

## Agronegócio: Logística e Organização de Cadeias Produtivas

Prof. Luís César da Silva (UFES/CCA) – www.agais.com

### 1. Introdução

As mudanças sociais, econômicas e de mercado das últimas décadas em nível mundial fizeram estabelecer o agronegócio globalizado. Cenário este, em que as relações fornecedores clientes estão fortemente pautadas em requerimentos de padrões de qualidade física, sanitária, nutricional de matérias primas agroalimentares e derivados.

Deste modo, empreendedores do agronegócio são obrigados ao contínuo aprimoramento de práticas que objetivam: (i) analisar e otimizar os fluxos operacionais, (ii) eliminar as atividades que não agregam valor, (iii) reduzir custos, (iv) reduzir os prazos de entrega, (v) melhorar o fluxo de informação entre os componentes da cadeia produtiva, e (vi) ofertar produtos de qualidade.

Essas práticas traduzem em grandes desafios aos empreendedores. Pois, antes estes tinham preocupações restritas aos mercados domésticos, e agora são instigados a buscar novas oportunidades em mercados externos. Sendo assim, surgiu à necessidade continua da adoção de tecnologias relacionadas a temáticas, tais como: BPF - Boas Práticas de Fabricação; APPCC - Análise de Perigos em Pontos Críticos de Controle; organização de cadeias produtivas; alimentos orgânicos; normas de comercialização de *commodities* agrícolas; padrões de qualidade de alimentos em termos físico-químico; nutricional e sanitária; rastreabilidade; logística; identidade preservada; métodos de controle de processos e padrões ISO (International Organization for Standardization, o mesmo que, Organização Internacional para Normalização Técnica).

Nestes termos, para o cenário proposto, tem-se que o empreendedor individualmente possui grandes dificuldades em alcançar padrões qualidades. E isto se torna mais agravante quanto os concorrentes estão vinculados a cadeias produtivas devidamente estruturadas e gerenciadas. Sendo assim, paradigmas quanto aos preceitos da competição tem sido alterados, pois, para um empreendimento gerar resultados financeiros positivos, este necessita estar inserido em uma cadeia produtiva organizada e apoiada em um sistema logístico eficiente.

Na atualidade para implementação e gestão de cadeias produtivas, bem como de sistemas logísticos, têm sido empregadas técnicas, tais como: (1) PDCA (*Plan, Do, Check, and Action*) - visa organizar e propor seqüência de operações para otimizar processos produtivos; (2) JIT (*Just in Time*), MRP (*Materials Resource Planning*) e ERP (*Enterprise*

*Resource Planning*) – objetivam planejar os processos de produção levando em conta a demanda e a quantidade de matéria prima necessária; (3) PDM (*Product Data Management*): implica no uso de recursos contábeis e de informática para monitorar em tempo real a movimentação de matérias primas e produtos acabados; e (4) SCM (*Supply Chain Management*) – tem por meta planejar, gerenciar, implementar e otimizar: (i) a movimentação de matérias primas e produtos acabados, (ii) o emprego de recursos tecnológicos, financeiros, mão-de-obra e de outras espécies, e (iii) o intercambio de informações deste a base dos processos produtivos até o mercado consumidor, isto nos dois sentidos.

Portanto, o sucesso de empreendimentos do agronegócio está estritamente relacionado à aplicabilidade dos conceitos cadeia produtiva e logística, que são tratados a seguir.

## 2. Cadeia Produtiva

Cadeia Produtiva, ou o mesmo que *supply chain*, pode ser definida como um conjunto de elementos (“empresas” ou “sistemas”) que interagem em um processo produtivo para oferta de produtos ou serviços ao mercado consumidor.

Em razão da globalização, evolução dos mercados consumidores, e avanços tecnológicos de processos produtivos e dos ferramentais de gerenciamento; o conceito de cadeia produtiva tem aprimorado.

Especificamente, para matérias primas agroalimentares e derivados, cadeia produtiva pode ser visualizada como a ligação e inter-relação de vários elementos segundo uma lógica para ofertar ao mercado *commodities* agrícolas *in natura* ou processadas. Commodities são ativos negociados sob forma de mercadorias em bolsa de valores, como por exemplo: café, soja, açúcar e boi.

Neste contexto, conforme a metodologia proposta pela EMBRAPA, Figura 1, às cadeias produtivas do agronegócio são caracterizadas por possuírem cinco segmentos que envolvem os seguintes atores:

- a) Fornecedores de Insumos: referem às empresas que têm por finalidade ofertar produtos tais como: sementes, calcário, adubos, herbicidas, fungicidas, máquinas, implementos agrícolas e tecnologias.
- b) Agricultores: são os agentes cuja função é proceder ao uso da terra para produção de commodities tipo: madeira, cereais e oleaginosas. Estas produções são realizadas em sistemas produtivos tipo fazendas, sítios ou granjas.

