acesso em: 10 jun. 2019.

TEMMING, H., GRUNERT, H., HUCKFELDT, H. **Linters: technical information on cotton cellulose**. English Translation of the 2. ed. Revised and Augmented German Edition. 1973.

TEXTILMAQ. **Máquina Desfibradeira**. 2019. Disponível em: <https://sp.olx.com.br/sao-paulo-e-regiao/agro-e-industria/maquinas-para-producao-industrial/maquina-de-abrir-fibra-siliconada-fibras-de-poliester-511011726>. Acesso em: 9 jun. 2019.

VILLELA, T. E. A. **Emprego do queimador T ("T-Burner") para a pesquisa de instabilidade de combustão em propelentes sólidos**. 2002. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/Combustão e Propulsão) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2002.

APÊNDICE A - MEMORIAL DE CÁLCULOS

A1. Dimensionamento da autoclave (AC-01)

Símbolo	Descrição	Equação	Valor	Unidade	Referência
V_T	Volume total	-	6	m³	Adotado
V_U	Volume útil	-	5,4	m³	Operacional
H	Altura do casco	-	2360	mm	Adotado
D_I	Diâmetro interno do casco	-	1800	mm	Adotado
R_I	Raio interno do casco	-	900	mm	Adotado
P	Pressão máxima de projeto	-	0,98	MPa	Adotado
S	Tensão admissível	-	108	MPa	Literatura
E	Coeficiente de solda	-	0,7	-	Literatura
c	Margem para corrosão	-	1,5	mm	Literatura
t_M	Espessura mínima do casco	$t_M=(P\,R_I\div(SE-0{,}6P))+c$	13,3	mm	Calculado
t	Espessura comercial	-	15,9	mm	Literatura
T_{1inf}	Temperatura no centro do casco	-	170	ºC	Operacional
T_1	Temperatura na parede interna do casco	-	170	ºC	Adotado
R_2	Raio intermediário do casco	$R_2=R_I+t$	915,9	mm	Calculado
T_3	Temperatura na parede externa do casco	*requisito de segurança*	30	ºC	Adotado
T_{2inf}	Temperatura ambiente	-	25	ºC	Adotado
k_1	Condutividade térmica do aço carbono	-	60,50	W/m.K	Literatura
k_2	Condutividade térmica da lã de vidro	-	0,042	W/m.K	Literatura
h_2	Coeficiente de transferência de calor por convecção externa	-	25	W/m².k	Literatura
R_3	Raio externo do casco	Equação (12) de Dias (2017)	962	mm	Calculado
ε_m	Espessura da manta de isolamento térmico	$\varepsilon_m=R_3-R_2$	46,1	mm	Calculado
ε	Espessura comercial	-	50	mm	Literatura
R_E	Raio externo do casco	$R_E=R_I+t+\varepsilon$	966	mm	Calculado
D_E	Diâmetro externo do casco	$D_E=D_I+2\cdot t+2\cdot\varepsilon$	1932	mm	Calculado
PMTA	Pressão máxima de trabalho admissível do casco	$PMTA=(SE\cdot t)/(R_I+0{,}6\cdot t$	1,32	MPa	Calculado

A1. Continuação - Dimensionamento da autoclave (AC-01)

Símbolo	Descrição	Equação	Valor	Unidade	Referência
D_t	Diâmetro do tampo torisférico	$D_t = D_I$	1800	mm	Literatura
R_t	Raio de curvatura do tampo torisférico	$R_t = D_t$	1800	mm	Literatura
t_M	Espessura mínima do tampo	$t_M = (0{,}885\, P\, D_t \div (SE - 0{,}1\, P)) +$	22,2	mm	Calculado
t	Espessura comercial	-	22,2	mm	Literatura
PMTA	Pressão máxima de trabalho admissível do tampo	$PMTA = (SE \cdot t)/(D_t + 0{,}1 \cdot t)$	1,052	MPa	Calculado
P_V	Pressão de calibragem da válvula de segurança	*menor valor entre os PMTA*	1,052	MPa	Literatura

A2. Dimensionamento da autoclave (AC-02)

