

EDUARDO GOMES MOUCO

Planejamento, instalação e validação de um equipamento de secagem (*Spray Drying*)

São Paulo
(2016)

EDUARDO GOMES MOUCO

Planejamento, instalação e validação de um equipamento de secagem (*Spray Drying*)

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Especialista em Gestão e Engenharia da Qualidade Engenharia

Orientador: Prof. Dr. Adherbal Caminada Neto.

São Paulo
(2016)

EDUARO GOMES MOUCO

Planejamento, instalação e validação de um equipamento de secagem (*Spray Drying*)

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Especialista em Gestão e Engenharia da Qualidade Engenharia

Orientador: Prof. Dr. Adherbal Caminada Neto.

São Paulo
(2016)

Em memória do meu amigo Marcos Massad Persici por sempre ter me cobrado para estar me atualizando com os estudos e graças a essas cobranças hoje estou concluindo esse curso de pós-graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família por me apoiar em sempre seguir com os estudos. À minha esposa por ajudar nos momentos mais difíceis e me entender como ninguém nessa parte complicada e corrida da vida e aos meus colegas de curso que ao longo dos anos e de aulas sempre estiveram juntos mesmo nos momentos mais complicados.

RESUMO

Muitas indústrias, principalmente as do ramo alimentício, utilizam uma tecnologia muito conhecida e antiga que é a de Secagem por Aspersão (*Spray Drying*), que tem como principal objetivo, transformar uma fase líquida ou emulsão em pó. Sua utilização na indústria é diversa, desde o uso do produto final para consumo propriamente dito (é o caso do leite em pó) até a aplicação em diversos produtos do ramo alimentício como carnes, sucos em pó, ração para animais entre outras. Neste trabalho serão demonstradas todas as etapas envolvidas, desde o planejamento, até a validação de um processo de *Spray Drying*, na empresa “Flavors” que fica situada no Vale do Paraíba em São Paulo. Para implementar um equipamento deste, é necessário que haja um estudo de viabilidade muito bem planejado e projetado, pois se trata de um investimento de alto valor e com detalhes que, se não levados em conta, pode fazer com que o projeto tenha que ser refeito totalmente dando um prejuízo enorme a companhia. A implantação deste projeto foi um sucesso e aqui mostraremos o que foi feito para se atingir o sucesso.

Palavras-Chave: Secagem por Aspersão. Alimentos.

ABSTRACT

Many industries, especially in the food industry, use a well-known and old technology that is the Spray Drying, which the main propose is to transform a liquid phase or an emulsion into a powder. Its use in the industry is huge, since for the use of the final product for consumption itself (in the case of milk powder) to the application in various products of the food industry such as meats, powdered juices, animal food and others. In this work all steps involved will be shown from planning to the validation of a Spray Drying equipment, in the company called "Flavors" located in Vale do Paraíba in São Paulo state. The implement action of this technology requires a very good and well-designed project, because it is an investment of high value and there are a lot of details which if not taken seriously can make the project become a huge loss to the company. The implementation of this project was a success and here we will show what has been done to achieve that success.

Keywords: Spray drying. Food.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

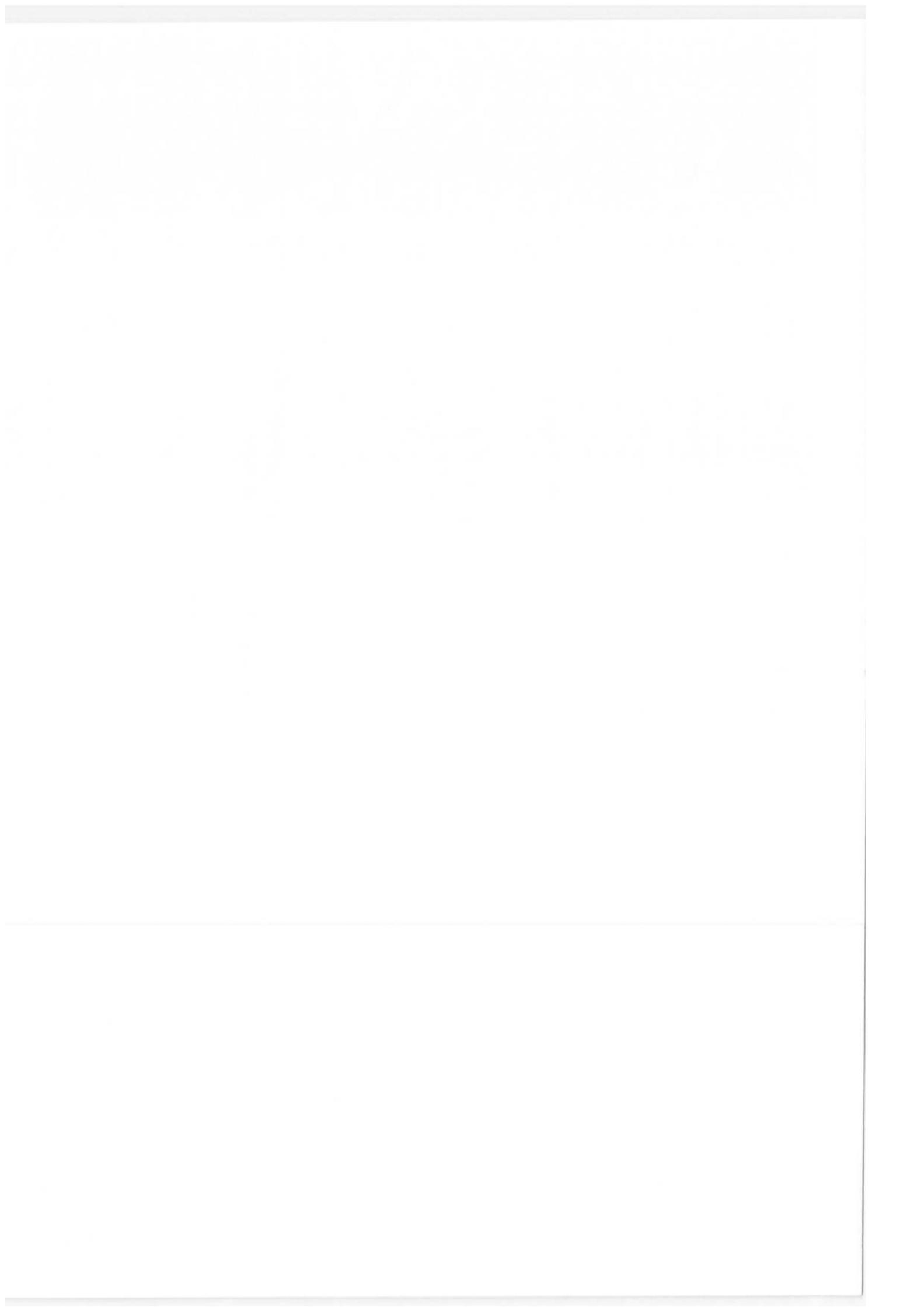
Figura 1	– Esquema básico de um equipamento de <i>spray drying</i>	14
Figura 2	– Fluxograma do processo utilizado na empresa <i>Flavors</i>	21
Figura 3	– Exemplo de Fluxograma mecânico	27
Figura 4	– Exemplo de estudo de risco HAZOP	28
	Exemplo de Fluxograma de Validação de uma nova produção	
Figura 5	– de <i>Spray Drying</i>	35

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

CQ	Controle de Qualidade
FSSC 22000	Food Safety System Certification 22000 (Sistema de Gestão da Segurança de Alimentos 22000)
HAZOP	Hazard and Operability Studies
PCC	Pontos Críticos de Controle
PCP	Planejamento e Controle da Produção
POP	Procedimentos Operacionais Padrão
SAP	Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados
SCI	Sensorial Consumer Insights (Pesquisa de Mercado Consumidor)
SGS	Société Générale de Surveillance (Sociedade Geral de Superintendência)
TI	Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	OBJETIVOS.....	11
3	O PROCESSO DE SECAGEM POR ASPERSÃO (SPRAY DRYING)	12
3.1	Histórico do processo	12
3.2	Fundamentos	13
3.3	Principais etapas	14
3.4	Principais subsistemas de um equipamento de Secagem por Aspersão	16
3.5	Principais variações do processo	17
4	ESTUDO DO CASO	20
4.1	Planejamento	22
4.2	Instalação	25
4.3	Validação	30
5	CONCLUSÕES	36
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38



1. INTRODUÇÃO

O trabalho aqui relatado tem como objetivo mostrar a implantação do que já é conhecido de um processo de Secagem por Aspersão ou mais comumente conhecido nos Estados Unidos como *Spray Drying*. Mais especificamente, serão abordadas todas as etapas envolvidas, desde o planejamento, até a validação de um processo de *Spray Drying*, na empresa “Flavors” que fica situada no Vale do Paraíba em São Paulo.