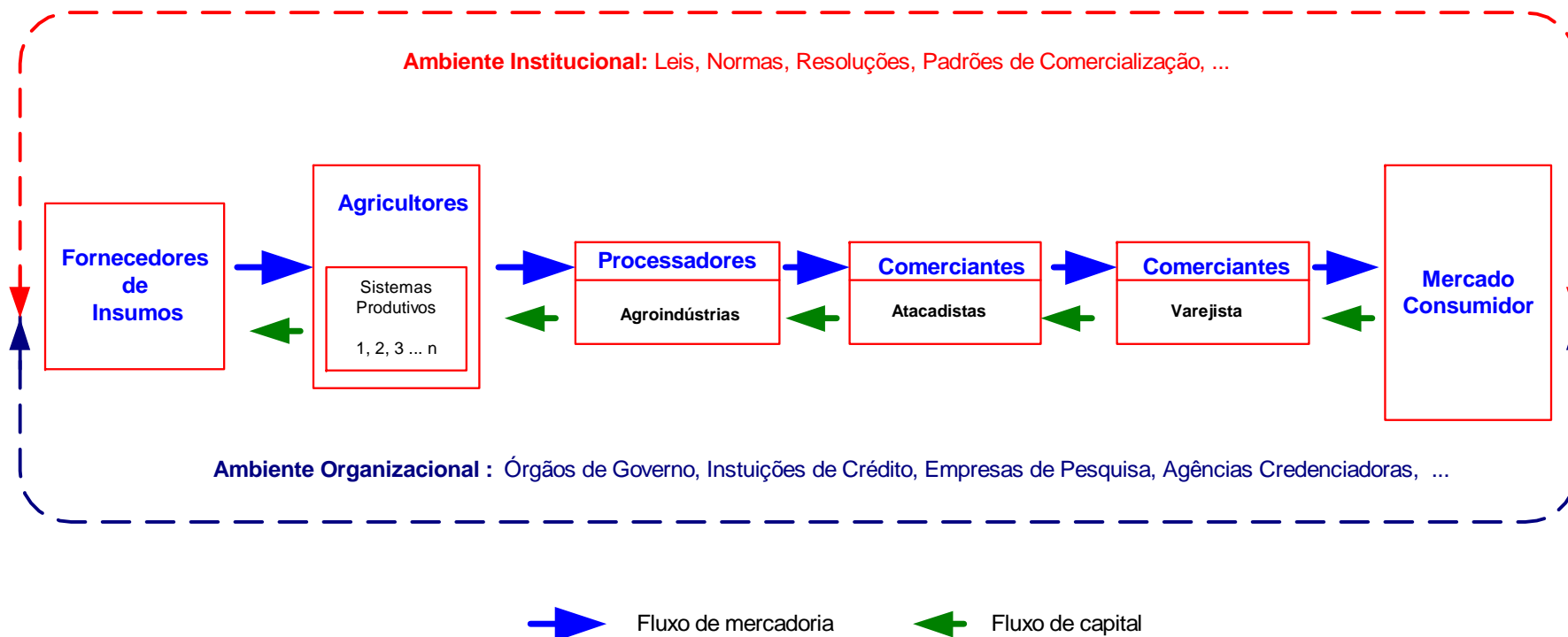


Figura 1 – Representação esquemática de uma cadeia produtiva de produto de origem vegetal, segundo metodologia da EMBRAPA

- c) Processadores: são agroindustriais que podem pré-beneficiar, beneficiar, ou transformar os produtos *in-natura*. Exemplos: (a) pré-beneficiamento - são as plantas encarregadas da limpeza, secagem e armazém de grãos; (b) beneficiamento - são as plantas que padronizam e empacotam produtos como: arroz, amendoim, feijão e milho de pipoca; (c) transformação - são plantas que processam uma determinada matéria prima e a transforma em produto acabado, tipo: óleo de soja, cereal matinal, polvilho, farinhas, álcool e açúcar.
- d) Comerciantes: Os atacadistas são os grandes distribuidores que possuem por função abastecer redes de supermercados, postos de vendas e mercados no exterior. Enquanto os varejistas constituem os pontos cuja função é comercializar os produtos junto aos consumidores finais.
- e) Mercado consumidor: é o ponto final da comercialização constituído por grupos de consumidores. Este mercado pode ser doméstico, se localizado no país, ou externo quando em outras nações.

Conforme a Figura 1, os atores do sistema cadeia produtiva estão sujeitos a influências de dois ambientes: institucional e organizacional. O ambiente institucional refere aos conjuntos de leis ambientais, trabalhistas, tributárias e comerciais, bem como, as normas e padrões de comercialização. Portanto, são instrumentos que regulam as transações comerciais e trabalhistas.

O ambiente organizacional é estruturado por entidades na área de influência da cadeia produtiva, tais como: agências de fiscalização ambiental, agências de créditos, universidades, centros de pesquisa e agências credenciadoras.

As agências credenciadoras podem ser órgãos públicos como às secretarias estaduais de agricultura ou empresas privadas. Essas em alguns casos possuem a função de certificar se um determinado seguimento da cadeia atende quesitos para comercialização e/ou exportação.

Isso ocorre, por exemplo, na certificação de: (i) produtos com Identidade Preservada – IP; e (ii) segmentos da cadeia produtiva quanto aos atendimentos de padrões de qualidade internacionais, tais como as séries ISO 9000.

## 1. 1 Aplicabilidade do Conceito de Cadeia Produtiva

O entendimento do conceito de cadeia produtiva possibilita: (1) visualizar a cadeia de forma integral; (2) identificar as debilidades e potencialidades; (3) motivar o

estabelecimento de cooperação técnica; (4) identificar gargalos e elementos faltantes; e (5) certificar quanto aos fatores condicionantes de competitividade em cada segmento.

Sob a ótica de cada participante, elemento da cadeia, a maior vantagem da adoção do conceito está no fato de permitir entender a dinâmica da cadeia, principalmente, na compreensão dos impactos decorrentes de ações internas e externas, respectivamente.

Por exemplo, no caso de ações internas pode ser citado o efeito decorrente da organização de agricultores em cooperativas. Nesta situação por meio das cooperativas os associados: (i) compram e comercializam insumos, (ii) armazenam e comercializam commodities, e (iii) beneficiam ou transformam matérias primas. Isto geralmente imprime maior grau de competitividade para o grupo de associados.

Como ações externas podem ser citadas os impactos decorrentes, por exemplo, da: (i) alteração ou criação de alíquotas de impostos, (ii) imposição de barreiras alfandegárias aos produtos destinados a exportação, (iii) normatização de procedimentos de classificação, e (iv) definição de exigências por parte do mercado consumidor quanto aos padrões de qualidades física, sanitária e nutricional.

## **1.2. Formação de Cadeias Produtivas**

A constituição das cadeias produtiva não segue padrões pré-estabelecidos. Pois, cada arranjo depende de inúmeras variáveis, que normalmente estão associadas aos contextos regionais e as exigências de mercado. No caso específico das cadeias produtivas de produtos de origem vegetal são apresentados dois exemplos nas Figuras 2 e 3.

Na Figura 2 é representada uma cadeia produtiva dedicada. Isto significa que fluxos de insumos, matérias primas, produtos e capitais, bem como, os repasses de tecnologia ocorrem sob regências contratuais. E estes são estabelecidos para garantir a fidelidade entre os segmentos e elementos da cadeia.

Sob esse cenário são definidas estratégias para o estabelecimento de competitividade e o uso dos recursos de logística. É amplamente reconhecida, que a cooperação entre os segmentos e elementos da cadeia é a ferramenta mais eficaz para o sucesso no mercado interno e externo. Ou seja, quanto mais efetiva é a cooperação; maiores são presença de mercado e competitividade.

Na Figura 3 é representada uma cadeia produtiva com integração horizontal. Neste caso os elementos de um dado segmento podem executar a mesma função em várias cadeias, como também, vários elementos podem executar a mesma função em um dado segmento. Nesse caso, há maior liberdade dos elementos quanto ao repasse de produtos. No entanto, isto faz requerer maior grau de capitalização e de capacidade gerencial dos elementos.

