



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROENERGIA**

**ESTUDO DAS PRINCIPAIS VARIÁVEIS PARA TOMADA DE DECISÃO DO  
CORTE, CARREGAMENTO E TRANSPORTE (CCT) DA CANA-DE-AÇÚCAR:  
CASO DE UMA USINA DO OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Aluno: Thiago Castilho Clemente**

**Orientador: Dr. Joel Carlos Zukowski Junior**

**PALMAS – TO  
2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROENERGIA**

**ESTUDO DAS PRINCIPAIS VARIÁVEIS PARA TOMADA DE DECISÃO DO  
CORTE, CARREGAMENTO E TRANSPORTE (CCT) DA CANA-DE-AÇÚCAR:  
CASO DE UMA USINA DO OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Aluno: Thiago Castilho Clemente**

**Orientador: Dr. Joel Carlos Zukowski Junior**

**Dissertação apresentada à Universidade  
Federal do Tocantins como parte dos  
requisitos para obtenção do Título de  
Mestre em Agroenergia**

**PALMAS – TO  
2017**



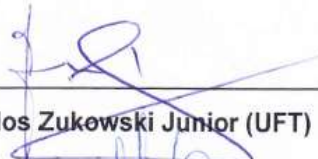
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITARIO DE PALMAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROENERGIA**

**ESTUDO DAS PRINCIPAIS VARIÁVEIS PARA TOMADA DE DECISÃO DO  
CORTE, CARREGAMENTO E TRANSPORTE (CCT) DA CANA-DE-AÇÚCAR:  
CASO DE UMA USINA DO OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO.**

**ALUNO:** Thiago Castilho Clemente


**COMISSÃO EXAMINADORA**

**Presidente:**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Joel Carlos Zukowski Junior (UFT)**

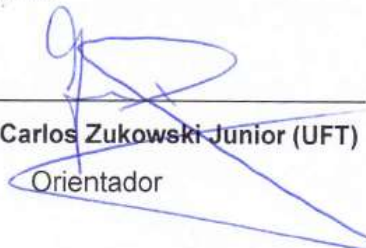
**Examinadores:**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Juan Carlos Valdés Serra (UFT)**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Sant'Ana (IFTO)**

**Data da Defesa:** 08/06/2017

As sugestões da Comissão Examinadora e as Normas PPGA para o formato da Dissertação foram contempladas:

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Joel Carlos Zukowski Junior (UFT)**

Orientador

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

C626e     Clemente, Thiago Castilho.

Estudo das principais variáveis para tomada de decisão do corte, carregamento e transporte (cct) da cana-de-açúcar: caso de uma usina no oeste do estado de São Paulo . / Thiago Castilho Clemente. – Palmas, TO, 2017.

104 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Agroenergia, 2017.

Orientador: Joel Carlos Zukowski Junior

1. Agroenergia. 2. Sucroenergético. 3. Variáveis de decisão. 4. Corte, carregamento e transporte. I. Título

**CDD 333.7**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

PALAVRAS-CHAVE DO TRABALHO: Agroenergia. Sucroenergético. Variáveis de decisão. Corte, carregamento e transporte.

*A mente que se abre a uma nova ideia  
jamais voltará ao seu tamanho original.*

Albert Einstein

Dedico esse trabalho ao meu sogro, “José Redígolo” (*in memoriam*), por sempre acreditar na minha pessoa e, conseqüentemente, se alegrar com minhas vitórias. Obrigado por tudo!

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser o autor da vida e por me capacitar diariamente na realização deste trabalho: sem sua “graça”, nada seria possível!

Ao Programa de Pós-Graduação em Agroenergia da Universidade Federal do Tocantins-UFT, pela organização e apoio contínuo.

Ao meu orientador, Dr. Joel Carlos Zukowski, Junior que esteve sempre solícito às minhas indagações partilhando seu vasto conhecimento e não medindo esforços para o aprimoramento do trabalho. Sinto-me lisonjeado de ser seu orientando e fazer parte da sua trajetória!

À Banca de Qualificação composta pelos Professores Doutores Juan Carlos Valdes Serra e Edvaldo Vieira Pacheco Sant’Ana, que sabiamente me instruíram, apontando caminhos e decisões.

Não posso deixar de mencionar que o professor Doutor Edvaldo, além de ser uma fonte de inspiração na área acadêmica, tornou-se um amigo o qual respeito profundamente!

A todos os professores que ministraram suas aulas, proporcionando-me a riqueza do aprendizado e debate constante.

Ao Prof. Doutor Eustaquio, pela recepção impecável na chegada a Palmas e amizade construída.

Ao amigo do Instituto Federal e Mestrado, Felipe Bitencourt, pela força e ajuda em momentos importantes.

Aos meus pais Marcos Clemente e Maria de Lourdes Castilho Clemente por serem grandes incentivadores e por estarem sempre presentes em minha vida. Agradeço por sempre estarem com minha família e com minha esposa, fazendo o que eu não podia fazer, por estar a quilômetros de distância. Vocês são meus exemplos!

A minha sogra, Maria Malta Redígolo, e ao meu cunhado João Vitor Malta Redígolo por todo o incentivo e por também estar com minha esposa e filhos em minha ausência, cuidando e auxiliando-os com tanta dedicação e amor!

Aos meus irmãos, Vanessa Clemente, Vivian Clemente Lobo e Rodolfo Clemente, por acreditarem sempre em mim! Ao Rodolfo, deixo aqui minha eterna gratidão, por ceder sua casa, para que eu pudesse me instalar e por tantas outras coisas que não é possível enumerar! Valeu, *brother!!!*

Aos meus filhos lindos e amados, Augusto Wagner e Sophia, que sentiram muito a minha ausência, devido aos excessivos horários de estudo e viagens. A vocês, que sempre ouviam a pergunta: “- Onde está seu pai?” E sabiamente respondiam: “Ele está estudando muito!” Filhos queridos, tudo que faço é para vocês e por vocês!

A minha esposa Vanessa, por ser uma mãe dedicada e amorosa, por fazer papel também de Pai na minha ausência dos últimos anos, por sempre me incentivar no desenvolvimento de meu conhecimento e por ser a esposa que sempre desejei, amorosa, parceira, dedicada e fiel. Obrigado por tudo!! Te amo!!

Enfim, agradeço a todos!



## RESUMO

O setor Sucroenergético tem um papel importante no atendimento a demanda por energia limpa e renovável. No Brasil, o setor representa 15,7% da Matriz Energética, 39,9% da Matriz de energia renovável e 26,8% da Matriz de Combustíveis Veiculares. O presente trabalho, tem como objetivo principal, estudar as principais variáveis para tomada de decisão do Corte, Carregamento e Transporte (CCT) da cana-de-açúcar de uma Usina do Oeste do Estado de São Paulo, com a finalidade de identificar quais compõem o modelo conceitual de decisão, bem como, descrever o processo de CCT, identificar as principais variáveis de decisão do processo de CCT e demonstrar os papéis de decisão no CCT da Usina pesquisada. Como metodologia, foi utilizada uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e objetivo exploratório na modalidade estudo de caso. Para coletar as informações pertinentes ao estudo de caso, foi utilizada uma entrevista semi-estruturada com o responsável pelo setor de Corte, Carregamento e Transporte (CCT) da Usina. Conclui-se que, a usina objeto de estudo, utiliza em grande parte das variáveis de decisão citadas no referencial teórico, e algumas dessas variáveis formam o modelo conceitual de decisão da Usina, que são, quantitativo da moagem da safra, setorização das frentes de colheita, potencial de colheita, capacidade de carregamento, potencial de transporte, dimensionamento e otimização do sistema bate-volta. Todas as variáveis encontradas na usina, contam com elevada participação da Alta e Média Gerências e participação moderada da Equipe Operacional nessas decisões.

Palavras-chave: Agroenergia. Sucroenergético. Variáveis de decisão. Corte, carregamento e transporte.

## **ABSTRACT**

The Sucroenergético sector plays an important role in meeting the demand for clean and renewable energy. In Brazil, the sector represents 15.7% of the Energy Matrix, 39.9% of the Renewable Energy Matrix and 26.8% of the Matrix of Vehicle Fuels. The main objective of this work is to study the main variables for the decision-making of the Sugarcane Cut, Loading and Transport (CCT) of a sugar mill in the west part of the state of São Paulo, in order to identify which ones make up The conceptual decision model, as well as, to describe the CCT process, to identify the main decision variables of the CCT process and to demonstrate the decision roles in the CCT of the studied plant. As a methodology, a research of an applied nature was used, with a qualitative and exploratory approach in the case study modality. In order to collect the pertinent information to the case study, a semi-structured interview was used with the responsible of the Cut, Loading and Transport (CCT) sector of the Plant. It is concluded that, the plant under study, uses a large part of the decision variables mentioned in the theoretical reference, and some of these variables form the conceptual decision model of the Plant, which are, quantitative of the milling of the crop, sectorization of the fronts of harvesting, harvesting potential, loading capacity, transport potential, sizing and optimization of the turnaround system. All the variables found in the plant have a high participation of the High and Medium-sized Management and moderate participation of the Operational Team in these decisions.