O processo de secagem por aspersão, ou simplesmente secagem, tem seus primeiros experimentos e equipamentos datados por volta de 1860. Desde então sua larga utilização, principalmente no ramo alimentício, vem sendo de grande importância na evolução de diversos produtos, dentre os quais podemos destacar queijos e alguns derivados, alimentos infantis, leite de coco, café, ovos, condimentos, maltodextrina, leite, caldos preparados (sopas), alimentos à base de soja, extrato de plantas, alimentos à base de açúcar, chás, tomate, proteínas vegetais, polpas de fruta, entre outros.

Como o processo de secagem depende de um maquinário complexo onde qualquer variação pode levar ao fracasso da implantação, faz-se necessário um bom planejamento e estudo de viabilidade, principalmente quando se trata de uma empresa pequena que dispõe de pouco recurso, pois pode ter um prejuízo muito grande.

Devido à alta versatilidade do processo de secagem e seu amplo uso nos diversos tipos de indústrias de diversos ramos, independem do tamanho da empresa ou de onde será utilizado, a tendência de crescimento está sempre presente nas empresas. Mais precisamente falando da empresa *Flavors*, que fabrica insumos para alimentos, a concorrência é muito grande quando se fala em ganhar um mercado de grande porte, ou seja, empresas multinacionais que produzem em grande quantidade e, portanto necessitam de uma grande quantidade de aditivos em seus produtos. Pensando nisso, a implantação de um maquinário que possa vir a ser

um diferencial para empresa deve ser feito de maneira muito competente desde a ideia de instalação até o funcionamento total do mesmo.

Neste trabalho será descrito especificamente o processo de secagem, pois foi um processo o qual este autor teve um bom envolvimento na parte final e que me foi liberado mostrar a respeito de todos os passos envolvidos (com algumas restrições). O processo é bem complexo e exige engenharias de montagem e civil, e também um conhecimento muito grande da parte técnica no desenvolvimento dos produtos. Além disso, no caso da empresa Flavors, o bom entrosamento entre as filiais se faz fundamental para o sucesso da implantação do processo uma vez que a unidade a qual foi instalada o equipamento não foi a pioneira desse tipo de tecnologia.

Pensando nisso, será demonstrado de um modo geral, com algumas particularidades, como foi feito esse processo interno que foi um sucesso, que também pode ser utilizado sem nenhum problema em qualquer outra empresa independente do seu porte, pois não será fornecido nenhum dado muito específico (devido à confidencialidade), mas será uma base de como deve ser feito no caso de se ter o mesmo interesse de tecnologia.

A parte dos “ajustes finos”, ou o “segredo” do processo é algo que tem de ser definido com a engenharia de cada empresa, tendo em vista que o processo possui diversas variações, e de acordo com a necessidade de cada tipo de produto que será produzido. Isso sem contar com os consumíveis do processo, tais como matérias-primas e partes do próprio equipamento, mas esse tipo de abordagem mais específica pode ser tema para futuros trabalhos.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal desse trabalho é mostrar de uma maneira geral os passos para fazer uma boa implantação de um processo de secagem por aspersão (independente do tamanho da empresa), revisando a teoria do processo e mostrando a aplicação de alguns conceitos que se bem utilizados podem fazer do projeto um sucesso.

3. O PROCESSO DE SECAGEM POR ASPERSÃO (SPRAY DRYING)

3.1. Histórico do processo

O processo de secagem, também conhecido como *spray drying*, é bastante antigo. A respeito do processo, há registros que datam aproximadamente dos anos de 1750 com sua utilização na secagem de ovos, sendo que o primeiro desenho foi patenteado em 1872. No entanto, a utilização do processo em nível industrial foi efetivada a partir de 1920. (EUROTHERM, 2008)

Os primeiros produtos a serem feitos pelo processo de secagem foram o leite e o sabão em pó. A vantagem na época do processo de secagem é que o produto final já vinha na forma de pó, o que eliminava as etapas posteriores de moagem que são típicas de outros equipamentos de secagem como, por exemplo, os liofilizadores ou evaporadores rotativos. (SOUZA et. al., 2013)

A partir de então, o uso do processo pela indústria em geral vem crescendo em grande proporção, sendo hoje, usado em larga escala para secar produtos de indústrias alimentícia e farmacêutica. A versatilidade operacional da secagem é tanta que pode ser utilizada desde em escalas laboratoriais, ou seja, em pequenas quantidades, até dezenas de toneladas por hora na indústria. (ROSA, TSUKADA e FREITAS, 2006)

Sua aplicação pode ser feita em diversos setores e fazem sucesso principalmente nas áreas de: (EUROTHERM, 2008)

- Farmacêuticas
- Amálgamas para ossos e dentes
- Bebidas
- Aromatizantes, corantes diversos e extratos vegetais
- Derivados do leite e ovos
- Plásticos, polímeros e resinas
- Saponáceos e detergentes

- Têxtil.

3.2. Fundamentos

O princípio básico da secagem por atomização é a produção de pós-dispersados tendo como base um fluido no qual se evapora o solvente. Essa evaporação é obtida pela mistura de um gás aquecido com o fluido que é atomizado (aspergido) dentro de uma câmara de secagem, para que se tenham gotículas com uma grande superfície de contato, e que, tenham de preferência, o mesmo tamanho. Esse ar quente provoca a evaporação do solvente de forma rápida e pelo contato direto com o fluido é feita de maneira uniforme. O processo possui uma série de vantagens em relação a outras formas de estocagem para o produto final, principalmente por redução de peso e armazenamento em temperatura ambiente (algo de muito interesse para indústria de alimentos) (CEREDA e VILPOUX, 2003).

Conforme dito anteriormente, os demais processos de secagem exigem uma etapa posterior de moagem para que o pó fique uniforme ou na granulometria desejada. No caso do processo de secagem por aspersão se tem um controle muito flexível do processo em si que faz com que se tenha uma variação grande das propriedades das partículas de pó formadas, entre elas o tamanho das partículas e a densidade. No ponto de vista da indústria alimentícia, essa variação é muito interessante, pois dependendo da aplicação do pó formado (no caso de sucos em pó, por exemplo) pode se ter um produto de turbidez maior no caso de um pó com partículas grandes ou um produto límpido no caso de um pó com partículas menores. (EUROTHERM, 2008)

O desenho básico de um equipamento de *spray drying* é mostrado na figura 1 abaixo.

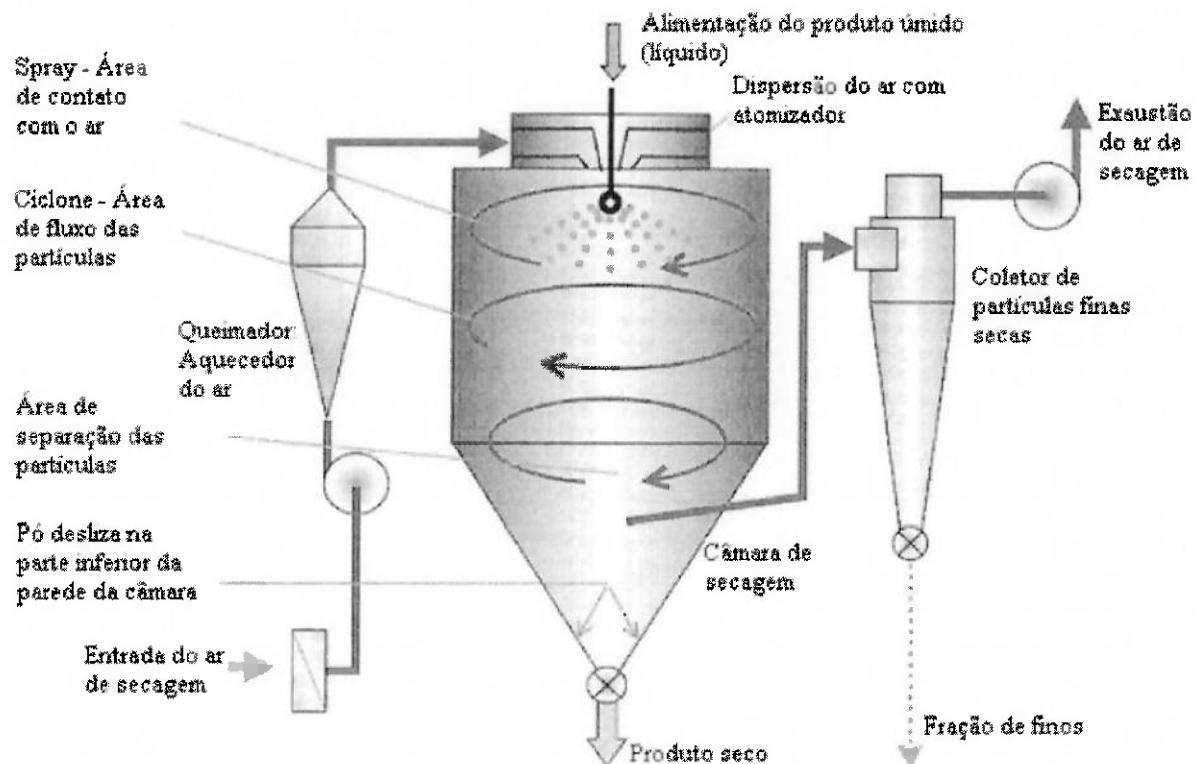


Figura 1. Esquema básico de um equipamento de *spray drying* (Masters, 2002)