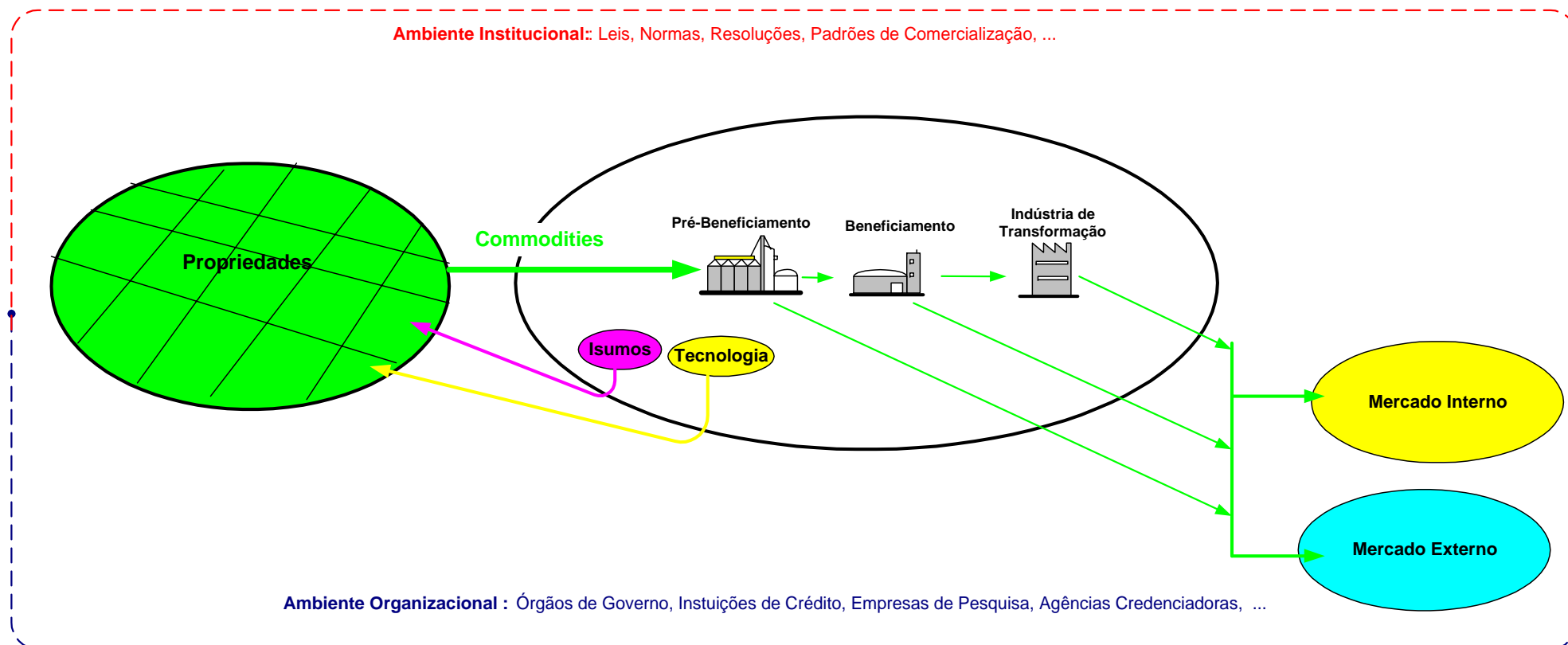


Figura 2 - Representação de uma cadeia produtiva tipo dedicada

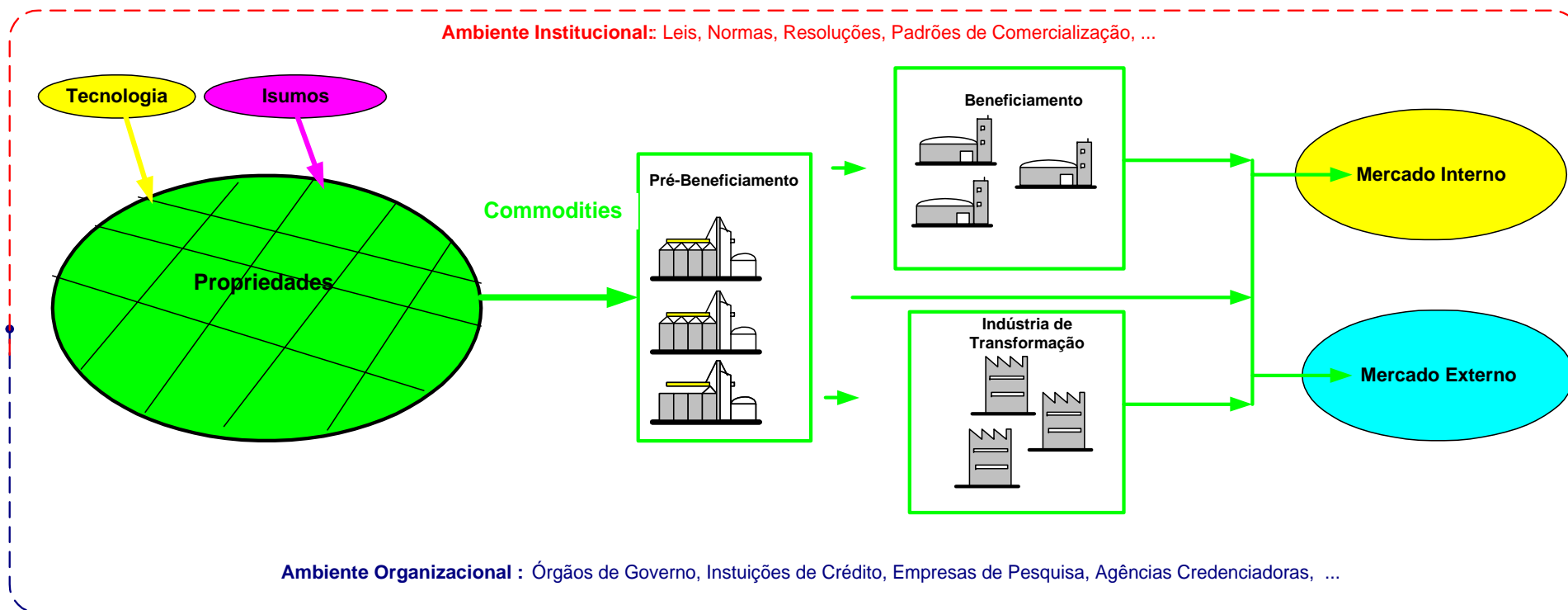


Figura 3 - Representação de uma cadeia produtiva com integração horizontal

### 3. Logística

Logística pode ser conceituada como:

- a) *“Logística - é o processo de planejar, implementar e controlar, eficientemente, ao custo correto, (i) o fluxo e armazenagem de matérias-primas, (ii) o estoque durante a produção e produtos acabados, e (iii) as informações relativas a estas atividades, desde o ponto de origem até o ponto de consumo. Isto visando atender aos requisitos do cliente”. (Council of Logistics Management)*
  
- b) *Logística - É o sistema de administrar qualquer tipo de negócio de forma integrada e estratégica; planejando e coordenando todas as atividades, otimizando todos os recursos disponíveis, visando o ganho global no processo no sentido operacional e financeiro. (definição de Marcos Valle Verlangieri, diretor do Guia Log).*
  
- c) *Logística Empresarial - Trata-se de todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, assim como dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável. (definição de Ronald H. Ballou em seu livro "Logística Empresarial").*

Portanto, ao sumarizar estes conceitos, tem-se que: *Logística é um conjunto de métodos de controle contábil, tributário, financeiro e operacional dos fluxos de matérias primas e produtos acabados deste os pontos de fornecimento até os pontos consumidores, envolvendo fatores, tais como: estruturas de armazenagem; plantas de pré-beneficiamento, beneficiamento, ou de transformação, estações de transbordos, modais de transporte e meios de comunicação.*

Ao ser analisado os conceitos de logística e cadeia produtiva pode ser concluído que estes são indissociáveis. Uma vez que logística implica em promover a dinâmica entre os elementos de uma cadeia produtiva de tal forma estabelecer tráfegos de informações, recurso financeiro, matérias prima e produtos acabados.