Keywords: Sugar-energy. Decision variables. Cutting, loading and transportation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Matriz de Combustíveis Veiculares (2009).....	20
Figura 2.2 - Processo Administrativo.....	21
Figura 2.3 - Níveis e características do planejamento nas organizações.....	22
Figura 2.4 - Níveis de decisões e níveis hierárquicos .....	24
Figura 2.5 - Terraço em lavoura de cana .....	30
Figura 2.6 - Carreador em lavoura de cana.....	30
Figura 2.7 - Colhedora em operação.....	31
Figura 2.8 - Trator-transbordo .....	38
Figura 2.9 - Colhedora e caminhão transbordo em operação .....	39
Figura 2.10 - Transferência de carga para o transporte de cana picada.....	39
Figura 2.11 - Sequenciamento de operações em frente de cana picada .....	39
Figura 2.12 - Composições usuais para o transporte de cana .....	43
Figura 2.13 - Treminhão de cana picada.....	43
Figura 2.14 - Rodotrem de cana picada .....	44
Figura 4.1 - Colhedora e conjunto trator/caixote em operação .....	54
Figura 4.2 - Conjunto trator/caixote cana picada em operação .....	55
Figura 4.3 - Empilhadeira .....	55
Figura 4.4 - Carregamento: Empilhadeira e caminhão transporte em operação ..	55
Figura 4.5 - Exemplo de tiro de colheita curto .....	61
Figura 4.6 - Tiro de colheita longo.....	61
Figura 4.7 - Pátio interno e externo da Usina.....	74
Figura 4.8 - Fluxograma Caminhão Escravo .....	75
Figura 4.9 - Fluxograma Transporte carregado chegando à Usina .....	76
Figura 4.10 - Exemplo Sistema ICOL (Planejamento de Colheita).....	78

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - As variáveis de decisão do CCT .....	26
Quadro 4.2 - Comparativo das variáveis de decisão do CCT identificadas na literatura com as verificadas na Usina.....	56
Quadro 4.3 - Descrição dos papéis de decisão dos níveis hierárquicos do planejamento com as variáveis de decisão do CCT da Usina.....	80
Quadro 4.4 - Relações da variável características dos talhões.....	88
Quadro 4.5 - Relações da variável estoque de cana no pátio .....	89
Quadro 4.6 - Relações da variável frentes de corte .....	89
Quadro 4.7 - Relações da variável potencial de colheita .....	90
Quadro 4.8 - Relações da variável produtividade do talhão.....	90
Quadro 4.9 - Relações da variável setorização das frentes de colheita .....	91
Quadro 4.10 - Relações da variável potencial de transporte.....	91
Quadro 4.11 - Relações da variável sistema bate-volta .....	92
Quadro 4.12 - Principais variáveis de decisão da Usina .....	92
Quadro 4.13 - Modelo conceitual de decisão da Usina .....	94

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

ATR	-	Açúcar Total Recuperável
CCT	-	Corte, Carregamento e Transporte
CONAB	-	Companhia Nacional de Abastecimento
CVC	-	Cavalo mecânico e carroceria
GNV	-	Gás Natural Veicular
MAPA	-	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
POL	-	Teor de sacarose
PUI	-	Período Útil de Industrialização

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 OBJETIVO GERAL.....	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
2. REVISÃO DE BIBLIOGRÁFICA .....	17
2.1 AGROENERGIA.....	17
2.1.1 Plano Nacional de Agroenergia .....	17
2.1.2 Matriz Energética Brasileira .....	18
2.2 SETOR SUCROENERGÉTICO.....	19
2.3 PLANEJAMENTO E TOMADA DE DECISÃO DO CORTE, CARREGAMENTO E TRANSPORTE (CCT) .....	20
2.3.1 Planejamento.....	20
2.3.2 Tomada de decisão .....	23
2.3.3 Variáveis de decisão do CCT .....	25
2.3.4 Caracterização das variáveis de decisão do CCT .....	29
3. DELINEAMENTO METODOLÓGICO .....	48
3.1 TIPOS DE PESQUISA .....	48
3.2 METODOLOGIA DO TRABALHO .....	50
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	53
4.1 CARACTERÍSTICAS PRÓPRIAS DA USINA .....	53
4.2 IDENTIFICAÇÃO E COMPARATIVO DAS VARIÁVEIS DE DECISÃO NA USINA COM A LITERATURA .....	55
4.2.1 Comparativo das variáveis de decisão do Corte.....	57
4.2.2 Variáveis de decisão do Carregamento.....	64
4.2.3 Variáveis de decisão do Transporte .....	67
4.3 PLANEJAMENTO E TOMADA DE DECISÃO DO CCT DA USINA .....	77

4.3.1 Planejamento.....	77
4.3.2 Processo decisório da Usina' .....	80
4.3.3 Relações entre as variáveis mencionadas pela Usina.....	87
4.3.4 Modelo conceitual de decisão utilizado pela Usina no processo de CCT .....	92
5. CONCLUSÕES.....	95
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	97
APÊNDICE: ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA.....	102

## 1. INTRODUÇÃO

O setor sucroenergético do Brasil vem se destacando na competitividade, crescimento e desenvolvimento de novas tecnologias.

Segundo a CONAB (2016), a produção brasileira de cana-de-açúcar, na safra 2015/2016, aumentou 4,9 % em relação à safra anterior, chegando a 665,5 milhões de toneladas. O aumento só não foi maior pela restrição hídrica dos estados do Norte e Nordeste do país. Já a Região Centro-Sul, apesar da diminuição da área plantada em 3,6 %, conseguiu um aumento de produção de 7,2%, ocorrido em decorrência do aumento de produtividade de 11,3%.

Isso demonstra o desenvolvimento tecnológico da produção do setor sucroenergético do país, que, a despeito de encontrar dificuldades em relação ao clima, consegue se manter competitiva.

A produção brasileira total de etanol consolidou-se em 28,7 bilhões de litros na safra 2014/2015 e em 30,5 bilhões de litros, para a safra 2015/2016, aumento de 1,8 bilhões de litros, ou 6,3%. Já a produção de açúcar atingiu 33,5 milhões de toneladas, 5,8% a menos que na safra 2014/2015 (CONAB, 2016).

A região Sudeste representa 63% da área total de cana-de-açúcar, sendo que, desse total, o estado de São Paulo detém 52% da área total de cana-de-açúcar do



país, seguido por Goiás com 10,2%, Minas Gerais com 10%, Mato Grosso do Sul com 6,9% e Paraná com 6%, sendo os cinco principais produtores do país. (CONAB, 2016)

O processo logístico da colheita da cana-de-açúcar utiliza, em sua totalidade, o modal rodoviário, que depende de uma estrutura de veículos diversificados para atender à demanda diária de matéria-prima para a indústria.

Segundo Carreira (2010, p. 18), a quantidade de equipamentos necessários é influenciada por fatores “como o clima, variedade de cana, distância do talhão, características técnicas do equipamento, “[...] além disso, o custo do corte e transporte pode atingir até 30% dos custos totais de produção da matéria-prima, donde, somente o transporte corresponde a 12%”.

Dentro dessa perspectiva de custos e da necessidade de atendimento de demanda diária da indústria, é importante entender como funciona o processo logístico da colheita da cana de açúcar e suas principais variáveis, utilizadas no processo de tomada de decisão do Corte, Carregamento e Transporte (CCT).

### **1.1 OBJETIVO GERAL**

Estudar as principais variáveis para tomada de decisão do Corte, Carregamento e Transporte (CCT) da cana-de-açúcar de uma Usina do Oeste do Estado de São Paulo, com a finalidade de identificar quais compõem o modelo conceitual de decisão.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Descrever o processo de CCT;
- Identificar as principais variáveis de decisão do processo de CCT;
- Demonstrar os papéis de decisão no CCT da Usina pesquisada;
- Identificar as variáveis que compõem o modelo conceitual de decisão.

## **2. REVISÃO DE BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 AGROENERGIA**

Agroenergia refere-se à energia vinda de fontes orgânicas de origem não fóssil, como lenha, gás natural, etanol e biodiesel, em que a biomassa produzida na fotossíntese é convertida em energia combustível (CÁNEPA, 2004 apud JANDREY et al., 2010, p. 83).

A agroenergia, apesar de perder em competitividade para as principais fontes não-renováveis, é uma fonte renovável de energia, é geradora de renda, emprego, entre outras características relevantes. Vem se destacando no cenário mundial. Devido sua importância estratégica, o Governo Federal brasileiro desenvolveu o Plano Nacional de Agroenergia.

#### ***2.1.1 Plano Nacional de Agroenergia***

O Governo Federal, por meio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Ciência e Tecnologia, Ministério de Minas e Energia e Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, desenvolveu o documento de Diretrizes de Política e Agroenergia. Esse documento teve, como pano de fundo, uma análise da realidade e das perspectivas da matriz energética mundial (BRASIL, 2006).

Em consonância com esse documento, o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) construiu o Plano Nacional de Agroenergia.

Para o desenvolvimento do Plano Nacional de Agroenergia, o MAPA considera que a Agroenergia é composta por quatro grandes grupos: etanol e cogeração<sup>1</sup> de energia; biodiesel de fontes lipídicas (animais e vegetais); biomassa florestal e resíduos; e dejetos agropecuários e da agroindústria.