3.3. Principais etapas

Tendo como base a figura acima, pode ser descrito o processo de secagem da seguinte forma: (EUROTHERM, 2008)

- Preparação da alimentação: de preferência que seja homogênea, bombeável e livre de impurezas, suspensão ou algum produto em pasta. Como estamos comentando neste trabalho sobre uma empresa de aromatizantes, o tipo de alimentação mais comum que são usados são as emulsões.
- Atomização ou Nebulização (que nada mais é que a transformação da alimentação em gotículas pelo atomizador): Esse é o passo mais crítico no processo, pois o grau de atomização controla a taxa de secagem e, assim,

controla também o tamanho do equipamento utilizado. Na fase de atomização se cria uma grande área de superfície molhada em milhões de gotículas expostas ao ar quente, com altas taxas de transferência de massa e de calor. Com isso o tempo de secagem das partículas torna-se menor, evitando a degradação térmica do produto (algo de interesse muito grande na indústria de aromatizantes uma vez que se podem preservar os componentes mais voláteis deixando o produto com uma característica mais fresca). A fase de nebulização não só garante a secagem do produto, mas como a formação da partícula com estrutura específica, que varia de acordo com o tipo de atomização, as condições de secagem e o layout da câmara de secagem e do secador. Com isso, podemos dizer que as técnicas mais comuns de nebulização utilizadas hoje em dia são: (MASTERS, 1997)

- a) Bico Atomizador de Pressão: onde a nebulização é criada forçando o fluido através de um orifício. O Bico Atomizador de Pressão é um método eficiente de energia e que também oferece uma distribuição mais estreita do tamanho das partículas.
- b) Bico Atomizador de Duplo Fluido: a nebulização nesse caso é criada pela mistura da alimentação com um gás comprimido em alta temperatura. É um método menos eficiente de energia usado para fazer partículas muito finas.
- c) Bico Atomizador de Disco Rotativo: a nebulização é criada pela passagem da alimentação através de um disco rotativo. O mesmo é mais resistente e normalmente utilizado por longos períodos de tempo. Voltando um pouco ao exemplo da empresa citada nesse trabalho, esse é o método empregado na produção, pois é necessário que o equipamento fique em funcionamento por várias horas devido à grande demanda e quantidade de produto solicitado. Ademais, para que uma nova produção comece, o equipamento deve ser desligado e limpo, e isto é muito demorado e inviável em produções de pequena escala, portanto é melhor que se produza o mesmo produto por horas evitando ao máximo a parada do equipamento para troca.

- Secagem: É onde uma fase gasosa de taxa constante garante que a umidade evapore rapidamente da superfície das gotículas. Depois disso acontece um período de queda nessa taxa no qual a secagem é controlada pela dispersão de água na superfície da partícula fazendo com que fiquem mais úmidas e pesadas.
- Separação do pó a partir de gás úmido: com as partículas mais úmidas esse processo é feito de maneira mais econômica. Já as partículas mais finas são geralmente removidas com o ciclone principalmente, mas também com filtros em forma de sacos, precipitadores ou torres de lavagem. Essas partículas mais finas voltam para o processo na câmara de secagem para ganhar mais peso e assim ser enviada para a parte final do processo. Nessa parte tem-se um cuidado grande, pois as partículas menores que são eliminadas juntamente com os gases deixam resíduos de odor no ar e, portanto necessitam ser tratadas antes de serem jogadas na atmosfera.
- Resfriamento e empacotamento: é o recolhimento do produto já pronto, empacotado em uma embalagem adequada para ser enviada ou utilizada em uma nova produção.

3.4 Principais subsistemas de um equipamento de Secagem por Aspersão

Após a descrição do processo de secagem acima, a seguir suas partes principais: (QUIMINET, 2012)

- Bomba de alimentação: com a qual a matéria-prima fluida (líquida ou emulsão) é enviada para a câmara de secagem. Esse material é preparado em um processo paralelo ao de secagem e de preferência em um recipiente grande para manter a alimentação do secador sempre constante até o fim da produção.

- Atomizador: conforme citado anteriormente, pode ser de três tipos: Bico Atomizador de Pressão, Bico Atomizador de Duplo Fluido e Bico Atomizador de Disco Rotativo. O atomizador é o responsável por converter o fluido em gotículas e jogar dentro da câmara de secagem.
- Aquecedor de ar: faz com que o ar entre de forma comprimida em alta pressão e fornece o choque térmico com as gotículas formadas no atomizador viabilizando a evaporação do solvente.
- Dispersor de ar: ajuda a dispersar o ar que foi utilizado para eliminar a umidade das gotículas, lançando este ar para a atmosfera.
- Recuperador de pó: responsável pela coleta de pó gerada pela evaporação da umidade das gotículas. Nessa parte há uma divisão onde o pó mais leve volta para a câmara de secagem para ganhar massa ou vai para o processo final de empacotamento.
- Sistemas de controle: são sistemas que permitem o controle para manter a temperatura do processo e a intensidade das correntes de ar, fundamental na qualidade do pó que está sendo preparado. Uma pequena modificação em um desses quesitos faz com que uma produção inteira seja perdida, portanto devem ser muito bem controlados.

3.5 Principais variações do processo

Todo processo industrial possui suas variações dependendo do maquinário utilizado e da qualidade das matérias primas envolvidas na produção. Neste item serão discutidas algumas variações comumente encontradas durante a produção de qualquer produto em um processo de secagem.

A otimização de parâmetros como temperatura tanto de entrada como a de saída e a velocidade de alimentação do produto a ser nebulizado, concentração e tipo de

agentes tecnológicos (que muitas vezes é um dos segredos do processo), assim como o teor da parte sólida do fluido a ser seco são um dos principais fatores para obtenção de produtos (secados) com melhores características físico-químicas além do aumento do rendimento da operação. (VASCONCELOS, MEDEIROS e MOURA, 2005).

Durante o processo de secagem, agentes adjuvantes são utilizados para facilitar a secagem, e também melhoram as características físico-químicas do produto final. Assim como citado por Vasconcelos, Medeiros e Moura (2005) e Silva-Júnior et al. (2006), dentre alguns desses adjuvantes podemos citar o amido, ciclodextrinas, dióxido de silício coloidal (também conhecida como sílica coloidal, sílica coloidal anidra, anidrido silício, Aerosil ou Cab-O-Sil), fosfato tricálcico, gelatina, goma arábica, lactose e a maltodextrina.

A sílica coloidal tem sido amplamente empregada, pois apresenta excelentes resultados na obtenção de produtos secos por aspersão, devido ao seu alto poder sorvente, a partir de soluções extrativas de diferentes espécies vegetais (DE CAMPOS, 1996; DE SOUZA, 1997). O aumento da concentração da sílica coloidal na secagem de alguns extratos tem feito com que a higroscopicidade (que é um dos principais problemas que alguns produtos secos apresentam) dos produtos secos diminuisse evitando a formação de aglomerados que muito interessa para indústria de aditivos para alimentos. (CARVALHO, 2008)

Os sólidos que estão presentes no *feed* de alimentação tem grande impacto sobre a eficiência da operação de secagem dependendo da sua concentração. Pelo custo do processo, o processo de secagem deve operar com o máximo teor de sólidos, assim possibilita uma utilização mais adequada do calor (MASTERS, 1985). Além disso, a influência da concentração de sólidos no *feed* de alimentação é refletida no tamanho de partícula e também na densidade do produto final.

Outro item que exerce influência na energia gasta no processo de secagem, nesse caso na formação das gotículas na nebulização, é a tensão superficial do produto que será secado. Para diminuir essa tensão e ter a formação de gotículas menores

são adicionados tensoativos ao produto. Além disso, tem-se também um aumento na velocidade de nebulização. (DE CAMPOS, 1996; SOARES, 2002).