O estabelecimento da logística no que refere ao tráfego de informação implica no uso de meios de comunicação como a escrita, correios, telefonia, internet, rádio e televisão. Assim são estabelecidas formas de comunicação que podem abordar situações, tais como: (i) a divulgação de normas, (ii) a emissão de pedidos de compra, (ii) a reclamações do



mercado consumidor quanto ao não atendimento de padrões, e (iii) a realização de campanhas publicitárias com o objetivo de aumentar as vendas.

O tráfego de recursos financeiros em um sistema de logística refere-se a fatores, tais como: a lógica do fluxo de ordens de pagamento, o pagamentos de tributos, o estabelecimento de contratos futuros e as operações de cambio.

No que se refere ao tráfego de matérias primas e produtos acabados são empregados os transportes por via aérea, terrestre e aquaviária. O emprego da modalidade aérea no Brasil é aplicada ao transporte de produtos perecíveis como frutas, exemplo mamão no estado do Espírito Santo, e pescados *in natura*.

Por via terrestre são empregados os modais rodoviários e ferroviários. O modal rodoviário é caracterizado pela (i) maior flexibilidade na escolha de rotas em razão da densidade das malhas viárias existentes; (ii) a flexibilidade de horários devido a não existência de esquemas rígidos de controle de tráfego; (iii) a possibilidade de efetuar o transporte deste o ponto de partida ao de chegada sem necessidade de transbordo; (iv) a possibilidade de integrar a sistemas intermodal e multimodal; e (v) alto custo de manutenção dos veículos e dos eixos de transporte.

O modal ferroviário caracteriza por possuir grande capacidade de carga em relação ao seu custo operacional, pois com 1 litro de óleo diesel, um caminhão pode desloca 30 t por 1 km, enquanto que um trem movimentar 125 t por 1 km. No transporte de commodities agrícolas tem sido caracterizado pelo transporte intermodal rodoferroviário, em que são utilizadas estações de transbordo em que são descarregados os caminhões e carregados os vagões.

Quanto ao transporte aquaviário os modais empregados são marítimos e hidroviários. O marítimo tem sido empregado para cargas como carnes congeladas, madeira e grãos. E o hidroviário para madeira e grãos.

O estabelecimento da forma de transporte apropriada para uma dada carga fundamenta-se escolha do modal, sendo necessário considerar: (i) o tamanho do lote – o que pode ser expresso em unidade de volume ou de peso; (ii) a quantidade de lotes a serem carregados por um dado eixo de transporte, o que define a densidade de transporte que é expressa em toneladas por quilometro; (iii) à distância a ser percorrida, e (iv) as características da mercadoria, tais como: valor, perecibilidade e periculosidade.

### 3. Estudo de Cadeias Produtivas e Sistemas Logísticos

Para o estudo, análise, planejamento e gerenciamento de cadeias produtivas e sistema logístico é importante o entendimento dos seguintes conceitos: sistema e engenharia de sistemas.

### **a) Sistema**

De acordo com SCHMIDT e TAYLOR (1970) sistema pode ser definido como um conjunto de elementos que interagem segundo uma lógica para o alcance de uma ou mais metas. Assim, por exemplo, no caso de uma fábrica, os elementos são as diversas máquinas (estações de trabalho) dispostas segundo um fluxograma lógico em que a meta é a fabricação de um ou mais tipos de produtos.

Essa definição está altamente relacionada aos propósitos de estudo de sistemas, o que segundo NEELAMKAVIL (1987) implica em: entender, analisar, projetar, modificar, preservar, e se possível controlar a performance. Para atingir estes objetivos é necessário no estudo de sistema: (i) selecionar o conjunto de elementos de acordo com os objetivos do estudo, (ii) estabelecer a inter-relação dos elementos, (c) definir a fronteira do sistema, e (iv) selecionar a variáveis de interesse. Se assim for feito, todos fatos de interesse serão englobados no estudo.

Considerando os aspectos abordados, o complexo logística e cadeia produtiva constitui um sistema. Deste modo, para a condução de estudos deste complexo devem ser utilizados os mesmos ferramentais empregados no estudo de sistemas.

### **b) Engenharia de Sistemas**

O termo Engenharia de Sistemas pode ser definido como a arte de planejar, implementar, operacionalizar e gerenciar sistemas produtivos de forma otimizada considerando fatores de ordem operacional, econômica e ambiental. Para tanto, devido à complexidade dos sistemas reais devem ser empregados ferramentais de Pesquisa Operacional - PO.

Pesquisa Operacional – PO (*Researches Operations - RO*) pode ser definida como o ramo da matemática que disponibiliza ao homem, o tomador de decisão, uma coletânea de ferramentas que possibilitam a modelagem de sistemas reais. As ferramentas podem ser técnicas de controle de processo (estatística aplicada), programação linear, teoria de jogos, redes neurais e simulação de processos.

No caso específico da simulação, a sua adoção tem trazido benefícios, tais como: (a) previsão de resultados na execução de uma determinada ação, (b) redução de riscos na tomada decisão, (c) identificação de problemas antes mesmo de suas ocorrências, (d) eliminação de procedimentos em arranjos industriais que não agregam valor, (e) redução de custos com o emprego de recursos (mão-de-obra, energia, água e estrutura física), (f) revelação da integridade e viabilidade de um determinado empreendimento em termos técnicos e econômicos, e (g) condução de experimentos tipos: análise de sensibilidade, comparação de cenários, otimização e simulação de Monte Carlo.

Para o uso da técnica de simulação é necessária a implementação de modelos. Estes tratam da descrição da lógica do funcionamento de sistemas reais. Para a implementação dos modelos em computadores são utilizadas: (a) linguagens de programação, como: FORTRAN, Visual Basic, C e PASCAL, ou (b) linguagens de simulação, como: SLAM, GPSS, GASP, POWERSIM, ARENA e EXTEND.

#### 4. Operacionalização do Estudo de Cadeias Produtivas e Sistemas Logísticos

Para o estudo e análise de cadeias produtivas e sistemas logísticos devem ser implementadas as seguintes ações: (1) identificar os elementos e tipificar suas funções - o que implica em destacar qual é o produto final de cada segmento; (2) compor a lógica de ligação e inter-relação de cada elemento considerando os passos anteriores e subseqüentes; (3) compreender os fluxos produtos ao longo da cadeia; (4) compor as matrizes de custo; (5) identificar para cada ponto às parecerias e as concorrências; (6) delimitar os limites do sistema; (7) especificar recursos em termos humanos, insumos, tecnologias e capital; e (6) identificar os gargalos do sistema.