Cada grupo obtém energia de diferentes formas:

- Etanol e cogeração: embora o Etanol possa ser obtido por diversas fontes, a cana-de-açúcar é que apresenta maior competitividade. E é o bagaço da cana que possibilita a co-geração nas usinas de açúcar e álcool;
- Biodiesel: pode ser obtido de óleos vegetais, de gorduras animais ou resíduos da agroindústria;
- Biomassa florestal e resíduos: das florestas energéticas obtêm-se formas de energia, como carvão, lenha, briquetes, finos (fragmentos de carvão com diâmetro pequeno), e licor negro;
- Dejetos agropecuários e da agroindústria: os resíduos e dejetos da produção agropecuária e da agroindústria, podem ser convertidos em diferentes formas secundárias de energia, como biogás, briquetes, biodiesel, dentre outros (BRASIL, 2006).

### **2.1.2 Matriz Energética Brasileira**

Diante da crescente demanda energética mundial, o cenário de progressiva redução das reservas de carbono fóssil e da crescente preocupação da sociedade, em relação aos efeitos nocivos ao clima oriundos da energia fóssil, faz o Governo brasileiro acreditar que, a agroenergia, além de compor grande parte da oferta futura de energia renovável, no Brasil, será capaz de promover aumento de investimentos, empregos, renda e desenvolvimento tecnológico, podendo o país se constituir, no maior provedor individual de energia renovável no mercado internacional de bioenergia (BRASIL, 2006).

---

<sup>1</sup> Cogeração: Produção de energia elétrica a partir da biomassa da cana-de-açúcar.

Prova disso é a representatividade das fontes energéticas renováveis na matriz energética brasileira, com 46% de participação do total, sendo que a média mundial da utilização desta energia é de 15%. Isso faz com que o Brasil se destaque o cenário mundial e o grande responsável por isso, é o setor da agroenergia, que representa mais da metade dessa fonte renovável (MAPA, 2009, p. 06 apud ABREU, 2009).

Segundo o Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2015) os produtos da cana (bagaço e etanol) responderam por 57% da biomassa e por 15,7% da matriz. A lenha por 29,3% da biomassa e por 8,1% da matriz, enquanto outras biomassas (lixívia, resíduos de madeira, resíduos da agroindústria e biodiesel), equivaleram a 13,7% da biomassa e 3,8% da matriz.

## 2.2 SETOR SUCROENERGÉTICO

Diante do aumento da demanda por energia limpa, e crescente oferta no Brasil desta energia, destacam-se os avanços tecnológicos no setor de Agroenergia, principalmente no setor Sucroenergético, que tem a cana-de-açúcar como principal matéria-prima e os subprodutos dela originados (palha da cana pós-colheita e bagaço da cana no processo de fabricação do etanol).

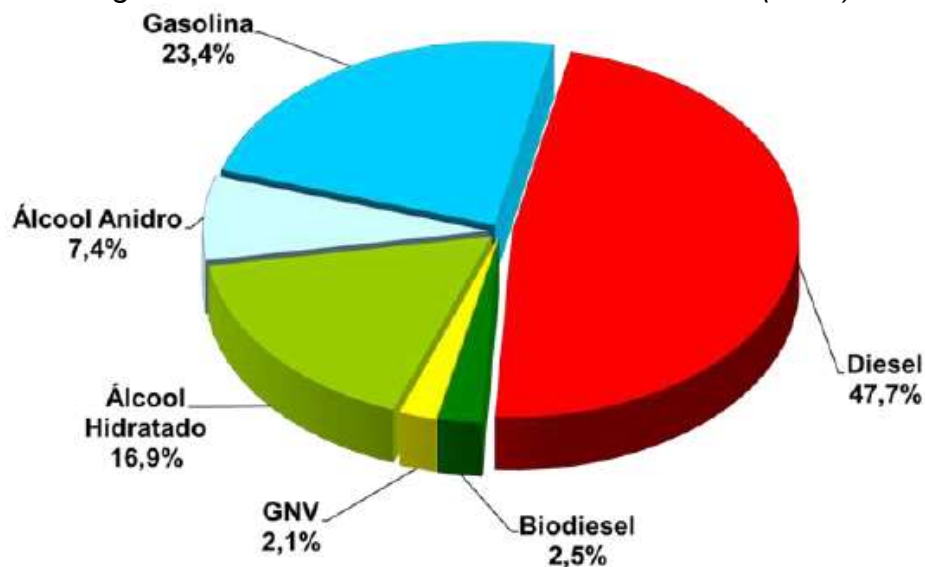
Para demonstrar a importância do setor sucroenergético na economia brasileira, Farina (2014) enfatiza os principais números do setor:

- 389 unidades produtoras no Brasil;
- 70.000: fornecedores de cana-de-açúcar;
- 1,09 milhão de postos de trabalho formais registrados em 2012;
- US\$ 35 bilhões de receita do setor na safra 2013/2014;
- US\$ 14 bilhões de divisas externas geradas em 2013;
- 15,7% da matriz energética nacional (2ª fonte, superada apenas pela hidroeletricidade);
- maior produtor e exportador mundial de açúcar (22% produção global e 45% das exportações);
- 2º produtor global de etanol (25% produção e 37% da exportação mundial).

A Figura 2.1 ilustra a participação de combustíveis nos veículos no Brasil, onde o etanol representa 24,3%, com produção maior que a gasolina e muito superior ao GNV e Biodiesel. O etanol começou a ter um papel de destaque nesse cenário a partir

da criação da tecnologia *flex*, em 2003, pois, até esse período, os veículos movidos apenas a etanol estavam sem competitividade, pelas altas de preço do etanol em relação à gasolina. Outro fator foi a utilização do etanol anidro na gasolina, chegando atualmente a 27,5 % de mistura.

Figura 2.1 - Matriz de Combustíveis Veiculares (2010)



Fonte - Brasil (2011)

### 2.3 PLANEJAMENTO E TOMADA DE DECISÃO DO CORTE, CARREGAMENTO E TRANSPORTE (CCT)

Dentro do processo de tomada de decisão no CCT da cana-de-açúcar, alguns aspectos devem ser considerados afim de garantir o sucesso deste processo. Dentre eles destacam-se: planejamento e sua abrangência; o conceito e tipos de tomadas de decisão; por fim, as variáveis de decisão de interferem no processo de CCT.

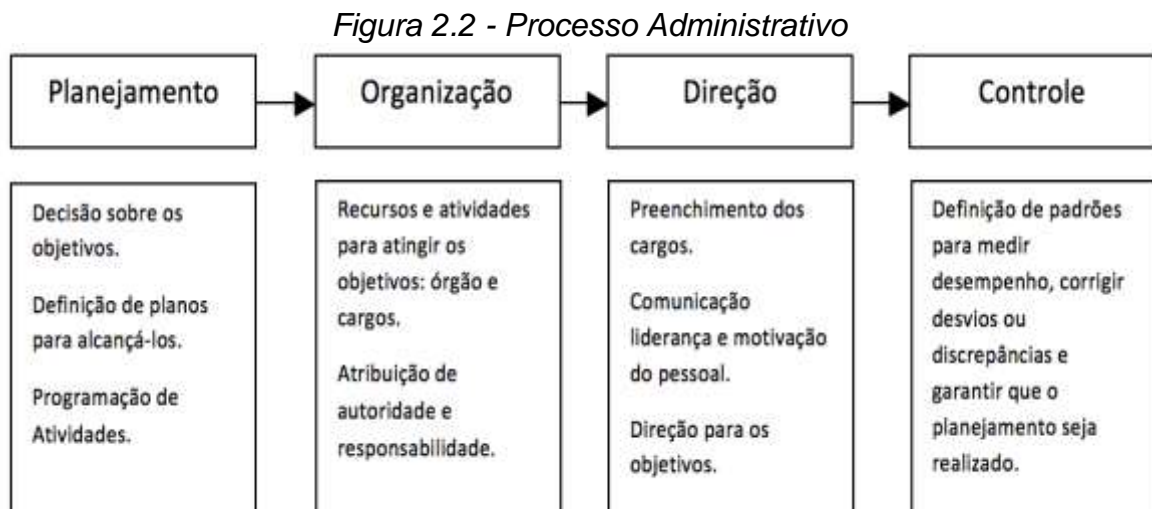
#### 2.3.1 Planejamento

“Planejamento pode ser visto como a determinação da direção a ser seguida para se alcançar um resultado desejado[...]. Ele engloba decisões, com bases em objetivos, em fatos e na estimativa do que ocorreria em cada alternativa” (LACOMBE; HEILBORN, 2008, p. 162).

Conforme Chiavenato (2000, p. 126) planejamento “[...] é a função administrativa que determina antecipadamente quais são os objetivos que devem ser atingidos e como se deve fazer para alcançá-los.” O planejamento, em conjunto com

outras três funções administrativas (Organização, Direção e Controle), forma o processo administrativo.

A Figura 2.2 ilustra os componentes do processo administrativo e suas respectivas funções.



*Fonte - Chiavenato (2000)*

Para que esse processo se desenvolva de maneira eficaz, é necessário que ocorra o ciclo administrativo, o qual é a interação ou a dinâmica entre as funções, iniciando-se pelo Planejamento, passando para a Organização, Direção e Controle, retornando novamente para o Planejamento.