Símbolo	Descrição	Equação	Valor	Unidade	Referência
V_T	Volume total	-	16	m³	Adotado
V_U	Volume útil	-	14,2	m³	Operacional
H	Altura do casco	-	3400	mm	Adotado
D_I	Diâmetro interno do casco	-	2450	mm	Adotado
R_I	Raio interno do casco	-	1225	mm	Adotado
P	Pressão máxima de projeto	-	0,49	MPa	Adotado
S	Tensão admissível	-	108	MPa	Literatura
E	Coeficiente de solda	-	0,7	-	Literatura
c	Margem para corrosão	-	1,5	mm	Literatura
t_M	Espessura mínima do casco	$t_M = (P\,R_I \div (SE - 0{,}6P)) + c$	9,47	mm	Calculado
t	Espessura comercial	-	9,53	mm	Literatura
T_{1inf}	Temperatura no centro do casco	-	110	ºC	Operacional
T_1	Temperatura na parede interna do casco	-	110	ºC	Adotado
R_2	Raio intermediário do casco	$R_2 = R_I + t$	1234,53	mm	Calculado
T_3	Temperatura na parede externa do casco	*requisito de segurança*	30	ºC	Adotado
T_{2inf}	Temperatura ambiente	-	25	ºC	Adotado
k_1	Condutividade térmica do aço carbono	-	60,50	W/m.K	Literatura
k_2	Condutividade térmica da lã de vidro	-	0,042	W/m.K	Literatura
h_2	Coeficiente de transferência de calor por convecção externa	-	25	W/m².k	Literatura
R_3	Raio externo do casco	Equação (12) de Dias (2017)	1261,12	mm	Calculado
ε_m	Espessura da manta de isolamento térmico	$\varepsilon_m = R_3 - R_2$	26,6	mm	Calculado
ε	Espessura comercial	-	50	mm	Literatura
R_E	Raio externo do casco	$R_E = R_I + t + \varepsilon$	1284,5	mm	Calculado
D_E	Diâmetro externo do casco	$D_E = D_I + 2 \cdot t + 2 \cdot \varepsilon$	2569	mm	Calculado
PMTA	Pressão máxima de trabalho admissível do casco	$PMTA = (SE \cdot t)/(R_I + 0{,}6 \cdot t)$	0,6	MPa	Calculado

A2. Continuação - Dimensionamento da autoclave (AC-02)

Símbolo	Descrição	Equação	Valor	Unidade	Referência
D_t	Diâmetro do tampo torisférico	$D_t = D_I$	2450	mm	Literatura
R_t	Raio de curvatura do tampo torisférico	$R_t = D_t$	2450	mm	Literatura
t_M	Espessura mínima do tampo	$t_M = (0{,}885\, P\, D_t \div (SE - 0{,}1\, P)) +$	15,56	mm	Calculado
t	Espessura comercial	-	15,9	mm	Literatura
PMTA	Pressão máxima de trabalho admissível do tampo	$PMTA = (SE \cdot t)/(D_t + 0{,}1 \cdot t)$	1,05	MPa	Calculado
P_V	Pressão de calibragem da válvula de segurança	*menor valor entre os PMTA*	1,05	MPa	Literatura

A3. Dimensionamento do nitrador (NT-01)