A temperatura do ar de entrada é um dos parâmetros de maior importância no processo, sendo determinante na qualidade do produto obtido. O material de entrada tendo uma temperatura um pouco mais elevada facilita o processo de secagem, já que reduz a tensão superficial e a sua viscosidade, facilitando a formação das gotículas (SOARES, 2002). Mesmo que a temperatura de entrada dos sólidos na alimentação seja alta, esta nunca será aquecida acima da temperatura de saída do processo. A temperatura de saída determina a umidade do produto final, que por sua vez é dependente da temperatura de entrada. A temperatura do produto nebulizado normalmente estará cerca 20°C abaixo da temperatura de saída. Para melhor otimização do processo e das características físicas do produto, o ajuste da temperatura de entrada e saída precisa ser estabelecido. (DE CAMPOS, 1996; AULTON, 2002)

Outro fator que influencia no processo é a velocidade com a qual a alimentação do fluxo é realizada, pois tem a finalidade de que o líquido que será evaporado presente nas gotículas saia antes que entrem em contato com as paredes da câmara de secagem. Velocidades de alimentação muito alta trazem a diminuição da temperatura de saída e com isso o acúmulo do material nas paredes da câmara (um dos problemas muito comuns que se tem, pois com isso há perda do rendimento do processo). (MASTERS, 1985; RANKELL et al., 2001).

O fluxo de alimentação é determinado com a avaliação da temperatura do ar de saída e verificação das paredes internas da câmara de secagem. Quando a temperatura do ar de entrada permanece constante, ocorre uma diminuição na alimentação do fluxo e consequentemente um aumento na temperatura do material de saída (MASTERS, 1985; RANKELL et al., 2001).

4. ESTUDO DO CASO

Todo grande projeto deve ser muito bem estudado antes de ser colocado em execução. Assim como diz Madureira (2015), um programa de desenvolvimento de produtos deverá resultar da análise da situação atual e da previsão da evolução econômica, social e política dos mercados; deverá estar inserido na estratégia geral da empresa e enaltecer os pontos altos do prestígio da empresa.

A seguir serão mostradas as três fases as quais foram necessárias para que o equipamento pudesse estar em pleno funcionamento na empresa *Flavors*. Essas etapas são respectivamente Planejamento, Montagem e Validação do Processo. Na figura 2 a seguir podemos verificar um fluxograma mostrando as três etapas mencionadas com suas subfases.

Estas etapas podem não representar o que seria necessário para uma completa implementação do equipamento de Secagem por Aspersão em qualquer empresa. O motivo é o fato de o planejamento conter diversas subfases muito importantes como o projeto e a viabilidade técnica, econômica e financeira.

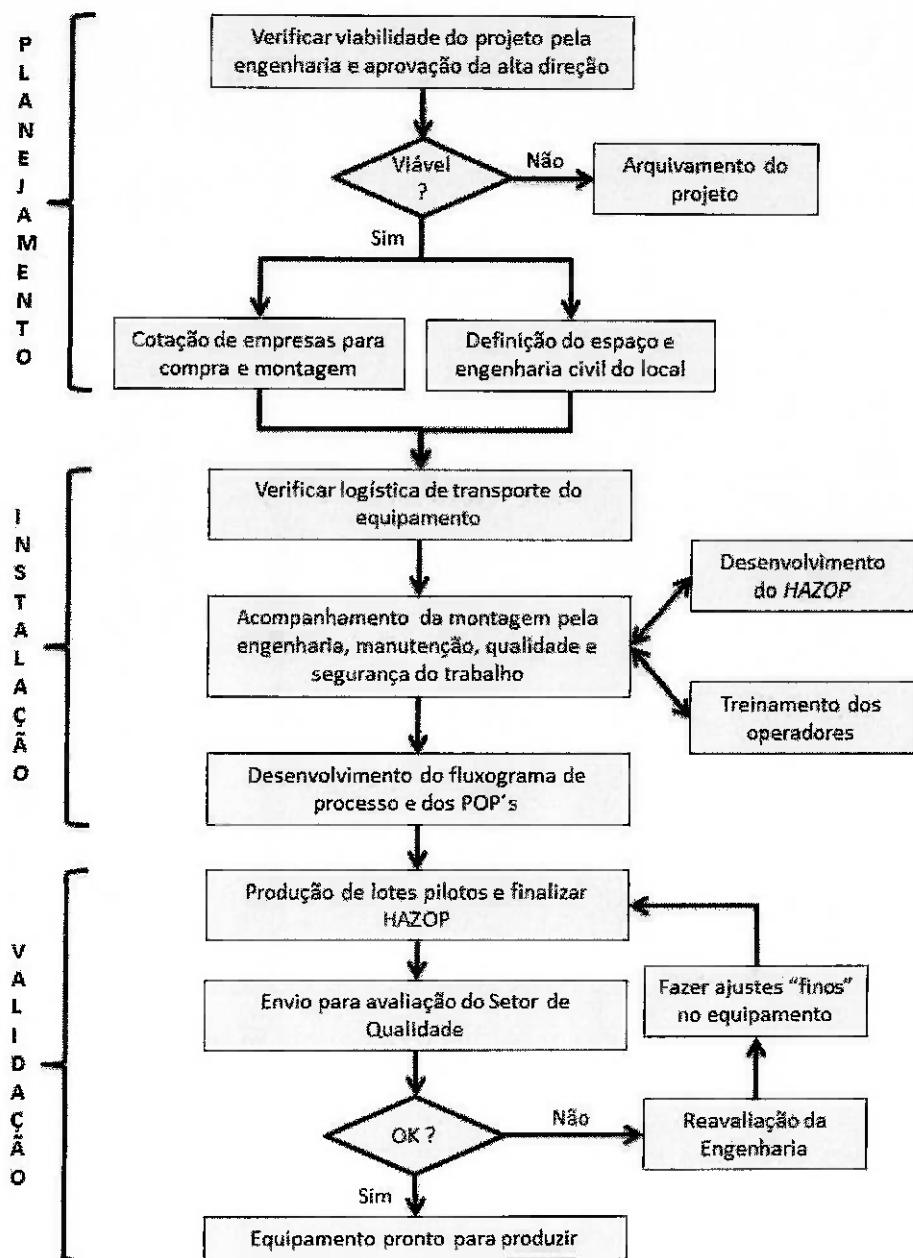


Figura 2. Fluxograma do processo utilizado na empresa *Flavors* (O Autor)

4.1. Planejamento

Segundo Madureira (2010), os produtos de projetos podem ser de dois tipos: Projeto Evolutivo e Projeto Inovador.

No caso do projeto evolutivo os riscos são menores, bem como os prazos, investimentos e também as perspectivas de lucratividade. Isso se deve ao fato do projeto derivar de um já existente, portanto muitas informações a respeito do mesmo já são conhecidas.

A empresa *Flavors* utilizou o projeto inovador. Esse tipo de projeto possui muito mais riscos ao negócio e tem investimentos e perspectivas de lucratividade maiores. Isso se deve pelo fato de se tratar de novos produtos, uma novidade no mercado, fazendo com que todo trabalho prévio, desde o desenvolvimento do produto, até o acerto de especificação seja feita com muita cautela.

Madureira (2010) cita quatro modos de geração de novos projetos: Licenças ou franquias; Empreendimento Conjunto (*Joint Venture*), Aquisição do Projeto; Desenvolvimento do Projeto.

O equipamento de secagem instalado na empresa *Flavors* já existia em outras filiais de outros países. Por se tratar de uma empresa multinacional, e de uma tecnologia que envolve toda a corporação, a tecnologia se encontra espalhada por todo mundo, ou pelo menos em boa parte das filiais. O modo de geração de projeto nessa situação é o de “Aquisição de Projeto”, onde foi adquirido (transferido nesse caso) um pacote tecnológico, que incluiu todo o projeto e parte do processo de fabricação.

O caso desse equipamento em específico, a unidade do Brasil, a qual estava sendo prevista instalação dessa nova tecnologia, não estava entre as principais escolhas da corporação, mas sim a intenção era ser instalado em mais algumas unidades produtivas ao redor do mundo antes de vir para o Brasil. O fator decisivo que fez com que a alta direção da empresa viesse a escolher a unidade produtiva do Brasil em primeiro lugar foi um acordo com um grande cliente global, o qual foi acordado a

venda exclusiva dos novos produtos em grande escala, fazendo com que a lucratividade do centro produtivo aumentasse muito, além também do fato do Brasil estar localizado estrategicamente no centro da América do Sul, o que poderia também suprir as necessidades das outras unidades latinas.