### **Abrangência do planejamento**

A abrangência do planejamento engloba três níveis distintos: o planejamento estratégico, o tático e o operacional (BATEMAN; SNELL, 1998; CHIAVENATO, 2000; DAFT, 2010; LACOMBE; HEILBORN, 2008; TERENCE, 2002), como será demonstrado nos tópicos a seguir e na Figura 2.3.

- **Planejamento Estratégico**

É o planejamento mais amplo, reunindo as seguintes características:

- É projetado em longo prazo;
- Envolve a empresa em sua totalidade;
- É definido pela alta cúpula da empresa.

- **Planejamento Tático**

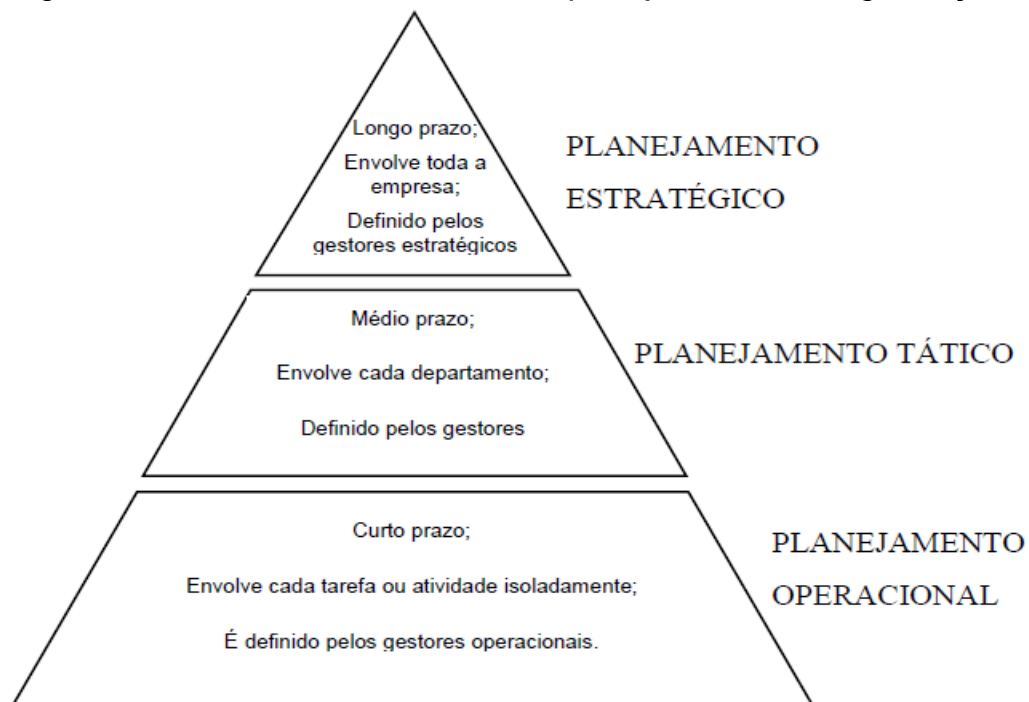
É o planejamento que abrange cada departamento ou unidade da empresa e suas características são:

- É projetado em médio prazo;
- Envolve cada departamento;
- É definido pelos gestores departamentais.
- Planejamento Operacional

Esse planejamento envolve cada tarefa; é dotado destas características:

- É projetado em curto prazo;
- Envolve cada tarefa ou atividade isoladamente;
- É definido pelos gestores operacionais.

*Figura 2.3 - Níveis e características do planejamento nas organizações*



Fonte - Adaptado de BATEMAN; SNELL, 1998; CHIAVENATO, 2000; DAFT, 2010; LACOMBE; HEILBORN, 2008; TERENCE, 2002.

Esses níveis de planejamento compõem uma hierarquia, não por importância, mas sim por sequência e detalhamento, ou seja, o planejamento tático deve se orientar pelo planejamento estratégico e o planejamento operacional deve se orientar pelo planejamento estratégico e tático, formando assim uma unidade.

### **2.3.2 Tomada de decisão**

Para Maximiano (1995), o planejamento compreende os fatores tempo e incerteza, bem como o fator decisório. Assim, seu conceito inclui o processo de definição dos objetivos organizacionais a serem alcançados e dos meios para atingi-los, mediante a interferência na realidade, com a intenção de passar de uma situação conhecida para uma situação desejada, dentro de um intervalo de tempo previamente definido, em que as decisões tomadas no momento atual afetarão o futuro da organização.

Lacombe e Heilborn (2008, p. 161) complementam, salientando que “[...] planejamento não se refere a decisões futuras, pois isso não existe; decisões são sempre tomadas no presente. Ele é executado no presente: seus resultados é que se projetam no futuro.”

Dentro desse conceito, entende-se que o processo de tomada de decisão é inerente ao planejamento, ou seja, sempre que se está planejando, se está decidindo, porém, o contrário não ocorre. Nem todas as decisões são originadas do planejamento. Isso vai depender dos tipos de decisões.

#### **Tipos de decisões**

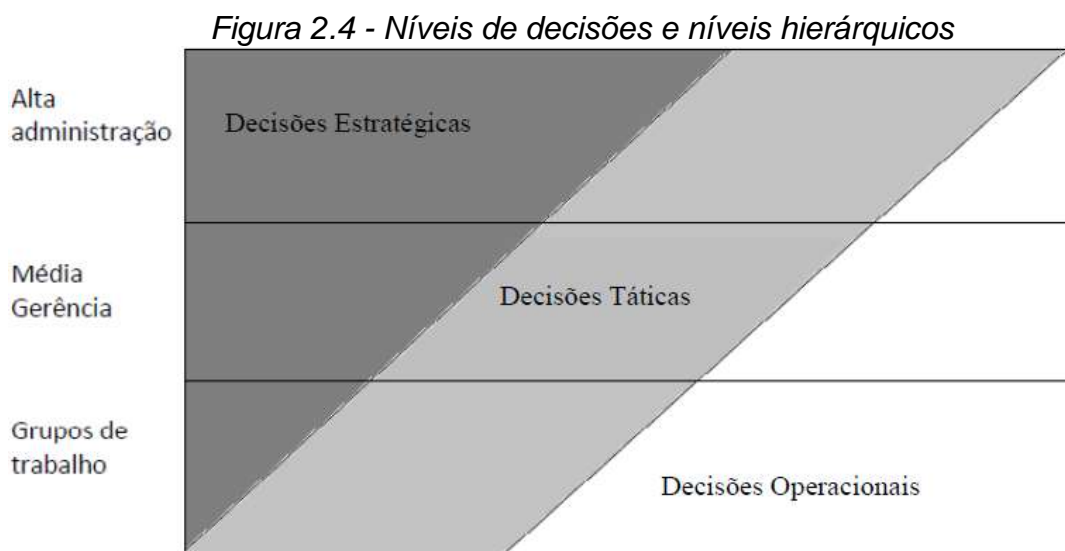
Segundo Maximiano (2000, p. 141), “[...] os problemas e as situações variam muito em termos de natureza, urgência, impacto sobre a organização e outros fatores. Por isso, as decisões podem ser classificadas de diferentes maneiras.”

- Decisões programadas e decisões não programadas
  - Decisões programadas: são decisões aplicadas a problemas recorrentes ou familiares, os quais acontecem todos os dias e exigem as mesmas decisões e soluções a cada ocorrência;
  - Decisões não programadas: são decisões aplicadas a problemas ou situações sem qualquer familiaridade ou experiência, ou que se apresentam de forma diferente a cada ocorrência (MAXIMIANO, 2000; LACOMBE; HEILBORN, 2008).
- Decisões estratégicas, táticas e operacionais



- Decisões estratégicas: são decisões tomadas no nível hierárquico mais elevado da gestão. Por mais que as decisões sejam de responsabilidade da alta gestão, as decisões podem conter informações e participação de funcionários de outros níveis hierárquicos. As decisões estratégicas têm por característica elevado grau de incerteza e, com muita frequência, são decisões não programadas.
- Decisões táticas: são decisões que se referem aos meios de colocar em prática as decisões estratégicas. Normalmente, são tomadas por gerentes intermediários, podendo-se recorrer a funcionário do nível operacional e até mesmo estratégico da organização.
- Decisões operacionais: as decisões operacionais resolvem problemas do dia a dia, muitos deles rotineiros. São decisões tomadas pelos grupos operacionais de trabalho (MAXIMIANO, 2000).

A Figura 2.4 procura resumir a relação entre os três níveis de decisão, os três níveis hierárquicos da organização e os três níveis de planejamento relacionados.



*Fonte – Adaptado de Maximiano (2000, p. 145)*

Quanto mais alto o nível hierárquico, maior o envolvimento nas decisões estratégicas e menor nas decisões operacionais e táticas. Da mesma forma, quanto mais baixo o nível hierárquico, maior o envolvimento nas decisões operacionais e menor nas decisões táticas e estratégicas. O que fica claro, é a participação no processo decisório, menor ou maior, dos níveis hierárquicos com respeito aos tipos de decisão.