Neste cenário, por exemplo, podem ser estabelecidas metas, tais como:

- Promover o aprimoramento dos métodos de produção e comercialização. Isto requer adoção de novas tecnologias e técnicas de gerenciamento.
- Identificar e desenvolver novos serviços e funções para uma dada commodity. Isto pode configurar, por exemplo, na: (i) organização e treinamento dos fornecedores para o atendimento dos padrões de comercialização; (ii) introdução de inovações tecnológicas, (iii) promoção de exportação, e (iv) reorientações de pesquisas e práticas extensionistas.
- Promover inovações nas atividades agrícolas. Produtos de alto valor comercial requerem a constante inovação tecnológica. Isto é uma consequência natural devido às exigências do mercado, o que ocorre devido a forte concorrência entre os fornecedores.
- Gerenciar os métodos de controle de qualidade. Programas de alimentos seguros utilizam o conceito de cadeia produtiva para verificar os fatores que impactam negativamente a qualidade física, sanitária e nutricional, ao longo da cadeia. Neste caso, pode ser aplicada a técnica APPCC - Análise de Perigos em Pontos Críticos de Controle (*HACCP – Hazard Analysis and Critical Control Point*). Esta tem por objetivo identificar e controlar sistematicamente os perigos que podem afetar a saúde do consumidor. Isto pode ser realizado por meio: (a) do uso do manual BPF - Boas Práticas de Fabricação, que descreve normas de higiene pessoal, limpeza e

sanitização de instalações agroindustriais; (b) da adoção do MIP - Manejo Integrado de Pragas; e (c) da observância de normas de segurança no trabalho.

## 5. Inserção de Empreendimentos

Tendo em vista o supra descrito são apresentados a seguir aspectos que devem ser observados quando da avaliação da inserção de um empreendimento em uma dada cadeia produtiva:

- Ter conhecimento da tecnologia a ser empregada para imprimir a qualidade física, nutricional e sanitária ao produto a ser ofertado.
- Ater as tendências de mercado. Por exemplo, na atualidade está em voga questões como a comercialização de produtos transgênicos ou orgânicos, como também, a definição de parâmetros para o credenciamento de identidade preservada – IP.
- Avaliar os graus de cooperação e integração entre os elementos da cadeia, principalmente no ponto de inserção.
- Identificar os fornecedores de insumos, tais como: defensivos, maquinários, lenha, energia elétrica e gás.
- Ater as exigências estabelecidas pelo ambiente institucional: leis ambientais, trabalhistas, tributárias e comerciais; e normas e padrões de comercialização.
- Identificar as entidades participantes do ambiente organizacional: agências ambientais, instituições de crédito e seus programas de financiamento, agências credenciadoras (secretarias da agricultura e outras) e centros de pesquisa.
- Proceder aos estudos de viabilidade operacional. Para tanto: (i) considerar os recursos de logística disponíveis - sistema comunicação, rodovias, ferrovias e redes de armazenagem; e (ii) empregar ferramentas de pesquisa operacional, tais como: programação linear e simulação.
- Conduzir estudos de viabilidade econômica. Assim devem ser procedidas análises de riscos e incertezas, como também, a determinação dos seguintes parâmetros econômicos: VPL – valor presente líquido, TIR – taxa interna de retorno, relação custo benefício, e *pay-back* – tempo de retorno do capital.

## 6. Estudo de Caso: *Planejamento e Gerenciamento Otimizado de Unidades Armazenadoras*

Para a tomada de decisão sobre a construção, Figura 4, de uma unidade armazenadora de grãos é preciso ter claro que se trata de um investimento de: (i) longa vida

útil, normalmente 15 anos, e de (ii) alto custo de implantação. Além disso, a operacionalização do sistema envolve a movimentação de produtos valiosos. Portanto, independente da capacidade estática da unidade é de suma importância observar preceitos técnicos e econômicos quando ao planejamento, implantação e operacionalização. Assim, será possível: (i) garantir a guarda e conservação dos produtos armazenados, como também, (ii) consagrar o investimento como gerador de bons resultados financeiros.



Figura 4 – Base para montagem de silo metálico (Gentileza da CASP)

Sob aspecto técnico uma unidade armazenadora deve apresentar adequadamente projetada e estruturada para o recebimento, limpeza, secagem, armazenagem e expedição de grãos. E ser operacionalizada conforme o fluxograma representado na Figura 5.

Dessa forma, estruturalmente, uma unidade deve contar com: (i) edificações – moegas, silos-pulmões, silos armazenadores e/ou graneleiros, (ii) máquinas processadoras – máquinas de pré-limpeza, secadores e máquinas de limpeza, e (iii) transportadores – correias transportadoras, elevadores de caçamba, transportadores helicoidais e transportadores de palhetas. O dimensionamento das edificações e a seleção dos maquinários e transportadores constituem fases importantes do planejamento.

## 6.1 Planejamento do Empreendimento

No planejamento devem ser considerados aspectos, tais como: localização, leiaute, disponibilidade de energia elétrica, oferta de lenha ou gás e viabilidade econômica.

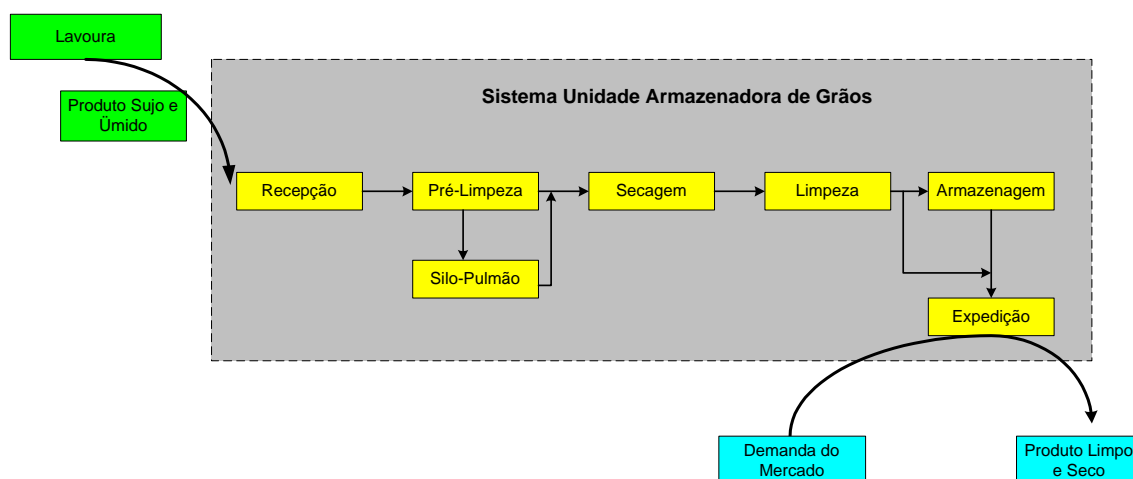


Figura 5 – Fluxograma operacional básico de unidades armazenadoras de grãos

### a) Definição da Localização

A definição da localização está associada a questões, tais como: (i) à inserção na cadeia produtiva regional, (ii) o uso da infraestrutura de logística, e (iii) a ocorrência de impacto ambiental.