Uma vez a decisão tomada, todo planejamento do projeto teve de ser feito o mais rapidamente, pois havia um contrato de venda com o cliente. Portanto quanto antes o projeto fosse posto em andamento, antes os testes poderiam ser feitos para qualificação dos produtos para serem vendidos.

Dessa maneira, a viabilidade do projeto foi definida e aprovada pela alta direção, já que o projeto estava previsto e corporativamente o valor gasto já estavam nos planos, portanto o que foi necessário ser feito foi verificar as condições do local para receber a tecnologia. Segundo Madureira (2010) o Estudo de viabilidade nos traz soluções viáveis técnica, econômica e financeiramente, e consequentemente mais confiança para seguir na execução do projeto. Sendo uma fase muito importante do projeto e que merece tanto destaque quanto o planejamento propriamente dito, caso ocorresse uma falha nessa fase do projeto só poderiam ser vistos os resultados bem mais pra frente onde o prejuízo seria bem maior do que os previstos.

Nessa etapa é importante montar o esquema do produto (nesse caso, a estrutura do *spray drying*) ou, segundo Madureira (2010) o sistema do produto, onde será subdividido em subsistemas responsáveis por cada função do equipamento, que nos ajudará a observar melhor cada etapa e nos fornecer mais informações de qualidade de cada uma.

Os principais problemas que a empresa *Flavors* foram: arrumar uma prestadora de serviço que fizesse a montagem do equipamento tal como os demais existentes nos países pioneiros; e prover o espaço dentro da unidade onde o equipamento seria montado e as mudanças estruturais necessárias para não interferir nas demais linhas de produção.

A questão de espaço não foi um problema muito complexo de resolver. A empresa tem uma grande extensão territorial, e menos de 30% do terreno está com área

construída. O mais complexo foi que, a empresa por ter um fluxo de produção lógico e contínuo, ou seja, todo fluxo de produção, percorre um caminho único (sem idas e voltas) evitando possíveis contaminações ao produto, o novo equipamento teria que ser colocado próximo a outros que tivessem natureza parecida (no caso produtos em pó).

O local de instalação é um ponto a ser muito bem estudado, principalmente se o equipamento for instalado no meio da linha de produção e não em uma nova área designada especificamente para ele. Uma área mal dimensionada e pouco estruturada fará com que toda construção civil realizada se perca gerando mais prejuízo para companhia. No caso da empresa *Flavors* foi feito um estudo prévio, mesmo com a área previamente definida, de modo a escolher a melhor opção com o menor custo de instalação.

Importante dizer que, segundo Contador (2013), a alta direção deve estar comprometida com os objetivos da instalação, pois tal mudança altera em grande a organização de trabalho, isso de certa forma pode trazer conflitos futuros entre os funcionários da produção. Tais conflitos devem ser resolvidos tanto pelos coordenadores quanto com o apoio da alta direção, providenciando recursos necessários para que o trabalho seja bem desenvolvido e que ocorra a integração de todos com o projeto que está sendo implementado.

Com o local definido, passou a se buscar uma empresa de engenharia civil que seria responsável pela estruturação do local. Nessa parte além de se ter uma seleção de mais de uma opção de empresa terceira, é importante escolher uma que tenha um bom retrospecto e uma boa experiência no equipamento que será instalado. A empresa *Flavors* optou por uma empresa terceira local, a qual teve acompanhamento de toda equipe de manutenção além dos funcionários das filiais pioneiras.

Vale lembrar que a cotação de várias empresas para realizar o serviço pode ser vantajosa financeiramente, contudo em alguns casos como esse, em que o valor agregado do projeto é muito grande, as vezes é melhor ter um gasto a mais em uma

empresa que vá fazer o serviço conforme solicitado com garantia e qualidade do que correr o risco de, por um valor mais baixo, colocar em risco o projeto todo.

4.2. Instalação

Com toda engenharia civil já preparada, iniciou-se o processo de montagem do equipamento, mas antes mesmo da estrutura física do local ficar pronta, já estava em andamento à compra do equipamento.

Como se trata de uma aquisição de projeto e componentes de outra filial, parte do equipamento foi trazida do exterior e uma parte comprada nacionalmente. A parte importada muito está relacionada à parte mais técnica do processo e aos componentes que trazem o diferencial do funcionamento do equipamento instalado. Como falado no início desse trabalho, existem alguns pontos chave na instalação que podem fazer diferencial no funcionamento do equipamento, trazendo assim diferenças no produto final. No caso da empresa *Flavors*, o maquinário que faz o diferencial dos demais *sprays drying*, foi trazido de fora do país, do mesmo fabricante dos demais *sprays drying* já instalados nas outras fábricas.

Com relação às peças nacionais foi comprado basicamente o corpo do equipamento. Por se tratar de um equipamento de grande porte, alguns chegam a ter uma altura equivalente a um prédio de quatro andares, assim é mais fácil comprar a maior parte das peças, ou seja, as de grande volume, no país, devido à complicada logística de transporte além dos custos com frete e as ferramentas necessária para se trazer as peças até o local. A companhia que vendeu o equipamento para empresa *Flavors* é Dinamarquesa, mas possui uma filial no Brasil, o que facilitou a compra e o transporte. Caso fosse necessário importar todo maquinário teria um aumento de custo considerável no valor final do projeto devido ao transporte de peças principalmente as de grande volume.

Uma vez acertados os locais de compra de cada parte do equipamento e o modo como seriam transportados até o local de montagem foi necessário ter quem fizesse a montagem do mesmo *in loco*. Muitas vezes a própria empresa que vende o

maquinário é quem faz a montagem toda. Nesse caso específico da empresa *Flavors* onde uma parte do equipamento foi trazida de fora, optou-se por subcontratar uma empresa para que viesse fazer o serviço.

Para a parte da montagem houve a presença maciça de equipe de manutenção da empresa *Flavors* e também dos engenheiros de instalações das fábricas as quais os equipamentos já estão em funcionamento. Não somente na parte de montagem, mas desde o início do projeto a equipe de engenharia e manutenção das filiais pioneiras sempre estiveram presentes. Foram realizadas excessivas reuniões *in loco* durante a fase de projeto e também visita da equipe técnica aos equipamentos já em funcionamento nas outras unidades. Esse ponto foi essencial para melhor conhecimento dos técnicos e também para melhor direcionar a empresa subcontratada para a montagem.

Outro ponto que sem ele não se pode iniciar o processo de montagem é o desenho do equipamento (ou fluxograma mecânico) com todas as suas partes mostradas com suficiente quantidade de detalhes. Devido ao sigilo não pude disponibilizar o desenho do equipamento montado na empresa, mas somente para ilustração abaixo podemos ver um exemplo. Devido ao tamanho do equipamento e sua complexidade de montagem e peças, havia diversos arquivos eletrônicos (todos de tamanho muito elevado devido a riqueza de detalhes), além de muitas folhas tamanho A1 impressas, sendo que cada uma delas davam somente o detalhamento de uma pequena parte do equipamento. Abaixo a figura 3 mostra um exemplo de fluxograma mecânico com grande riqueza de detalhes, mas devido ao fato da folha A4 ser muito pequena praticamente não se pode observar quase nenhum detalhe.