- Decisões individuais e coletivas
  - Decisões individuais: as decisões individuais se dividem em unilaterais e consultivas. As decisões unilaterais são tomadas sem qualquer consulta a quem quer que seja. Normalmente, são decisões programadas, mas em outros casos são decisões para resolver conflito ou emergência.
  - Já as decisões consultivas, são tomadas por meio de consulta a outras pessoas, quando há falta de informações ou incerteza.
  - Decisões coletivas: são decisões que, de alguma forma, afetam vários integrantes da organização e exigem o envolvimento de várias pessoas para que a solução seja implementada com sucesso (MAXIMIANO, 2000).
- Decisões satisfatórias, maximizadas e otimizadas.

Essas decisões são classificadas pelo tipo de resultado que se espera dela:

- Decisões satisfatórias: são decisões aceitas pela primeira solução apresentada, pois atendem a certo objetivo ou critério. Essa espécie de decisão pode ser motivada por falta de tempo, informação, recursos diversos ou até mesmo preguiça, por parte do tomador de decisão, em procurar uma solução melhor;
- Decisões maximizadas: é o tipo de decisão que procura o melhor resultado possível, em critérios específicos, exigindo a identificação e análise criteriosa de todas as alternativas, as quais devem ser comparadas entre si.
- Decisões otimizadas: são decisões que buscam uma solução média, que atenda a um número maior de critérios e objetivos.

Tanto as decisões otimizadas quanto as decisões maximizadas são tomadas, com frequência, pela utilização de modelos matemáticos (MAXIMIANO, 2000).

### **2.3.3 Variáveis de decisão do CCT**

As variáveis de decisão do CCT (Corte, carregamento e transporte) e suas respectivas caracterizações, encontradas na literatura, são expostas na sequência, no *Quadro 2.1*.

Quadro 2.1 - As variáveis de decisão do CCT

CCT	AUTORES	TÍTULO	VARIÁVEIS DE DECISÃO	CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS
CORTE	RAMOS (2014)	Planejamento do plantio e da colheita de cana-de-açúcar utilizando técnicas matemáticas de utilização	Características dos talhões	Formato dos talhões; Traçado dos carregadores.
	SILVA (2006)	Desenvolvimento de um modelo de simulação para auxiliar o gerenciamento de sistemas de corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar.	Equipamentos de corte	Quantidade de tratores-transbordo por colhedora; Necessidade de equipamento reserva; etc.
			Estoque de cana no pátio	Quantidade de estoque de cana.
	SILVA (2006); SILVA; ALVES; COSTA (2011)	Desenvolvimento de um modelo de simulação para auxiliar o gerenciamento de sistemas de corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar; Planejamento de turnos de trabalho: uma abordagem no setor sucroalcooleiro com uso de simulação discreta.	Frentes de corte	Corte manual ou corte mecanizado; Capacidade de moagem da usina; Distribuição geográfica; Dimensão das fazendas.
	SILVA (2006)	Desenvolvimento de um modelo de simulação para auxiliar o gerenciamento de sistemas de corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar.	Paradas para refeição	Utilização ou não de operadores adicionais.
	JUNQUEIRA (2014)	Programação das frentes de colheita de cana-de-açúcar: uma modelagem visando o equilíbrio das capacidades de colheita e transporte.	Potencial de colheita	Produtividade da cana; Espaçamento, em metros; Tamanho do tiro de colheita, em metros; Velocidade de operação, km por hora; Tempo de manobra, em minutos.
	BASTOS (2009)	Modelos de simulação para análise e apoio à decisão nos processos de corte mecanizado, carregamento e	Produtividade do talhão	Idade do talhão; Diâmetro dos colmos; Altura da planta; Número de colmos; Espaçamento entre linhas.

		transporte no agronegócio da cana-de-açúcar.		
	JUNQUEIRA (2014)	Programação das frentes de colheita de cana-de-açúcar: uma modelagem visando o equilíbrio das capacidades de colheita e transporte.	Setorização das frentes de colheita	Flutuações na capacidade de processamento da indústria; Comportamento da entrega de fornecedores; Liberação de áreas de vinhaça; Áreas com risco de incêndio; Áreas com risco de inundação; Áreas com solos com baixa capacidade de retenção de água; Trafegabilidade das estradas.
	SILVA (2006)	Desenvolvimento de um modelo de simulação para auxiliar o gerenciamento de sistemas de corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar.	Turnos de trabalho e troca de turnos	3 turnos de 8 horas e dois turnos de 2 horas.
CARREGAMENTO	SILVA (2006)	Desenvolvimento de um modelo de simulação para auxiliar o gerenciamento de sistemas de corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar.	Equipamentos de carregamento	Quantidade de tratores-transbordo por colhedora; Necessidade de equipamento reserva.
			Estoque de cana no pátio	Quantidade de estoque de cana.
			Paradas para refeição	Utilização ou não de operadores adicionais.
			Turnos de trabalho e troca de turnos	3 turnos de 8 horas e dois turnos de 2 horas.
TRANSPORTE	JUNQUEIRA (2014)	Programação das frentes de colheita de cana-de-açúcar: uma modelagem visando o equilíbrio das capacidades de colheita e transporte.	Desempenho dos veículos nos percursos de ida e volta.	Condições do sistema viário; Organização dos percursos vazio e carregados; Nível de destreza e comprometimento do motorista.
	CARREIRA (2010)	Desempenho operacional, econômico e energético do transporte de cana-de-açúcar: um estudo de caso.	Desempenho econômico	Valor inicial dos equipamentos de transporte; Valor final dos equipamentos de transporte; Vida útil: Km/h; Taxas: Juros, licenças, seguro, alojamento; Vida útil: pneus/recapagem; Preço combustível; Fator reparo/manutenção CVC (Composição veicular de transporte).
			Desempenho operacional	Velocidade da estrada; Distância usina-talhão; Tempo carregamento-descarga; Consumo combustível por carga; Carga líquida transportada;

				Características técnicas da CVC (composição veicular de transporte); Jornada de trabalho; Eficiência administrativa; Dias de safra.
SILVA (2006)	Desenvolvimento de um modelo de simulação para auxiliar o gerenciamento de sistemas de corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar.	Equipamentos de transporte reserva		Necessidade de equipamento (caminhão plataforma e reboque) reserva;
		Equipamentos de transporte: composição de transporte e tipo da carroceria utilizada		Necessidade de potência do motor do caminhão; Capacidade de carga por viagem; Velocidade de deslocamento (vazio ou carregado); Tipo de carregamento no campo; Tipo de descarga na usina.
		Estoque de cana no pátio		Quantidade de estoque de cana.
		Horários de restrição		Tamanho das composições
		Paradas para refeição		Utilização ou não de operadores adicionais.
JUNQUEIRA (2014)	Programação das frentes de colheita de cana-de-açúcar: uma modelagem visando o equilíbrio das capacidades de colheita e transporte.	Potencial de transporte		Tempo de ciclo; Densidade de carga; Número de cargas;
KABBACH (2010)	Comparativo econômico do corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar com e sem palha pelo sistema de colheita mecanizada.	Sistema "bate-volta"		Disponibilidade de carretas adicionais no pátio da usina; Disponibilidade de carretas adicionais na frente de colheita no campo.
CARREIRA (2010)	Desempenho operacional, econômico e energético do transporte de cana-de-açúcar: um estudo de caso.	Tempo de ciclo de transporte		Utilização ou não do sistema 'bate-volta' no campo; Utilização ou não do sistema 'bate-volta' no pátio da usina.
IANNONI; MORABITO NETO (2002)	Análise do sistema de recepção de cana-de-açúcar: um estudo de caso utilizando simulação discreta.	Tempo de espera do caminhão no pátio da usina.		Filas no pátio; Tipo de carreta (capacidade de carga).
SILVA (2006)	Desenvolvimento de um modelo de simulação para auxiliar o gerenciamento de sistemas de corte,	Turnos de trabalho e troca de turnos		3 turnos de 8 horas e dois turnos de 2 horas.

		carregamento e transporte de cana-de-açúcar.		
--	--	--	--	--

Fonte – Autor

### 2.3.4 Caracterização das variáveis de decisão do CCT

Cada etapa do CCT é composta por variáveis que podem ser utilizadas na tomada de decisão. Para compreender a importância de cada uma no processo de decisão é relevante a caracterização destas variáveis.

#### CORTE

As variáveis de decisão relacionadas a etapa de corte do processo de CCT são, características dos talhões, equipamentos de corte, estoque de cana no pátio, frentes de corte, paradas para refeição, potencial de colheita, produtividade do talhão, setorização das frentes de colheita e turnos de trabalho e troca de turnos. Cada uma delas será descrita a seguir:

- Características dos talhões<sup>2</sup>

Os talhões mais recomendados são os de forma retangular e de maior comprimento possível, para expressar toda a eficiência da colhedora e carregadores<sup>3</sup> locados de forma estratégica para não ter curvas mortas e evitar manobras excessivas e conseqüentemente a perda de tempo (PEREIRA; TORREZAN, 2006 apud RAMOS, 2014).