Símbolo	Descrição	Equação	Valor	Unidade	Referência
C_R	Carga do reator	-	1820	kg	Operacional
ρ	Densidade da mistura	-	791,3	kg/m³	Literatura
V_U	Volume útil	-	2,3	m³	Operacional
V_T	Volume total	$V_T = 1{,}3 \cdot V_U$	3	m³	Calculado
H_R	Altura do reator	-	1900	mm	Adotado
D_I	Diâmetro interno	-	1420	mm	Adotado
R_I	Raio interno	-	710	mm	Adotado
H_F	Altura do fundo abaulado	$H_F = 0{,}169 \cdot D_I$	240	mm	Calculado
H_T	Altura total	$H_T = H_R + H_F$	2140	mm	Calculado
P_S	Pressão estática	$P_S = (\rho \cdot 9{,}81 \cdot H_T) \div 1000$	16,6	kPa	Calculado
P_{OP}	Pressão de operação	-	101,3	kPa	Operacional
P_T	Pressão total na base	$P_T = P_S + P_{OP}$	117,9	kPa	Calculado
$P_{máx}$	Pressão máxima permitida	$P_{máx} = 1{,}33 \cdot P_T$	0,1568	MPa	Calculado
S	Tensão admissível	-	115	MPa	Literatura
E	Coeficiente de solda	-	0,7	-	Literatura
c	Margem para corrosão	-	6	mm	Literatura
t_M	Espessura mínima	$t_M = (P_{máx} R_I \div (SE - 0{,}6P)) + c$	7,4	mm	Calculado
t	Espessura comercial	-	7,93	mm	Literatura
D_E	Diâmetro externo	$D_E = D_I + 2 \cdot t$	1435	mm	Calculado
D_t	Diâmetro do tampo torisférico	$D_t = D_I$	1420	mm	Literatura
H_t	Altura do tampo	$H_F = 0{,}169 \cdot D_I$	240	mm	Calculado
t_M	Espessura mínima do tampo	$t_M = (0{,}885 P D_t \div (SE - 0{,}1P)$	8,45	mm	Calculado
t	Espessura comercial	-	9,53	mm	Literatura
D_{Et}	Diâmetro externo do tampo	$D_E = D_I + 2 \cdot t$	1439	mm	Calculado
D_A	Diâmetro do agitador	$D_A = D_I \div 3$	460	mm	Calculado

E	Altura entre o fundo do tanque e o agitador (pitch)	$E = D_A$	460	mm	Calculado

A3. Continuação - Dimensionamento do nitrador (NT-01)

Símbolo	**Descrição**	**Equação**	**Valor**	**Unidade**	**Referência**
L	Comprimento das pás do agitador	$L = D_A \div 4$	115	mm	Calculado
W	Largura das pás do agitador	$W = D_A \div 5$	92	mm	Calculado
d	Distância entre os dois agitadores consecutivos	$d = D_A$	460	mm	Calculado
N	Velocidade do agitador	-	100	rpm	Literatura
W_{eixo}	Potência do motor	-	2,24	kW	Literatura
A_T	Área disponível de troca térmica da camisa	-	17	m²	Literatura
T_{in}	Temperatura de entrada da água de resfriamento	-	18	ºC	Operacional
T_{out}	Temperatura de saída da água de resfriamento	-	26	ºC	Adotado
T_R	Temperatura do reator	-	30	ºC	Operacional
ΔT_1	Diferença de temperatura entre T_R e T_{in}	ΔT_1	12	ºC	Calculado
ΔT_2	Diferença de temperatura entre T_R e T_{out}	ΔT_2	4	ºC	Calculado
LMTD	Média logarítmica da diferença de temperatura	$LMTD = (\Delta T_1 - \Delta T_2)/\ln(\Delta T_1$	7,3	ºC	Calculado
ΔH_R	Calor da reação	-	138,7	MJ/h	Literatura
U	Coeficiente de transferência de calor médio	-	369,1	W/m².K	Literatura
Q_C	Calor removido pela camisa	$Q_C = U \cdot A_T \cdot LMTD$	164,9	MJ/h	Calculado
Cp_w	Calor específico da água	-	4,178	kJ/kg.K	Literatura
m_w	Vazão de água de resfriamento necessária	$m_w = \Delta H_R \div (Cp_w \cdot (T_{out} - T_¿))$	4.150	kg/h	Calculado

A4. Dimensionamento do refervedor (RF-01)