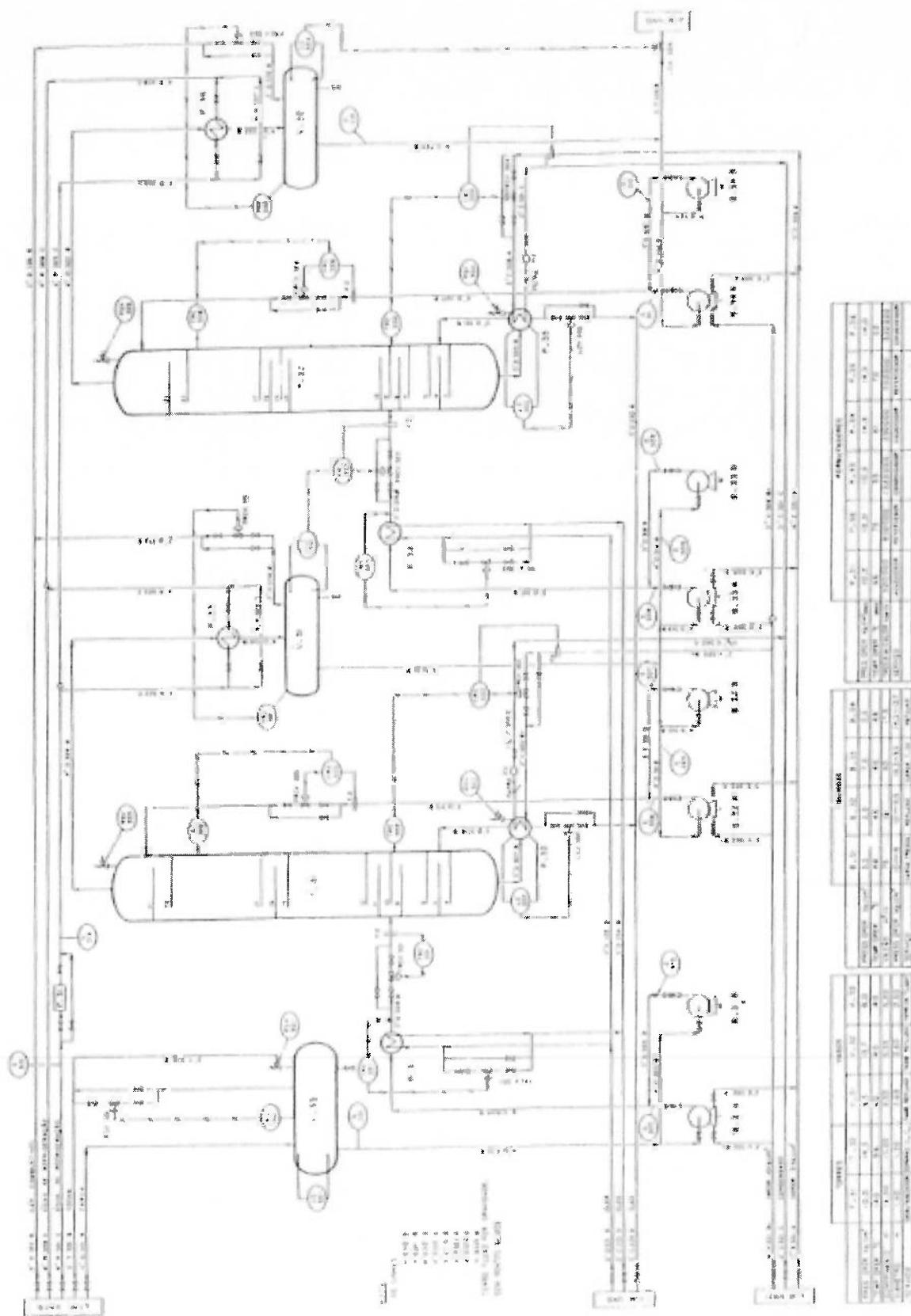


Figura 3. Exemplo de Fluxograma mecânico (Graça 2011)

Antes do início da montagem e também durante, a equipe de manutenção teve um importantíssimo papel no projeto que foi o estudo de perigos e operabilidade (HAZOP – Hazard and Operability Studies). Segundo Aguiar (2011), a metodologia é baseada em um procedimento no qual se geram perguntas estruturadas e sistemáticas fazendo-se o uso apropriado de um conjunto de palavras-guias aplicadas a pontos críticos do processo em questão. O objetivo principal do HAZOP é investigar minuciosamente cada segmento de um processo (focalizando os pontos específicos do projeto, um de cada vez), de modo a descobrir todos os possíveis desvios das condições normais de operação, identificando as causas responsáveis por tais desvios e as respectivas consequências que eles podem trazer. Verificadas as causas e as consequências de cada tipo de desvio, esta metodologia procura propor medidas para eliminar ou controlar o perigo (mitigar o risco) ou para sanar o problema de operabilidade da instalação. Como não foi possível conseguir um exemplo de HAZOP da empresa *FLAVORS* devido à confidencialidade, a figura abaixo mostra um exemplo genérico de identificação de riscos feito pela empresa Lupetro para o processo de perfuração de poços de petróleo.

Estudo de Perigos e Operabilidade - HAZOP							
Empresa: Lupetro		Data:					
Palavra-chave	Parâmetro	Desvio	Possíveis Causas	Possíveis Efeitos	Modo de detecção	Cat Risco	Recomendações
Menor	Vazão	Menor vazão dos fluidos	Acúmulo de resíduos presente no fluido Entupimento da passagem do fluido	Acúmulo de cascalho no poço Invasão de outros fluidos no poço	visual	II Menor	Realizar manutenção periódica Checar periodicamente a eficiência do tratamento de fluidos
Menor	Rotação	Diminuição da rotação da parte móvel do top drive	Falta de lubrificação	Diminuição da eficiência no processo de perfuração	Visual	I Desprezível	Realizar manutenção periódica
Menor	Resistência	Faixa do trilho	Excesso de peso	Parada do Processo Lesões nos Operadores. Queda da coluna de perfuração até o fundo do poço	visual	IV Sério	Realizar inspeção periódica nos cabos de aço
Outra condição operacional	Açãoamento	Açãoamento incorreto do operador	Ausência de treinamento adequado ou falha no comando elétrico de controle	Parada no processo Deficiência no sistema de rotação da coluna Danificação do top drive	Visual	III Moderado	
Inverso	Rotação	Falha no motor elétrico	Falha elétrica super aquecimento	Parada do Processo	Visual	IV Sério	Realizar inspeção periódica

Figura 4. Exemplo de estudo de risco HAZOP (<http://seguranca-do-trabalho380.webnode.com/hazop/>)

Um estudo HAZOP bem realizado e estruturado, além de ser um aliado na prevenção de acidentes, é muito importante para auxiliar o setor da qualidade na elaboração do fluxograma do processo quando o equipamento estiver em pleno funcionamento. No caso da empresa Flavors existe a certificação FSSC 22000 onde

segundo a Sanswat (2009) do Grupo SGS do Brasil, apresenta uma das abordagens mais abrangentes para sistemas de gestão de segurança de alimentos. O foco é a segurança alimentar, sendo assim é necessário avaliar todo risco que o equipamento pode trazer ao produto final para que assim sejam elaborados os PCC (pontos críticos de controle) do processo.

O fluxograma do processo bem definido é de grande valia, pois segundo Campos (2013), é o início de uma padronização e tem como por objetivo garantir a qualidade e aumentar a produtividade. É a partir dele que são desenvolvidos e escritos os POP do sistema, que é um dos requisitos para se possuir a certificação FSSC 2200.

Estando, portanto o HAZOP bem encaminhado, o fluxograma mecânico pronto e a equipe de manutenção alinhada com a engenharia da filial e a empresa subcontratada para montagem, o processo de montagem está pronto para ser iniciado. Paralelamente, um importante trabalho com a equipe de TI deve ser realizado para se ter a parte de software devidamente instalada e sincronizada com o equipamento. No caso específico da empresa *Flavors*, todo processo de produção é gerenciado pelo sistema informatizado SAP, portanto o alinhamento do novo sistema de operações com o sistema informatizado foi crucial para o início das operações.

Com o equipamento já montado e praticamente pronto para funcionamento, a equipe de qualidade deve entrar em ação para a finalização do fluxograma de processo bem como a elaboração dos POP iniciais pertinentes ao sistema. Esse caso é específico da empresa em questão, mas não é necessariamente obrigatório para que o Setor da Qualidade valide todo processo de segurança alimentar previamente ao inicio das operações. Contudo, é altamente recomendado no caso da empresa possuir ou tiver a intenção de se ter um certificado como a FSSC 22000.

Devemos lembrar que não só o setor da Qualidade, mas assim como a maioria dos setores da empresa, devem possuir pelo menos um membro da equipe envolvida no processo de modo a ter uma empresa unida e alinhada com os objetivos. Um exemplo disso foi o envolvimento da produção, mais especificamente, alguns

membros os quais fariam parte daquele processo no futuro, onde lhes foi proporcionado um tratamento diferencial.

No caso da área produtiva, a empresa *Flavors* optou por enviar alguns funcionários que haviam se destacado no setor de atuação e sempre tiveram interesse em crescer para a unidade pioneira de tecnologia nos EUA, onde seriam treinados e teriam contato com o equipamento em pleno funcionamento. Esse treinamento foi acompanhado pelos respectivos gestores de modo que durante o treinamento, fossem tiradas todas as dúvidas relativas ao processo.

A companhia também promoveu um treinamento técnico desses funcionários em uma instituição de ensino técnico, de modo que pudessem ter um embasamento melhor da teoria do processo, uma vez que a prática foi feita no exterior. Os treinamentos em excesso trouxeram ótimos resultados.

Segundo Contador (2013), o treinamento se refere ao conhecimento mais detalhado do processo, é ele, no caso a falta dele, que traz o “medo do desconhecido” que em muitas vezes é a causa principal do insucesso da implementação de um processo. Além disso, a falta de treinamento pode trazer um pouco a resistência das pessoas de entender a mudança como um todo já que se trata de uma tecnologia nova e que é preciso o apoio de todos os envolvidos nessa hora.