Cadeia produtiva refere ao um conjunto de produtores e/ou empresas integrantes de um processo produtivo em que o objetivo é a oferta de produtos a clientes finais, conforme os padrões exigidos. Deste modo, deverá ser analisado o cenário esperado quando do funcionamento da unidade em relação à cadeia produtiva da região. O que deverá estar fundamentado em resposta de questões, tais como: (1) De onde virão os produtos a serem armazenados e em que quantidades? (2) Quais serão os possíveis destinos dos produtos expedidos? e (3) Se for uma unidade para atendimento de terceiros, quem serão os concorrentes e qual o potencial de persuasão deles?

Além dessas questões, devem ser observadas as tendências do mercado de grãos em questões como: (i) a comercialização de transgênicos, (ii) a implantação do sistema de identidade preservada de produtos, que funcionará a modelo da rastreabilidade aplicada nas cadeias produtivas de suínos e bovinos, e (iii) o atendimento das exigências dos clientes no que se refere a qualidade física, sanitária e nutricional dos produtos, quesitos estes em alta voga no comércio exterior.

Quanto à logística é preciso ter em mente que se trata de métodos de controle contábil, financeiro e operacional dos fluxos de produtos deste as lavouras até os clientes finais. O que neste caso envolve fatores, tais como: maquinários de colheita, estradas, estruturas de armazenagem e sistemas de transportes e comunicação. Assim, deverão ser analisadas expectativas de cenários quanto ao: (i) fluxo de veículos carregados de grãos

úmidos e sujos provenientes das lavouras, isto para cada uma das épocas de colheita, (ii) preços de fretes e disponibilidade de caminhões e/ou vagões ferroviários quando das necessidades de movimentação de cargas, e (iii) qualidade dos serviços de correios, telefonia e Internet, isto devido a atual dinâmica do mercado agrícola.

Quanto à necessidade da elaboração de Estudo de Impacto Ambiental – EIA, isto dependerá do tamanho da unidade e das exigências legais para região onde a unidade localizará. Na elaboração do EIA são determinados os impactos ambientais positivos e negativos. Estes últimos devem ser mitigados, o que envolve investimentos e a depender do valor talvez a melhor opção seja escolher uma nova localização.

### **b) Definição de Leiaute**

Para concepção do leiaute da unidade é necessária a observância de cinco passos básicos.

O primeiro refere à identificação das épocas de colheitas, variedades, quantidades a receber e teores de umidade e impurezas das cargas. Essas informações devem ser obtidas considerando a área de cobertura da futura unidade. Se a unidade for ao nível de fazenda, a área corresponderá a parte agricultável da propriedade. Se a unidade for comercial, a área de abrangência poderá envolver propriedades situadas em vários municípios.

O segundo passo constitui na determinação da capacidade horária do setor de secagem (toneladas/hora). Isto deverá ser definido segundo as expectativas dos fluxos de recebimento diários (toneladas/dia) e o teor de umidade das cargas. A capacidade de secagem da unidade afeta, por exemplo, a extensão de filas quando do recebimento de produtos. Isto impacta a qualidade do serviço de atendimento, o que pode atrair ou repelir potenciais clientes.

O terceiro passo é conduzido considerando a capacidade de secagem e o teor de impureza das cargas. O uso dessas informações permite: (i) projetar as capacidades estáticas das moegas e silos-pulmão, Figura 6, (ii) calcular a capacidade horária dos equipamentos de pré-limpeza e limpeza e (iii) selecionar os tipos e capacidades dos transportadores de grãos.

No quarto passo é definida a capacidade estática dos elementos do setor de armazenagem. Estes elementos, por exemplo, podem ser silos metálicos ou células dos graneleiros. Isto deve ser feito em função das expectativas diárias e mensais dos fluxos de recebimento e expedição de produtos.

E por fim, no quinto passo são determinadas a capacidade estática e as características do setor de expedição. As informações básicas são os tipos de veículos a

serem carregados, caminhões ou vagões ferroviários, e as expectativas de fluxos diários de expedição.



Figura 6 – Unidade armazenadora com três silos-plumão (Gentileza da CASP)

Seguido os cinco passos é possível elaborar os projetos: arquitetônico, estrutural, hidráulico, combate a incêndio, telefônico e elétrico.

### c) Uso de Energia Elétrica e Calorífica

Da elaboração do projeto elétrico é possível ser determinado à potência instalada da unidade. O que corresponde ao somatório da potência elétrica dos equipamentos a serem instalados. O valor é expresso em kW (quilo watts) ou kVA (quilo volts ampere). Essa informação é utilizada pela empresa fornecedora de energia elétrica para dimensionar a rede alimentação da unidade. O que inclui tipos de postes, cabos, transformador e os sistemas de proteção e medição. Em regiões onde não há fornecedores de energia elétrica, a informação será útil para a aquisição de geradores.

A energia calorífica é empregada para o aquecimento do ar de secagem. Para tanto pode ser utilizada lenha ou gás. Para as grandes unidades armazenadoras a lenha tem apresentado como melhor alternativa, devido ao menor custo de aquisição. Essa situação poderá alterar em algumas regiões devidos à escassez de lenha e as exigências ambientais. Para a armazenagem ao nível de fazenda encontram disponibilizados no mercado brasileiro silos secadores com queimadores a gás. Estes secadores oferecem comodidades devido ao bom nível de automatização. Vide as Figuras 7 e 8.



Para previsão do consumo de lenha em secadores do tipo cascata podem ser utilizados os fatores de consumo apresentados na Tabela 1. Para o cálculo, o fator de consumo deve ser multiplicado a quantidade de produto a secar. O resultado será o consumo de lenha expresso em metros cúbicos.

Tabela 1 – Exemplo de cálculo para estimativa de consumo de lenha na secagem

Produto	Quantidade de produto a secar (t.)	Fator de consumo (m <sup>3</sup> de lenha/ t. de produto)	Consumo de Lenha (m <sup>3</sup> )
Milho	15.000	0,10	1.500
Soja	45.000	0,04	1.800
Trigo	7.500	0,10	750
<b>Total</b>	<b>67.500</b>		<b>4.050</b>

#### d) Estudo de viabilidade econômica

Uma unidade armazenadora de grãos constitui em um investimento de alta monta. E este está sujeito à interferência de vários fatores que podem possuir comportamento aleatório, exemplo, os preços das sacas de milho e soja ao longo do ano. Deste modo, é essencial que seja procedido a análise financeira para certificar a viabilidade econômica. Para tanto é necessário simular o fluxo de caixa do empreendimento deste a data de implantação até o fim de vida útil, normalmente tomado como 15 anos. Na análise devem ser levados em conta parâmetros econômicos como: o valor presente líquido – VPL; a taxa interna de retorno – TIR, o tempo de retorno do capital (pay-back) e a relação custo benefício.