O comprimento de sulco<sup>4</sup> dos talhões, deverá ter em torno de 500 a 700m. A largura deverá ser de 150 a 400m, dependendo da declividade, pois cada terraço<sup>5</sup> (Figura 2.5) deve ter um carregador (Figura 2.6). Deve-se racionalizar os carregadores, sendo que a área utilizada para o sistema viário deve ficar entre 2,5 a 4,0%. Recomenda-se fazer carregadores secundários com largura de 5,0m, pois o transbordo tem 3,7m de largura e carregadores principais iguais a 7m ou 8m. O planejamento antecipado das estradas é importante para definir a malha viária e,

<sup>2</sup> Talhões: divisões de áreas plantadas de cana.

<sup>3</sup> Carregadores: estradas secundárias para o deslocamento das máquinas entre os talhões.

<sup>4</sup> Sulco: vala feita por implemento agrícola para plantio de mudas ou sementes.

<sup>5</sup> Terraço: degraus construídos paralelamente às curvas de nível, que possibilitam um aproveitamento cultural do terreno que não era possível devido a um declive acentuado

conseqüentemente, o formato de talhões e posição de sulcação (BENEDINI; CONDE, 2008).

*Figura 2.5 - Terraço em lavoura de cana*



*Fonte – Embrapa (2017)*

*Figura 2.6 - Carreador em lavoura de cana*



*Fonte - Scarpinella (2013)*

Deve-se escolher uma área sem a presença de árvores, cercas, tocos e pedras, que venha a impedir o deslocamento das máquinas. Em geral, os talhões de cana-de-açúcar são subdivididos quanto à topografia e homogeneidade do solo e apresentam, em média, entre 10 e 20 hectares (ROSSETTO; SANTIAGO, 2012 apud RAMOS, 2014).

Deve-se escolher uma área sem a presença de árvores, cercas, tocos e pedras, que venha a impedir o deslocamento das máquinas. Em geral, os talhões de cana-de-açúcar são subdivididos quanto à topografia e homogeneidade do solo e apresentam, em média, entre 10 e 20 hectares (ROSSETTO; SANTIAGO, 2012 apud RAMOS, 2014).

Com a sistematização dos talhões, é possível aumentar o rendimento operacional da colheita mecanizada em até 40%. Uma colhedora colhe de 500 a 550 toneladas por dia, em média. Algumas usinas paulistas colhem de 800 a 850 toneladas por dia/máquina; na verdade, com a sistematização dos talhões, pode-se chegar a mil toneladas de cana-de-açúcar por dia/máquina, contudo, para se obter esse rendimento operacional, é preciso dispor de talhões com menor número possível de linhas curtas e bicos; o primeiro passo é conhecer bem a área a ser sistematizada e substituir os terraços por outro tipo que controle a erosão, como os terraços embutidos, o mais vertical possível e em nível (AIRES, 2008 apud RAMOS, 2014).

- Equipamentos de corte

A diferença vai depender do sistema de colheita, manual (cana inteira) ou mecanizado (cana picada). É muito importante que haja uma interação entre o tempo produtivo, a capacidade dos veículos, equipamentos de corte e carregamento (tratores, carregadoras e colhedoras) e operadores (SILVA, 2006).

Segundo Mello apud Ruiz, 2016, p. 44, “ uma colhedora (Figura 2.7) tem eficiência operacional muito baixa, cerca de 56% apenas, ou seja, em 44% do tempo ela fica parada devido a fatores como mudança de local, troca de turno, abastecimento e manutenção”. E que o tempo que mais consome esta eficiência é a espera pelo transbordo. Por isso, segundo o autor, aumentando a capacidade do transbordo, o número de paradas para ajustar o transbordo com a colhedora diminui, aumentando a eficiência operacional de ambos os equipamentos.

*Figura 2.7 - Colhedora em operação*



*Fonte – Silva (2006)*

- Estoque de cana no pátio:



O estoque de cana no pátio da usina tem por objetivo estabelecer a continuidade do funcionamento da moenda, no caso de descontinuidade de entrega. O estoque pode ser alocado no pátio ou deixado sobre rodas. A cana picada fica sobre rodas, a fim de facilitar seu manuseio. Esse estoque deve ser diário, pois, quanto mais tempo passar em estoque, a cana perde qualidade (SILVA, 2006).

- Frentes de corte:

Como a cana-de-açúcar é plantada em pontos distintos, é necessário o deslocamento de equipes autônomas e com equipamentos diferentes, mesmo porque o corte pode ser manual ou mecanizado. O número de frentes de corte depende da moagem da usina, entrega de cana pelos fornecedores, do tamanho das fazendas, da distância e da distribuição geográfica do ponto de colheita.

Muitas usinas dependem da entrega de cana por fornecedores, e os mesmos concentram o corte nos meses de julho e agosto, pela máxima concentração de sacarose da cana, nesse período, para maximização de sua remuneração, diminuindo a entrega de cana na usina no início e no final da safra. Diante dessa problemática, as usinas adotam algumas estratégias, tais como: redução do ritmo da moagem, envio das frentes de corte nos talhões mais próximos da usina, aluguel de caminhões e máquinas adicionais para esse período, etc.

Junqueira (2014, p. 2) ressalta que “[...] as frentes de colheita é uma equipe de trabalho que opera equipamentos produtivos, como colhedora de cana e trator ou caminhão de transbordo, e que pode ter estruturas de abastecimento, manutenção e socorro (bombeiros).”

- Paradas para refeição:

Por conta dos turnos de trabalho, é necessária a parada para a alimentação dos operadores. Em algumas usinas, são alocados operadores adicionais para a continuidade dos trabalhos (SILVA, 2006).

Essa variável é considerada também no sistema de carregamento e transporte, pois todos os trabalhadores devem ter no mínimo 1 hora de refeição segundo a legislação.

- Potencial de colheita:

Essa variável disponibiliza o potencial de colheita que as frentes de corte têm para alimentar a usina, em um dia específico. Esse potencial é calculado de acordo com algumas características que serão mencionadas adiante, quanto às frentes de corte estabelecidas para um determinado dia de colheita.

- Produtividade da cana (toneladas por hectare): quantidade estimada de cana por espaço de área, calculada por uma equipe técnica da usina ou até mesmo pelo histórico da área, levando-se em consideração o ambiente de produção, variedade e estágio de corte da cana. A produtividade dos talhões depende do ano de corte da cana. Na cana de primeiro ano, o tempo necessário para encher um transbordo é menor, visto que a produtividade é maior, chegando a 130 toneladas de cana por hectare. Já nos talhões de mais corte, a produtividade pode chegar a 40 toneladas por hectare, necessitando de mais tempo de corte para alcançar o mesmo rendimento de colheita (BASTOS, 2009).
- Espaçamento (em metros): a distância entre as linhas da cana. É uma característica do desenho do talhão e pode variar em função do solo, relevo etc.;
- Tamanho do tiro de colheita (em metros): é a distância em que a colhedora trabalha na linha de colheita, sem manobra. O tamanho do tiro depende do desenho do talhão, influenciado pelo relevo, carregadores (estradas secundárias para o deslocamento das máquinas), curvas de nível e outras movimentações agrícolas;
- Velocidade de operação (em quilômetros por hora): é a velocidade que a colhedora trabalha na linha de corte. Essa variável depende da experiência/destreza do operador, do tipo de terreno, da produtividade da área e do projeto do talhão;
- Tempo de manobra (em minutos): representa o tempo que a colhedora demanda para, no término da linha, manobrar, alinhar a próxima linha de colheita, aguardar a manobra e alinhamento do veículo de transbordo, prosseguindo, assim, no processo de colheita. Essa manobra depende das habilidades dos operadores, das características do talhão e do dimensionamento dos carregadores (JUNQUEIRA, 2014).

- Produtividade do talhão:

Para Bastos (2009), a produtividade do talhão pode ser estimada a partir de duas metodologias. A primeira, mais usada pelas usinas, consiste no levantamento visual do talhão por um funcionário experiente, avaliando o histórico do talhão, tempo restante para o corte, entre outras variáveis, sempre sendo realizado entre os meses de fevereiro e março.

A outra metodologia corresponde a uma técnica de biometria, alimentando um modelo matemático, com as seguintes características do talhão: idade do talhão, diâmetro dos colmos, altura da planta, número de colmos, espaçamento entre linhas e um fator de correção.

A estimativa de produtividade do talhão é disponibilizada ao CCT, subsidiando a tomada de decisão do processo.

- Setorização das frentes de colheita:

A setorização das frentes de colheita é caracterizada segundo os itens listados a seguir e seus respectivos autores referenciados.