Agora com o equipamento funcionando é necessário fazer a validação dos produtos fabricados antes de se efetuar uma venda para os clientes.

4.3. Validação

O ponto inicial de partida no processo de validação começa em torno das matérias primas que irão ser utilizadas na produção do novo equipamento. Nesse ponto três setores em específicos devem estar bem alinhados: o setor de Compras, de PCP e de CQ.

No caso do setor de compras, é essencial que se tenha uma boa gama de fornecedores para que não faltem as matérias-primas necessárias para produção caso haja a falha de algum fornecedor. Além disso, é responsabilidade do setor de compras procurar por um preço melhor para que o custo do produto final diminuísse, o que daria uma margem de lucro melhor para companhia. Em conjunto com Compras, o setor de Controle de Qualidade deve avaliar criteriosamente todas as alternativas de novos fornecedores para que não haja interferências na qualidade do produto final entregue e nem fuja da especificação do produto já produzido no exterior, visando que o processo já possui muitas variantes e as matérias-primas que serão utilizadas certamente serão uma delas.

Já o setor de PCP (em conjunto com o setor de atendimento ao cliente) deve saber o que o cliente realmente precisa e informar a todos o quanto de produto será necessário para atender ao pedido. Essa informação é essencial para que haja um planejamento e que se tenha toda matéria prima necessária para produção e desse modo não haver atrasos na fabricação e consequentemente na entrega.

Como a empresa *Flavors* é uma multinacional, muitas das matérias-primas que se utilizam na produção de um país pode se usar em outro, mas nesse caso comprado de um fornecedor diferente. Por esse motivo é necessário avaliar se as matérias-primas disponíveis nacionalmente atenderiam o mesmo perfil do produto importado. Esse estudo teórico foi feito pelo setor de desenvolvimento da companhia *Flavors*, mais precisamente com os aromistas.

Aromistas são pessoas altamente treinadas sensorialmente e com conhecimento técnico muito avançado das tecnologias produtivas da empresa. Toda criação de novos sabores são criados por eles, baseados no perfil exigido do cliente. Por esse motivo um mesmo sabor (como uma laranja, por exemplo) apesar de ser específico, pode ter diversas variantes de perfil. Esse é um dos diferenciais na escolha do cliente pelo produto certo.

Com o estudo teórico feito entre os aromistas (isso também inclui um parecer técnico dos aromistas das demais unidades produtivas as quais já possuem a tecnologia, pois a integração de conhecimento nesse momento é fundamental no sucesso do

projeto), e os demais setores envolvidos no processo produtivo, o equipamento de *Spray drying* foi colocado em funcionamento para teste.

Um ponto que deve ser comentado é que, a partir desse momento, todo estudo de risco (HAZOP) do equipamento deve estar praticamente 100% completo (completo não estará, pois existem alguns riscos que só poderão ser vistos a partir do momento que o equipamento entrar em funcionamento), assim como os processos de segurança alimentar devem estar devidamente finalizados com procedimentos escritos e implementados, lembrando que a empresa *Flavors* possui certificação FSSC 22000 e, portanto deve cumprir com todas as exigências da norma.

O produto que foi iniciado nos testes foi o que, segundo o setor de atendimento ao cliente, teria maior volume de vendas. Alguns lotes testes foram feitos para testar o equipamento inicialmente, bem como fazer os ajustes finais. Com o primeiro lote de produção teste feito, foi iniciado o processo de verificação da validação do produto frente a um lote padrão produzido na filial matriz e que já foi aprovado pelo cliente.

A validação do lote teste percorreu o seguinte caminho, lembrando que a validação de um produto novo é específica de cada empresa e deve seguir os passos os quais sejam mais efetivos para validação.

Primeiramente a amostra é avaliada pelo controle de processo interno na produção, onde são feitos testes preliminares antes de ser enviada para o CQ. Esses testes não são feitos somente ao final do processo, mas sim durante o mesmo, de modo a verificar a estabilidade e a eficiência durante todo período produtivo. Para isso, dados já coletados de outras unidades foram fornecidos, pois já possuíam uma especificação e, portanto deveriam seguir a mesma para que a qualidade do produto não alterasse.

Posteriormente, algumas amostras são retiradas aleatoriamente (amostragem feita no início, meio e fim da produção) e enviadas ao controle de qualidade. As amostras selecionadas são homogeneizadas de modo a ter um mix de diversos pontos da produção, e, portanto uma amostra mais representativa. O controle de qualidade além de fazer a avaliação sensorial do produto, com a participação de toda equipe

técnica treinada, também faz o envio dessa amostra para a filial em outra cidade próxima onde passará pela avaliação dos aromistas e de toda equipe de SCI.

A respeito da equipe treinada mencionada essas pessoas possuem grande conhecimento sensorial e autoridade para liberar uma produção sensorialmente. Para isso toda equipe passa por um treinamento interno de modo a verificar a sua eficiência e verificar também os pontos fracos a serem melhorados. Esse é um ponto muito importante tendo em vista que a análise sensorial é muito subjetiva, pois cada pessoa tem mais facilidade com certo tipo de odor, além de ter influência do ambiente e do emocional.

Com a amostra representativa em mãos, os aromistas fazem uma avaliação sensorial mais técnica além de levar a mesma para equipe de SCI, onde será avaliado em aplicações de produto de mercado, de modo a ver o comportamento da produção frente ao produto que será aplicado e vendido ao consumidor final.

Os testes feitos nesse passo do processo de validação do lote são diversos. Segundo Teixeira (2009), existem diversos métodos de análises sensoriais que podem ser divididos em Métodos Aferitivos (Testes de Preferência e Teste de Aceitação) e Métodos de Diferença ou Discriminativos (Teste pareado, Teste Duo-trio, Teste triangular, teste de ordenação e Teste por comparação múltipla). Todos eles auxiliam no processo de validação de uma nova produção ou de qualquer processo que venha a necessitar de avaliação sensorial, basta saber qual método será mais efetivo dependendo do tipo de produto que será avaliado. Os resultados obtidos a partir dessas análises passam por um estudo estatístico e contam com o apoio de diversas pessoas (a maioria normalmente já faz parte de um painel treinado e, portanto tem mais propriedade nas respostas) na avaliação. Com bases nesses resultados encontrados pode-se validar um produto recém-fabricado e ter embasamento estatístico para ajudar tanto o setor da qualidade quanto os aromistas na decisão de aprovação ou não.

Caso o lote seja aprovado, um novo produto passa a ser testado para aprovação e a produção desse produto aprovado passa a ser contínua (dependendo da demanda do cliente). No caso do teste ser rejeitado seja por qualquer motivo, ajustes finos são

feitos no equipamento (ajustes esses são diversos, mas que por questão de confidencialidade, não podem ser mostrado) para que assim um novo lote teste seja feito e o caminho de aprovação seja seguido novamente.

O processo é lento e contínuo, mas deve ser seguido para que não haja erros ou liberações equivocadas, uma vez que pode comprometer a integridade e a confiança do cliente. Abaixo é mostrado um possível fluxograma que é utilizado na empresa *Flavors*, mas que pode ser seguido na avaliação e validação de um produto feito em um novo equipamento de *Spray drying*, não só em um equipamento novo, mas como na produção de um novo produto em um equipamento antigo.

Com isso, todos os produtos que seriam vendidos no Brasil foram submetidos a esse processo para que toda linha que seria utilizada pelo cliente pudesse estar pronta para a fabricação. Concomitantemente ao processo de validação, muitos ajustes ao equipamento foram feitos e algumas revisões no HAZOP e no procedimento de segurança de alimentos foram realizadas de modo que o equipamento estivesse funcionando perfeitamente com seus procedimentos devidamente implementados.

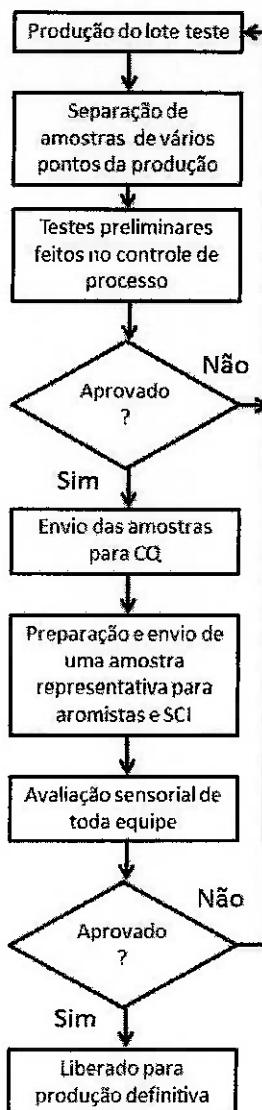


Figura 5. Exemplo de Fluxograma de Validação de uma nova produção de *Spray drying* (*Próprio Autor*)

A partir dai novos produtos começaram a ser desenvolvidos para aumentar o portfólio da empresa e a lucratividade com o novo equipamento. Mesmo com o equipamento funcionando normalmente, dependendo do produto ajustes devem ser feitos de modo a tirar máximo proveito e qualidade, mas isso é um assunto que deve ser abordado em outro trabalho.