Figura 7 – Conjunto: ventilador e queimador de gás utilizados em secadores ao nível de fazenda (Gentileza da Gran Finale)



Figura 8 – Sistema de armazenagem ao nível de fazenda. Ao centro o silo secador, nas laterais os silos armazenadores (Gentileza da Gran Finale)

#### e) Gestão Operacional da Unidades Armazenadoras

Quanto à gerência operacional é importante contar com profissionais qualificados. Isto tanto em questões técnicas, como também, econômicas. A qualificação técnica requer conhecimentos sobre: (1) classificação e comercialização de produtos, (2) aplicação da psicrometria – estudo da mistura de vapor de água no ar, (3) operação de secadores, (4) realização das operações de aeração, seca-aeração, ou secagem combinada, (6) manutenção e regulagem de equipamentos, (7) aplicação das práticas de controle de pragas, (8) compreensão da sistemática de tarifação do uso de energia elétrica, e (9) operação de computador.

No que se referem as questões econômicas é necessário saber levantar os custos operacionais, que pode ser apresentado na forma: (i) global, conforme a equação 1 ou (ii) por unidade de peso do produto processado.

$$C_{op} = C_R + C_L + C_S + C_A + C_E + C_P + C_T + C_D + C_{SA} - R_R \quad [1]$$

em que:

---

$C_{op}$ = custo operacional	$C_P$ = custo de pessoal;
$C_R$ = custo de recepção	$C_T$ = custo de mão-de-obra temporária;
$C_L$ = custo de limpeza	$C_D$ = custo em razão da depreciação da qualidade dos grãos
$C_S$ = custo de secagem	$C_{SA}$ = custo com seguros e administração;
$C_A$ = custo de armazenagem	$R_R$ = receita apurada na venda de resíduos
$C_E$ = custo de expedição	

O perfeito conhecimento da matriz de custos dá fundamentação a definição de estratégias para otimização da unidade. Assim, o administrador terá como determinar as magnitudes dos impactos sobre o custo operacional, mediante a alterações relacionadas a: (1) contratação de pessoal, (2) uso de energia elétrica e calorífica, (3) custos administrativos, (4) seguros, (5) procedimentos operacionais, e (6) possíveis alterações de leiaute.

No entanto, devido à dinâmica do sistema unidade armazenadora grãos e a influências de fatores aleatórios o processo de tomada de decisão torna complexo, devido à dificuldade em correlacionar diferentes fatores, tais como: os fluxos de cargas nos setores de recepção e expedição, teor de umidade e impureza das cargas recebidas, e alternância dos períodos de colheita e tendências de mercado. Para tratar essas questões de forma adequada é recomendado o emprego da técnica de simulação por meio de computadores.

## 6.2 Simulação da Dinâmica de Unidades Armazenadoras

O emprego da técnica de simulação trás benefícios como: (1) previsão de resultados mediante a execução de uma determinada ação, (2) redução de riscos na tomada de decisão, (3) identificação de problemas antes mesmo de suas ocorrências, (4) eliminação de procedimentos que não agregam valor, (5) identificação de gargalos em fluxogramas operacionais, e (6) revelação da integridade e viabilidade técnica e econômica de um projeto.

Diante das facilidades de uso da linguagem EXTEND<sup>TM</sup> e das potencialidades do uso da técnica de simulação, pesquisadores da UNIOESTE (Universidade Estadual do Oeste do Paraná) em parceria com a UFV (Universidade Federal de Viçosa) e a KSU (Kansas State University), criaram uma biblioteca denominada Grain Facility.

A biblioteca reúne mais de setenta blocos que permitem construir modelos computacionais de unidades existentes e a serem edificadas. Os blocos simulam cada um dos elementos da unidade. Estes modelos permitem simular a chegada de veículos a recepção, o arranjo das filas, uso da estruturas – moegas, silos e graneleiros, funcionamento das máquinas de limpeza e pré-limpeza, secadores, e transportadores. Assim é possível a obtenção de modelos como os apresentados nas Figuras 9 e 10.