- Flutuações na capacidade de processamento da indústria: o processamento de cana na indústria sofre influência direta da demanda por seus produtos diversos: álcool, açúcar e energia. “Cada um dos possíveis processos produz um *mix* de produtos finais de acordo com a qualidade da matéria-prima e gargalos de processo.” (PAIVA; MORABITO, 2009, 2011, 2013 apud JUNQUEIRA, 2014, p. 29). Ou seja, de acordo com a qualidade da matéria-prima (teor de sacarose, percentual de fibra e eficiência da extração), a capacidade de processamento pode sofrer alteração.
- Comportamento da entrega de fornecedores: como mencionado na variável “Frentes de corte”, a entrega de cana pelos fornecedores se concentra nos meses de julho e agosto, meses em que o nível de açúcares da cana se encontra mais elevado, alavancando assim a rentabilidade dos fornecedores. As usinas buscam estratégias para minimizar essas ações, como cotas – diária, semanal ou mensal – para seus fornecedores. O CONSECANA (Conselho de Produtores de cana-de-açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo), órgão que regulamenta a oferta de pagamento da matéria-prima em vários

Estados do Brasil, propõe um pagamento por teor de açúcares relativo ao período. A usina, conforme a entrega de matéria-prima pelos fornecedores, sendo alta ou baixa, deve alocar suas frentes de colheita conforme a entrega pelos fornecedores: se for alta, deve sequenciar suas frentes de corte em áreas com menor potencial de produção; em caso de baixa oferta pelos fornecedores, deve sequenciar suas frentes de corte em áreas com maior potencial de produção (JUNQUEIRA, 2014).

De acordo com a CONAB (2012) e Bastos e Moraes (2014), a participação dos fornecedores na produção de cana-de-açúcar entregue as usinas no Estado de São Paulo é de aproximadamente 40%, um número superior em relação à média brasileira, que, segundo a CONAB (2012), se aproxima de 36%.

- Liberação de áreas de vinhaça: a vinhaça é um subproduto direto da fabricação de álcool – para cada litro de álcool, são produzidos aproximadamente 13 litros de vinhaça, sendo que sua composição depende do processo industrial e das características da matéria-prima, podendo resultar numa vinhaça com diferentes níveis de concentração.

A vinhaça, além de obter um potencial hídrico, é também rica em nutrientes, como carbono orgânico e potássio, de modo que é aplicada pelas usinas por meio de fertirrigação nos canaviais, para aumento de produtividade agrícola. Sua aplicação é realizada nos períodos pré-emergente e emergente. Os benefícios são limitados aos níveis máximos de concentração de nutrientes, podendo contaminar o solo, em caso de excesso. Deve haver uma sincronia na aplicação da vinhaça com o ritmo de produção da vinhaça pela indústria, para uma aplicação eficiente. A variável de decisão está na previsão da colheita gradual onde a vinhaça possa ser empregada (JUNQUEIRA, 2014).

- Áreas com risco de incêndio: os incêndios acidentais devem ser temidos pela equipe agrícola por diversos fatores, como: dano ambiental; antecipação da colheita em canavial novo; tempo de deslocamento das frentes de corte para a área do incêndio, levando à perda de qualidade da cana; a perda do canavial e a ruptura da logística de colheita, afetando todo planejamento, inclusive com a indústria.

As estratégias adotadas visam a acelerar o corte nas áreas de risco de incêndio, no período chuvoso, para que o combustível do fogo, no período seco, seja reduzido. Nas áreas de grande concentração de cana, são feitas

barreiras contra o fogo, colhendo-se faixas de cana para formar corredores de isolamento com menor quantidade de matéria seca.

As áreas de risco são regiões próximas às estradas de grande movimentação, de cidades, dentre outras (JUNQUEIRA, 2014).

- Áreas com risco de inundação: o corte nessas áreas deve seguir o sentido oposto ao efetuado nas áreas de risco de incêndio, esperando-se passar o período chuvoso para o corte, com a finalidade de evitar a compactação do solo, danificação do canal, dos equipamentos e do rendimento de colheita (JUNQUEIRA, 2014).
- Áreas com solos com baixa capacidade de retenção de água: nas áreas com composição de solo mais arenoso e, conseqüentemente, com baixa capacidade de retenção de água, “[...] é desejável que a cana seja colhida no período mais chuvoso, em que a umidade residual do solo seja suficiente para suprir as necessidades fisiológicas da planta até a sua emergência, período mais crítico ao seu desenvolvimento.” (JUNQUEIRA, 2014, p. 31).
- Trafegabilidade das estradas: essa variável dependerá muito das condições das estradas, principalmente as não pavimentadas. Nessas estradas com grande possibilidade de restrição do tráfego por conta da chuva, o corte deverá ser feito em períodos secos, deixando-se as áreas em melhores condições de tráfego para o período chuvoso (JUNQUEIRA, 2014).
- Turnos de trabalho e troca de turnos:

Como os equipamentos utilizados são de alto investimento, devem ser explorados ao máximo, por isso, as usinas usam dois ou três turnos de 10 horas e 8 horas, respectivamente, por turno.

No sistema de três turnos (8 horas por turno), o equipamento é aproveitado durante 24 horas por dia, todavia, necessita de operadores adicionais para mais um turno, havendo igualmente a necessidade de gerenciar um turno adicional, em comparação ao sistema de dois turnos.

Já no sistema de dois turnos, a jornada é de 10 horas (oito horas trabalhadas mais duas horas-extras). Como a usina trabalha 24 horas por dia, haverá a necessidade de emprego de cana armazenada, no período em que houver a interrupção na entrega de cana.

Esta variável é considerada também no sistema de carregamento e transporte, entretanto, cada sistema tem suas características e restrições, sendo influenciados de formas diferentes.

## **CARREGAMENTO**

As variáveis de decisão relacionadas a etapa de carregamento do processo de CCT são, equipamentos de carregamento, estoque de cana no pátio, paradas para refeição, e turnos de trabalho e troca de turnos. Cada uma delas será descrita a seguir:

- Equipamentos de carregamento:

A diferença vai depender do sistema de colheita, manual (cana inteira) ou mecanizado (cana picada). É muito importante que haja uma interação entre o tempo produtivo, a capacidade dos veículos, os equipamentos de corte e o carregamento (tratores, carregadoras e colhedoras) e os operadores. “Nas frentes de cana picada com transbordos, a razão entre tratores-transbordo (Figura 2.8) e colhedoras varia de 1,5 a 2, ou seja, supondo-se uma frente com 4 colhedoras, a quantidade de tratores-transbordo varia de 6 a 8 unidades” (SILVA, 2016, p. 44).

De acordo com Mello (apud RUIZ, 2016, p. 44), “[...] uma colhedora tem eficiência operacional muito baixa, cerca de 56% apenas, ou seja, em 44% do tempo ela fica parada devido a fatores como mudança de local, troca de turno, abastecimento e manutenção”; além disso, o tempo que mais consome essa eficiência é a espera pelo transbordo. Por isso, segundo o autor, aumentando a capacidade do transbordo, o número de paradas para ajustar o transbordo com a colhedora diminui, incrementando a eficiência operacional de ambos os equipamentos.

*Figura 2.8 - Trator-transbordo<sup>6</sup>*



*Fonte – Silva (2006)*

O transbordo tradicional tem capacidade para 10 toneladas. Ruiz (2016) menciona uma experiência na Usina Cerradão, localizada no município mineiro de Frutal, onde a usina adquiriu um transbordo com capacidade para 21 toneladas, o dobro do tradicional. No teste, por usar apenas um transbordo de alta capacidade, em detrimento do conjunto tradicional com um trator-reboque e dois transbordos com média capacidade, o tempo de cada transbordamento caiu em 50 segundos, um ganho de 7%. Michel Fernandes, gerente de produção agrícola da unidade citada, comenta que, “[...] se no final de cada dia esse tempo resulta em uma diferença monstruosa em retorno para o CCT, imagine no final de uma safra”. Outros ganhos operacionais na utilização do transbordo de alta capacidade são: redução do consumo de diesel por tonelada de cana transportada e diminuição da mão-de-obra por tonelada transportada (RUIZ, 2016)

Uma estratégia adotada pelas usinas é deixar equipamentos reserva sem operador (caminhões, colhedoras, tratores-reboque, carregadoras e tratores transbordo) em caso de quebra de uns dos equipamentos (SILVA, 2006).

É apresentado a sequência da operação na frente de colheita (Figura 2.9, Figura 2.10 e Figura 2.11). O trator-transbordo (geralmente são usados dois transbordos por trator) é alinhado ao lado da colhedora para receber a cana que está sendo picada. Ao completar a carga, o trator-transbordo se desloca para o pátio de carregamento e transborda a carga com cana picada para o caminhão, e o mesmo,

---

<sup>6</sup> Trator-transbordo: conjunto trator agrícola mais transbordo de cana.

se desloca para o descarregamento da carga na Usina, retornando novamente à frente de colheita, para novo carregamento.

*Figura 2.9 - Colhedora e caminhão transbordo em operação*



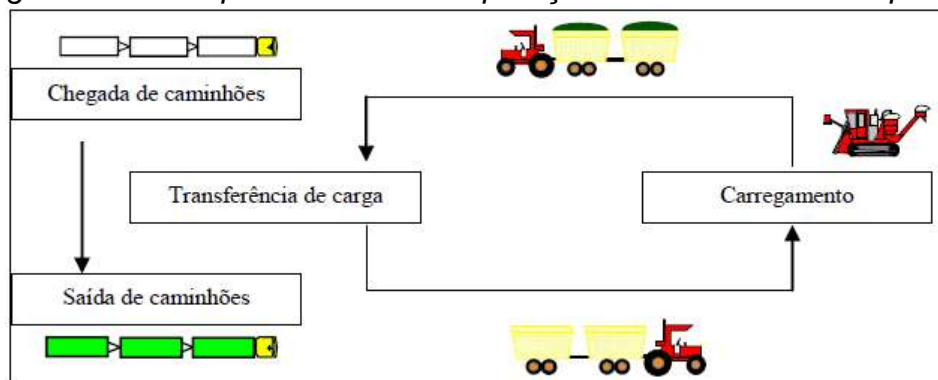
*Fonte - Silva (2006)*

*Figura 2.10 - Transferência de carga para o transporte de cana picada*



*Fonte - Silva (2006)*

*Figura 2.11 - Sequenciamento de operações em frente de cana picada*



*Fonte - (SILVA, 2006)*

- Estoque de cana no pátio:

O estoque de cana no pátio da usina tem por objetivo, estabelecer a continuidade do funcionamento da moenda no caso de descontinuidade de entrega.