Símbolo	Descrição	Equação	Valor	Unidade	Referência
V	Volume	-	14,4	m³	Adotado
V_u	Volume útil		12	m³	Operacional
H	Altura	-	2,5	m	Adotado
D_i	Diâmetro interno do refervedor	$D_i = \sqrt{\square}$	2,71	m	Calculado
K_1	Condutividade térmica do aço	-	60,5	W/m.K	Literatura
K_2	Condutividade térmica do cobre	-	400	W/m.k	Literatura
h_1	Coeficiente de convecção	-	60	W/m².k	Literatura
h_2	Coeficiente de convecção	-	18	W/m².k	Literatura
h_3	Coeficiente de convecção	-	25	W/m².k	Literatura
ρ	Densidade da água a 30°	-	0,9956	g/l	Literatura
Cp_1	Calor específico da água a 30°C	-	4,181	kJ/kg.K	Literatura
Cp_2	Calor específico da água a 100°C	-	4,175	kJ/kg.K	Literatura
m	Massa de água no refervedor	$m = V \cdot \rho$	11,95	kg	Calculado
T_{in}	Temperatura de entrada do vapor	-	100	°C	Operacional
T_{out}	Temperatura de saída do vapor	-	95	°C	Adotado
T_i	Temperatura inicial do fluido	-	30	°C	Operacional
T_f	Temperatura final do fluido	-	98	°C	Adotado
A	Área de troca térmica	-	0,96	m²	Adotado
t	Tempo de aquecimento	-	900	s	Adotado
Q	Calor recebido pela água no refervedor	$Q = m \cdot Cp_1 \cdot (T_f - T_i)$	3396,7	kJ	Calculado
q	Taxa de transferência de calor	$q = Q \div t$	3774,11	kW	Operacional
L	Comprimento da serpentina	Capítulo 3 de Çengel *et al.*, (2012)	5,06	m	Calculado
ε	Espessura da manta de isolamento	-	50	mm	Adotado

A5. Dimensionamento do tanque de preparo de soluções (TQ-01)

Símbolo	Descrição	Equação	Valor	Unidade	Referência
V_T	Volume total	-	5,7	m³	Adotado
V_u	Volume útil	-	15	m³	Operacional
T	Temperatura do fluido no tanque	-	25	°C	Adotado
D	Diâmetro do Tanque	-	1,86	m	Adotado
H_T	Altura total do tanque	-	2,1	m	Adotado
H_L	Altura do líquido no tanque	$H_L = D$	1,86	m	Literatura
D_A	Diâmetro do impelidor	$D_A = D \div 3$	0,62	m	Calculado
h	Distância do impelidor ao fundo	$h = D_A$	0,62	m	Calculado
D_C	Diâmetro do disco	$D_C = (3 \cdot D_A) \div 4$	0,465	m	Calculado
W	Largura da pá do impelidor	$W = D_A \div 5$	0,124	m	Calculado
L	Comprimento da pá do impelidor	$L = D_A \div 4$	0,155	m	Calculado
J	Largura das chicanas (4 chicanas)	$J = D_A \div 4$	0,155	m	Calculado
N	Velocidade do agitador	-	100	rpm	Adotado
W_{eixo}	Potência do motor	-	2,127	kW	Adotado

A6. Dimensionamento do tanque de dispersão de polpa (TQ-02)

Símbolo	Descrição	Equação	Valor	Unidade	Referência
V_u	Volume útil	-	10	m³	Operacional
V_T	Volume total	-	12	m³	Adotado
T	Temperatura da polpa	-	25	°C	Operacional
D	Diâmetro	-	2,34	m	Adotado
H_L	Altura do líquido no tanque	$H_L = D$	2,34	m	Literatura
H_T	Altura total do tanque	-	2,80	m	Adotado
D_A	Diâmetro do impelidor	$D_A = D \div 3$	0,78	m	Calculado
h	Distância do impelidor ao fundo	$h = D_A$	0,78	m	Calculado
D_C	Diâmetro do disco	$D_C = (3 \cdot D_A) \div 4$	0,585	m	Calculado
W	Largura da pá do impelidor	$W = D_A \div 5$	0,156	m	Calculado
L	Comprimento da pá do impelidor	$L = D_A \div 4$	0,195	m	Calculado
J	Largura das chicanas (4 chicanas)	$J = D_A \div 4$	0,195	m	Calculado
N	Velocidade do agitador	-	56	rpm	Adotado
W_{eixo}	Potência do motor	-	2,24	kW	Operacional