5. CONCLUSÕES

Apesar de ser um processo demorado, a instalação de um equipamento de grande porte necessita diversos cuidados. Dependendo da companhia devem-se seguir os procedimentos diversos até que finalmente o equipamento esteja em funcionamento. O tempo que se leva para o processo todo ser concluído depende da política e das normas de cada empresa.

Alguns pontos devem ser levados em consideração que levaram a implantação do novo equipamento na empresa *Flavors* ao sucesso. Um deles é o envolvimento total de todos os setores da empresa. É importante uma interação entre todos os departamentos para verificar a parcela de cada um no processo (pré e pós funcionamento). Além de ser benéfico com relação ao conhecimento mais profundo entre os funcionários fazendo com que o processo se desenrole mais depressa, ainda tem a integração dos funcionários para criar um ambiente de trabalho mais favorável e amigável.

A parte de capacitação profissional proporcionada pelos líderes também foi fundamental para o sucesso do processo. O fato de ter investido em alguns funcionários de maiores destaques, levando-os a fazer cursos profissionalizantes e conhecer o processo diretamente em outra unidade, foi o diferencial para o momento em que o *Spray drying* estivesse funcionando, pois o que muito se observa nas empresas onde se adquire um produto ou equipamento novo é a falta de habilidade inicial dos funcionários, ou por não ter tido contato com o mesmo ou pelo fato de ter medo de acontecer algo no caso de fazer alguma operação errada. Segundo Tzu (2007) O Caminho significa convencer o povo a ter os mesmos objetivos que os líderes, de modo que ambos partilhem a vida e a morte, sem medo do perigo, o que condiz essa iniciativa da empresa *Flavors* de preparar seus funcionários para que estivessem preparados, o que poupará muito tempo que seria gasto com treinamento.

Outro ponto fundamental foi o apoio da alta direção. Havendo o apoio e o entendimento da alta direção durante todo processo é algo muito importante pois se

alinha as expectativas da empresa e também na parte de garantir recursos no caso de pequenas eventualidades. Claro que tudo já estaria previsto durante o planejamento do processo, mas ainda assim pode acontecer algo mais pontual que pode vir a atrasar o processo e aumentar a demora na validação e posterior atendimento ao cliente.

6. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. A. **Metodologia de Análise de Riscos APP & HAZOP:** Estudo de Perigo de Operabilidade - HAZOP. Engenharia Nuclear, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Cap. 2. 32 f. 2011. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/13179/material/APP_e_HAZOP.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2016.
- AULTON, M. E. **Pharmaceutics: The Science of Dosage Form Design.** 2 ed. Edinburg: Churchill Livingstone, p. 388- 390, 2002.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho no dia a dia.** 9. ed. Minas Gerais: Falconi, 266 p, 2013
- CARVALHO, A. B. C.; BALBINO, E. E.; MACIEL, A. S. Situação do registro de medicamentos fitoterápicos no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia.** v. 18, p. 314-319, 2008.
- CEREDA, M.P.; VILPOUX, O **Processamento de Amiláceas Latino Americanas;** Fundação Cargill, SP Brazil, 2003.
- CONTADOR, J. C. **Gestão de Operações:** A Engenharia de Produção a Serviço da Modernização da Empresa. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 543 p. 2013.
- DE CAMPOS, A. M. **Desenvolvimento de extratos secos nebulizados de Ilex paraguariensis St. Hill. Aquifoliaceae (erva-mate).** Porto Alegre, 149p. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, UFRGS, 1996.
- DE SOUZA, K. C. B. 1997. **Desenvolvimento de metodologia analíticas e tecnológicas na obtenção de extratos secos ebulizados de Passiflora edulis forma flavicarpa.** Porto Alegre, 141p. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, UFRGS.
- EUROTHERM (Brasil). Schneider Eletric (Ed.). **O Processo de Secagem por Atomização:** Aplicações. Elaborada por Eurotherm by Schneider Eletric. 2008. Disponível em: <http://www.eurothermltda.com.br/lifesciences/aplicacoes_secspra.htm>. Acessado em: 20 maio 2016.
- GRAÇA, J (Brasil) (Org.). **Desenho de Projeto de Instalações Industriais UFF: FLUXOGRAMAS MECÂNICOS.** 2011. Disponível em: <<http://desenhouff.blogspot.com.br/2011/05/fluxogramas-mecanicos.html>>. Acesso em: 26 ago. 2016.
- MADUREIRA, O. M. **Metodologia do Projeto:** Planejamento, Execução e Gerenciamento. São Paulo: Blucher, 359p. 2010.
- MASTERS, K. **Spray Drying Handbook.** 4. Ed. Londres: George Godwin, 1985.

MASTERS, K. **Spray Drying Handbook**. 3 Ed. New York, Longman Scientific & Technical, 1997.

MASTERS, K. **Spray Drying in Practice**; Spray drying Consult Inc, Denmark, 2002.

QUIMINET (Mexico) (Ed.). **Lo que necesita saber del secado spray:** Las partes de un secador spray. 2012. Disponível em: <<http://www.quiminet.com/articulos/lo-que-necesita-saber-del-secado-spray-2708537.htm>>. Acessado em: 27 maio 2016.

RANKELL, A. S.; LIEBERMAN, H.A.; SCHIFFMAN, R. F. **Secagem**. In: Lachman L, Lieberman HA, Kanig JL. **Teoria e prática na indústria farmacêutica**. v. 1. Lisboa: Calouste Gulbenkian, p. 83-112, 2001.

ROSA, E. D.; TSUKADA, M.; FREITAS, L. A. P.. **Secagem por Atomização na Indústria Alimentícia: Fundamento e Aplicações**. 12 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Faculdades Associadas de Uberaba, Ribeirão Preto, 2006. Disponível em:
<<http://www.fazu.br/hd2/jornada2006/PALESTRAS/ENGE/palestra2.pdf>>. Acessado em: 20 maio 2016.

SANSAWAT, Supreya; MULIYIL, Victor. **Interpretação da Norma de Certificação de Sistemas de Segurança de Alimentos FSSC 22000: Um Livro Branco dos Desafios, Impactos e Oportunidades Contidos na FSSC 22000**. SGS Food Safety, Estados Unidos, p.1-12, out. 2009. Disponível em:
<<http://www.sgs.com/~/media/Global/Documents/White%20Papers/sgs-fssc-22000-whitepaper-es-11.ashx>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

SILVA-JÚNIOR, J. O. C.; VIEIRA, J. L. F., BARBOSA, W. L. R.; PEREIRA, N. L. Caracterização físico-química do extrato fluido e seco por nebulização de *Symphytum officinale* L. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, p. 671-677, 2006.

SOARES, L. A. L. **Obtenção de comprimidos contendo alto teor de produto seco por aspersão de Maytenus ilicifolia Mart. ex Reissek – Celastraceae**. Desenvolvimento tecnológico de produtos intermediários e final. Porto Alegre, 285p. Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, UFRGS, 2002.

SOUZA, E. V.; FERNANDES, J. F.; TRALLI, J. B.; GALVÃO, P; Aplicação da Secagem por Spray drying para a Produção de Estratos Vegetais Secos. **Revista Científica Unilago**. São José do Rio Preto: União das Faculdades dos Grandes Lagos, p.181-196, 2013. Disponível em:
<<http://www.unilago.edu.br/revista/edicaoanterior/Sumario/2013/downloads/2013/APLICAÇÃO%20DA%20SECAGEM%20POR%20SPRAY%20DRYING%20PARA%20A%20PRODUÇÃO%20DE%20EXTRATOS%20VEGETAIS%20SECOS.pdf>>. Acessado em: 25 maio 2016.

TEIXEIRA, L. V. Análise Sensorial na Indústria de Alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Minas Gerais, p.12-21. Bimestral. Capítulo 2.6. , 21 dez. 2009.

TZU, Sun. **A Arte da Guerra**. São Paulo: Pensamento. 200 p. Tradução do Chinês por Thomas Cleary. 2007.

VASCONCELOS, E. A. F.; MEDEIROS, M. G. F.; RAFFI , F. N.; MOURA, T. F. A. L. Influência da temperatura de secagem e da concentração de Aerosil®200 nas características dos extratos secos por aspersão da *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 15, n.3, 2005.