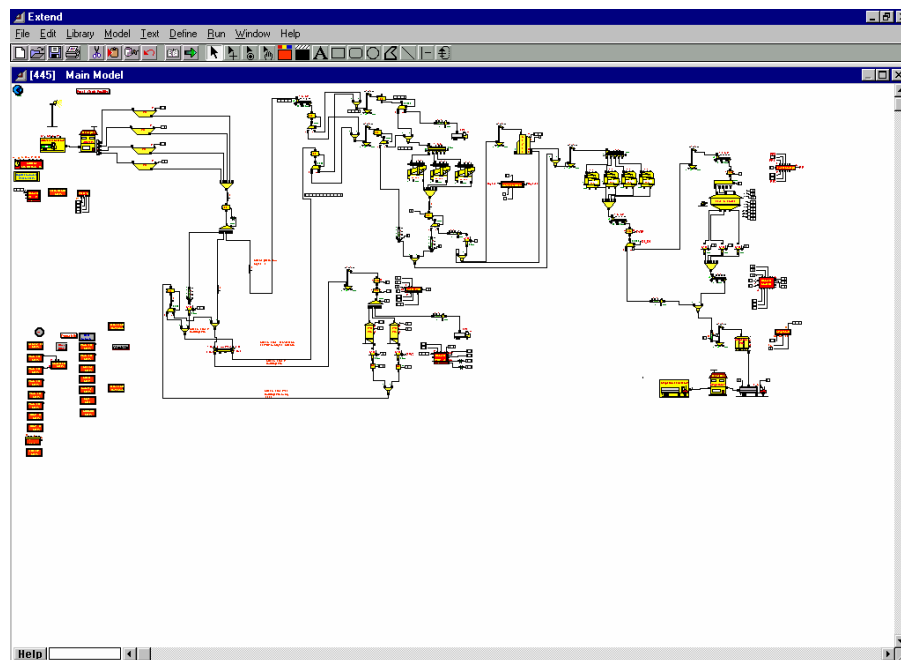


Figura 9 – Modelo computacional de uma das unidades armazenadoras da COAMO

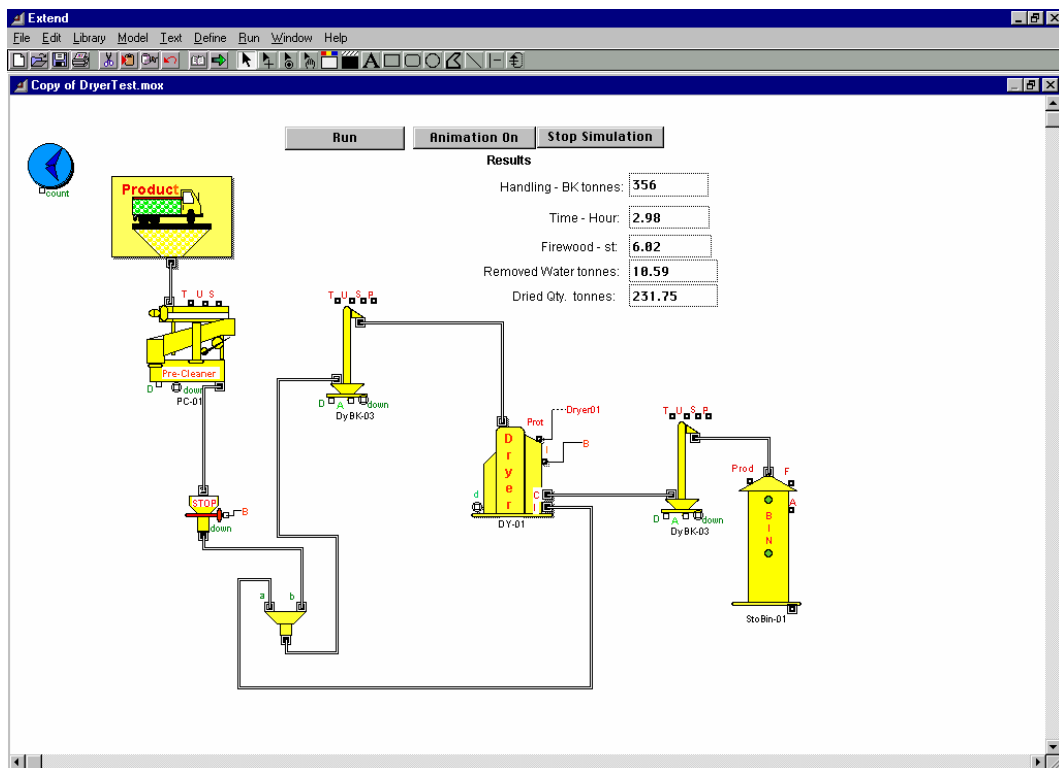


Figura 10 – Modelo para avaliação do sistema de secagem

Dos blocos podem ser selecionados dados de saída que permitem a elaboração de mais de 20 tipos de relatórios, tais como: (a) quantidades de produtos recebida e processada, (b) consumo mensal ou diário de lenha e energia elétrica para cada tipo de produto processado, (c) número de veículos atendidos e extensão das filas; e (d) índices de uso das edificações, exemplo moegas e células dos graneleiros. Os dados podem ser representados graficamente ou transferidos a uma planilha eletrônica como o Excel.

Como exemplo de aplicabilidade é apresentado na Figura 9 o modelo de uma das unidades da COAMO. Essa unidade recebe anualmente cerca de 74 mil toneladas de produto sendo: 14 mil t de milho, e 54 mil t de soja e 6 mil t. de trigo. A unidade possui quatro moegas, um graneleiro-pulmão com duas células, um graneleiro de 18 mil t com três células, três máquinas de pré-limpeza – 40 t/h, quatro máquinas de limpeza - 30 t/h, um secador de 80 t/h, cinco fitas transportadoras, sete elevadores de caçambas e dois transportadores de paletas.

### 6.2.1 Resultados da Simulação

Com o uso do modelo foi simulado que cerca de 3,7 mil toneladas de água e 1,3 mil toneladas de impurezas foram removidas. Assim foram obtidas cerca de 69 mil t. de produto limpo. Dessas cerca de 53 mil t passaram pelo setor de armazenagem, e 16 mil t. foram expedidas diretamente.

A máxima ocupação do graneleiro foi com 14,5 mil toneladas de soja. O que ocorreu no mês de abril. As células 1, 2, e 3 do graneleiro foram ocupadas durante 10, 2 e 8 meses, respectivamente.

O consumo anual de lenha foi de 765 t. Especificamente, para secagem de milho, soja e trigo foram simulados os gastos de 386, 296 e 83 toneladas, respectivamente. Sendo que para cada tonelada de milho, soja e trigo secas foram gastos 27, 13 e 16 kg de lenha.

O consumo anual de energia elétrica simulado foi de 182 MWh, sendo 159 MWh no horário fora de pico e 23 MWh no horário de pico. Os maiores valores de demanda foram registrados para os meses de abril e maio com o valor de 266 kW. O consumo específico de energia elétrica foi 2,13; 1,2 e 1,4 kWh por tonelada de milho, soja e trigo processadas, respectivamente.

O secador de 80 t/h da unidade movimentou 37,4 mil t de milho, 31,3 mil t de soja e 8,9 mil t de trigo, isto para secar 12 mil t de milho, 23,0 mil t de soja e 5,0 mil t de trigo. Pois, produtos mais úmidos necessitam passar mais de uma vez pelo secador.

Além dessas informações outras são disponibilizadas pelo modelo. Cabe ao usuário selecionar as necessárias para fundamentar a sua tomada de decisão.

Devido à diversidade dos dados apresentados pelo modelo, estes podem ser utilizados para: (1) definir o tipo ideal de edificações, maquinários, secadores e transportadores; (2) conduzir estudos para verificar a eficiência do sistema; (3) detectar pontos de estrangulamento da unidade, (4) planejar o serviço de manutenção dos equipamentos, (5) otimizar o uso de energia elétrica e lenha; e (6) testar o impacto das diferentes formas de operação sobre o desempenho da unidade ou setores.

## 7.0 Referências

ABDALLAH, R. R. Uma Experiência De Aplicação Do Sistema APPCC (Análise De Perigos Em Pontos Críticos De Controle) Em Uma Indústria De Laticínios. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: SC. 1997 (Dissertação de Mestrado).

CAIXETA-FILHO, J. V. Pesquisa operacional aplicada à agropecuária. Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Série Didática nº 74. 1992.

KRAHL, A. The extend simulation environment. *Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference*. Eds. J. A. Joines, R. R. Barton, K. Kang, and, P. A. Fishwick, pp 280-289. IEEE, Piscataway, NJ. 2000.

LAW, A. M. e KELTON, W. D. Simulation modeling and analysis. McGraw-Hill Inc., 2ª ed. 1991. 759p.

LOEWER, O. J., T. C. BRIDGES, and R. A. BUCKLIN. *On-farm drying and storage systems*. ASAE Publication 9, American Society of Agricultural Engineers. 1974.

MONSEF, Y. *Modeling and simulation of complex systems*. Hungary: European Publishing House. 1997.

NEELAMKAVIL, F. *Computer simulation and modeling*. Great Britain: John Wiley & Sons Ltd. 1987

SILVA, L. C. Stochastic Simulation of the Dynamic Behavior of Grain Storage Facilities. Viçosa: UFV. (Tese Doutorado). 2002.

WINSTON, W. L. Operations research: applications and algorithms. Belmont, California: International Thomson Publishing. 1994. 1312p.