A7. Dimensionamento do tanque de mistura sulfonítrica (TQ-03)

Símbolo	Descrição	Equação	Valor	Unidade	Referência
V_u	Volume útil	-	1	m³	Operacional
V_T	Volume útil	-	1,2	m³	Adotado
T	Temperatura da mistura	-	30	°C	Operacional
D	Diâmetro	-	1,1	m	Adotado
H_T	Altura total do tanque	-	1,26	m	Adotado
H_L	Altura do líquido no tanque	$H_L = D$	1,1	m	Literatura
D_A	Diâmetro do impelidor	$D_A = D \div 3$	0,36	m	Calculado
h	Distância do impelidor ao fundo	$h = D_A$	0,36	m	Calculado
D_C	Diâmetro do disco	$D_C = (3 \cdot D_A) \div 4$	0,27	m	Calculado
W	Largura da pá do impelidor	$W = D_A \div 5$	0,072	m	Calculado
L	Comprimento da pá do impelidor	$L = D_A \div 4$	0,09	m	Calculado
J	Largura das chicanas (4 chicanas)	$J = D_A \div 4$	0,09	m	Calculado
N	Velocidade do agitador	-	152	rpm	Adotado
W_{eixo}	Potência do motor	-	1,12	kW	Adotado

A8. Requerimento de vapor da caldeira (CA-01)

Equipamento	Carga (kg)	Tempo funcionamento (s)	DDT (°C)	Calor sensível (M•J)	Tempo atingir temperatura (s)	Taxa aquecimento (M•W)	Massa vapor d'agua (kg)	Taxa vapor d'agua (kg/s)	vapor d'agua manter temperatura (kg/s)	Massa vapor d'agua (kg)
Autoclave 1	4090	4800	75	1.284,056	1200	1,07005	567,9470	0,4733	0,0947	454,3576
Secadora	430	1800	75	134,999	1200	0,11250	59,7108	0,4976	0,0995	17,9132
Autoclave 2	12550	7200	75	3.940,073	3600	1,09446	1.742,7225	0,4841	0,0968	697,0890
Refervedor	14350	7200	75	4.505,183	3600	1,25144	1.992,6747	0,5535	0,1107	797,0699

massa a ser vaporizada de água (kg)	Capacidade calorífica (M•J/kg•°C)	Calor sensível (M•J)	Calor latente (M•J/kg)	Calor latente (M•J/kg)	Calor total (M•J)	massa madeira (k•g)
6.329	0,0041860	1.987	2,2609	14.310	16.297	1.289

APÊNDICE B - LAYOUT INDUSTRIAL

APÊNDICE C - FLUXOGRAMA DO PROCESSO

APÊNDICE D - QUADROS FINANCEIROS

APÊNDICE E - FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS

F1. Ficha de informação de segurança de produtos químicos

FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS

Nome do produto: Nitrato de Celulose
Data da última revisão: 14/06/2019

1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA
Nome do produto: NITRATO DE CELULOSE
Nome da empresa: Nitro Brás
Endereço: Curitiba - PR
Email: nitrobras@outlook.com

2. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS
CLASSIFICAÇÃO DE PERIGO DO PRODUTO
2.1 - Classificação da substância:

Inflamável E Reativo; Explosivo Quando Seco; Gases Venenosos São Produzidos Em Fogo; Contêineres Podem Explodir Em Fogo

3- COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES
Nome químico ou comum: Nitrato de Celulose
Sinônimo: Nitrocelulose
Número de registro CAS: 9004-70-0
Impurezas que contribuam para o perigo: Não disponível

4- MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS
Remova a pessoa da exposição.
Lave os olhos com grandes quantidades de água por pelo menos 15 minutos. Remova as lentes de contato se estiverem desgastadas.
Remova as roupas contaminadas e lave a pele contaminada com água e sabão.
Inicie a respiração artificial se a respiração parar e RCP, se necessário.
Transferir prontamente para uma instalação médica.

5- MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO
A nitrocelulose é um líquido inflamável, ou um explosivo quando seco, e pode ser inflamado ou explodiu com calor, faíscas ou fricção.
Para nitrocelulose em solução, use pó químico seco ou CO2 como agentes extintores.
Para nitrocelulose seca, use spray de água ou névoa. Gases venenosos são produzidos em fogo, incluindo óxidos de nitrogênio e hidrogênio cianetos contentores podem explodir em incêndio.
Use spray de água para manter os recipientes expostos ao fogo resfriados.

6- MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO
Para o pessoal que não faz parte dos serviços de emergência: Evitar o contato com o produto. Não inalar os vapores.
Utilizar equipamento de proteção individual e equipamento de proteção respiratória autônoma .
Não enviar o produto para redes de águas residuais .
Neutralizar com carbonato de sódio, absorver com material inerte, seguido de um lençol plástico para diminuir espalhamento e contato com a água.

7- MANUSEIO E ARMAZENAMENTO
antes de trabalhar com nitrocelulose, você deve ser treinado seu manuseio e armazenamento adequados.
A nitrocelulose, quando seca, é sensível ao choque e pode inflamar espontaneamente e explodir quando exposto ao aquecimento; chamas; fontes de ignição; ar; luz solar ou agentes oxidantes (tais como percloratos, peróxidos, permanganatos, cloratos, nitratos, cloro, bromo e fluorina).
A nitrocelulose não é compatível com o acetil peroxide; bromoazide; ácidos fortes (como hidrocórica, sulfúrica

e nítrica); forte bases (tais como hidróxido de sódio e potássio hidróxido); metais; sais de metal; óxidos de metal; e amines.
Nitrocellulose ataca alguns borracha, revestimentos e plásticos armazenar em recipientes bem fechados em local fresco e bem ventilado área longe de combustíveis, solar, calor e qualquer fonte de ignição.
Fontes de ignição, como fumaça e chamas abertas, são proibidas quando a nitrocelulose é utilizada, manuseada ou armazenada.
Recipientes metálicos que envolvem a transferência de nitrocelulose deve ser aterrado e ligado.
Use equipamentos elétricos e acessórios à prova de explosão sempre que a nitrocelulose for utilizada, manuseada, fabricada ou armazenado.
Utilize apenas ferramentas e equipamentos que não provoquem faíscas, abrindo e fechando recipientes de nitrocelulose.
A nitrocelulose pode acumular eletricidade estática ao ser preenchido em recipientes devidamente aterrados.

8- CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL
Luvas: SilverShield® / 4H® e Barrier® (> 8 horas de avanço para o Nitro compostos e éter etílico).
Macacões: Tychem® Responder e Trellchem VPS (> 8 horas de avanço para compostos Nitro e Ethyl Ether)
(Use calçado de segurança com base antiestática e proteção de flash a> 10% do LEL).
Respirador: SCBA

9- PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS
Limiar de odor:Inodoro ao Éter ou ao Álcool
Ponto de inflamação: 55°F (13°C) (sólido) <0°F (<-18°C) (solução)
LEL: 1.9% (solução)
UEL: 48% (solução)
Temperatura de auto ignição: 338°F (170°C) (solução)
Densidade do vapor: 2,6 (solução) ar = 1
Gravidade específica: 1,66 (sólido) 0,8 (solução) (água = 1)
Ponto de ebulição: 95°F (35°C) (solução)
Peso molecular: 459 a 594

10- ESTABILIDADE E REATIVIDADE
A nitrocelulose, quando seca, é sensível ao choque e pode inflamar espontaneamente e explodir quando exposto ao aquecimento; chamas; fontes de ignição; ar; luz solar ou agentes oxidantes (tais como percloratos, peróxidos, permanganatos, clorados, nitratos, cloro, bromo e fluorina).
Ela não é compatível com o acetyl peroxide; bromoazide; ácidos fortes (como hidroclólico, sulfurica e nítrica); bases fortes (como o sódio hidróxido e hidróxido de potássio); metais; metal sais; óxidos de metal; e aminas.
A nitrocelulose ataca algumas borrachas, revestimentos e plásticos.
Ela pode acumular eletricidade estática ao ser preenchida recipientes devidamente aterrados.