O estoque pode ser alocado no pátio ou deixado sobre rodas. A cana picada fica sobre rodas para facilitar seu manuseio. Este estoque deve ser diário, pois, quanto mais tempo passar em estoque, a cana perde qualidade. (SILVA, 2006).

Esta variável é considerada também no sistema de corte e transporte, porém cada sistema tem suas características e restrições, sendo influenciados de formas diferentes.

- Paradas para refeição:

Por conta dos turnos de trabalho, é necessária a parada para alimentação dos operadores. Em algumas usinas são alocados operadores adicionais para a continuidade dos trabalhos. (SILVA, 2006).

Essa variável é considerada também no sistema de corte e transporte.

- Turnos de trabalho e troca de turnos:

Como os equipamentos utilizados são de alto investimento, devem ser usados ao máximo, por isso, as usinas empregam dois ou três turnos de 10 horas e 8 horas, respectivamente, por turno.

No sistema de três turnos (8 horas por turno), o equipamento é aproveitado durante 24 horas por dia, porém, necessita de operadores adicionais para mais um turno, havendo igualmente a necessidade de gerenciar um turno adicional em comparação ao sistema de dois turnos.

Já no sistema de dois turnos, a jornada é de 10 horas (oito horas trabalhadas mais duas horas extras). Como a usina trabalha 24 horas por dia, haverá a necessidade de utilização de cana armazenada no período em que houver a interrupção na entrega de cana.

Essa variável é considerada também no sistema de corte e transporte, porém cada sistema tem suas características e restrições, sendo influenciados de formas diferentes.

## **TRANSPORTE**

As variáveis de decisão relacionadas a etapa de transporte do processo de CCT são, desempenho dos veículos nos percursos de ida e volta, desempenho

econômico, desempenho operacional, equipamentos de transporte reserva, equipamentos de transporte: composição de transporte e tipo da carroceria utilizada, estoque de cana no pátio, horários de restrição, paradas para refeição, potencial de transporte, sistema bate-volta, tempo de ciclo de transporte, tempo de espera do caminhão no pátio da usina e turnos de trabalho e troca de turnos. Cada uma delas será descrita a seguir:

- Desempenho dos veículos nos percursos de ida e volta:

Segundo Junqueira (2014), o desempenho dos veículos nos percursos de ida e volta, depende de alguns fatores, como:

- Condições do sistema viário: esse fator resulta das condições de conservação das estradas, do relevo que impactam a velocidade, de conservação da frota, de fluxo do tráfego e de trevos de acesso às fazendas;
  - Organização dos percursos vazios e carregados: evitar, pelos controladores de tráfego, o cruzamento de veículos em pistas estreitas, adotando sinalização adequada para evitar acidentes, e que o motorista não se perca no caminho;
  - Nível de destreza e comprometimento do motorista.
- Desempenho econômico:

Segundo Carreira (2010) o desempenho econômico envolve o cálculo dos custos diretos, fixos e variáveis. Os custos diretos são aqueles associados à posse e ao uso e divididos em fixos e variáveis. Os custos fixos independem da utilização da composição e englobam: depreciação (valor inicial dos equipamentos de transporte; valor final dos equipamentos de transporte; vida útil.), seguro, alojamento, taxas: juros, licenças. Os custos variáveis dependem do uso e compreendem os gastos com combustível, reparos, manutenção e pneus.

- Desempenho operacional:

Velocidade da estrada; distância usina-talhão; tempo carregamento-descarga; consumo combustível por carga; carga líquida transportada; características técnicas da CVC (composição veicular de transporte); jornada de trabalho; eficiência administrativa; dias de safra.

Conforme Junqueira (2014), o desempenho dos veículos de transporte, depende principalmente dos seguintes fatores:

- Condições do sistema viário, como o tipo de estrada (terra ou asfalto), a conservação da estrada, a espécie de relevo que impacta na velocidade dos veículos e na conservação da frota, o fluxo de tráfego e de trevo de acesso às fazendas, os quais causam tempo de espera para passagem de veículos;
- Gerenciamento dos percursos vazios e carregados, para evitar cruzamento de veículos em estradas estreitas, e sinalização para os motoristas não se perderem;
- Nível de destreza e comprometimento do motorista.

A responsabilidade desses motoristas é muito grande, pois, além de entregar a cana na usina no menor tempo possível, precisam cuidar da conservação do veículo nas estradas, serem cuidadosos com a direção, porque o veículo, quando carregado, fica lento, podendo provocar acidentes nos cruzamentos, fato este recorrente.

- Equipamentos de transporte reserva:

Para Silva (2006), caso o dimensionamento do transporte não esteja adequado, poderão ocorrer problemas de abastecimento de cana na usina. Ainda em relação à infraestrutura de transporte, é possível utilizar carretas e semi-reboques<sup>7</sup> reservas em sistema de bate e volta para agilizar as operações no campo e/ou na usina.

- Equipamentos de transporte – composição de transporte e tipo da carroceria utilizada’:

Silva (2006) salienta que a composição, o transporte e o tipo de carroceria usada dependem destes fatores: a necessidade de potência do motor do caminhão, a capacidade de carga por viagem, a velocidade de deslocamento (vazio ou carregado), o tipo de carregamento no campo e a forma de descarga na usina. As composições de transporte mais adotadas pelas usinas são apresentadas na Figura 2.12.

---

<sup>7</sup> Semi-reboque: Veículo de carga independente e sem meio próprio de tração. Porém, sua tração deve ser realizada por caminhão ou trator e, normalmente, possui de 1 a 3 eixos.

*Figura 2.12 - Composições usuais para o transporte de cana*

Descrição	Esquema	Nome popular
Caminhão plataforma		“Truck”
Caminhão plataforma com um reboque acoplado		“Romeu e Julieta”
Caminhão plataforma com dois reboques acoplados		“Treminhão”
Cavalo mecânico com dois semi-reboques acoplados		“Rodotrem”

*Fonte - Silva (2006)*

O caminhão rodotrem (Figura 2.14) transporta em média 65 toneladas de cana picada, o caminhão do tipo treminhão (Figura 2.13), compostos de cavalo mecânico<sup>8</sup> e três carretas acopladas, carregam em média 45 toneladas de cana picada por viagem, enquanto o caminhão denominado “romeu e julieta” carrega em média 25 toneladas por viagem (IANNONI; MORABITO NETO, 2002).

*Figura 2.13 - Treminhão de cana picada*



*Fonte - Silva (2006)*

<sup>8</sup> Cavalo mecânico: é o conjunto formado pela cabine, motor e rodas de tração do caminhão com eixo simples.

*Figura 2.14 - Rodotrem de cana picada*



*Fonte - Silva (2006)*

- Estoque de cana no pátio:

O estoque de cana no pátio da usina tem por objetivo, estabelecer a continuidade do funcionamento da moenda no caso de descontinuidade de entrega. O estoque pode ser alocado no pátio ou deixado sobre rodas. A cana picada fica sobre rodas para facilitar seu manuseio. Esse estoque deve ser diário, pois, quanto mais tempo passar em estoque, a cana perde qualidade. (SILVA, 2006)

Essa variável é considerada também no sistema de corte e carregamento, porém cada sistema tem suas características e restrições, sendo influenciados de formas diferentes.

- Horários de restrição:

Por segurança no tráfego, em algumas regiões o trânsito noturno de algumas composições não é permitido. O “treminhão” é usado com uma carreta a menos e o “rodotrem” com apenas um semi-reboque. (SILVA, 2006).

- Paradas para refeição:

Por conta dos turnos de trabalho, é necessária a parada para alimentação dos operadores. Em algumas usinas são alocados operadores adicionais para a continuidade dos trabalhos. (SILVA, 2006).

Essa variável é considerada também no sistema de corte e carregamento.

- Potencial de transporte:

Segundo Junqueira (2014), o potencial de transporte é definido por três variáveis: tempo de ciclo; densidade de carga; número de cargas.

- O Tempo de Ciclo (em horas), é calculado pelo tempo de ida, o qual é composto pela velocidade de ida, distância de ida e tempo de palhada (tempo que o transporte espera no talhão para carregar); e tempo de volta, constituído pela velocidade de volta, distância de volta e tempo de usina;
  - A densidade de carga, corresponde à quantidade líquida de cana trazida por uma unidade de descarga, em toneladas, para a usina;
  - O número de cargas equivale ao número de cargas transportada pelos veículos da usina, próprios ou terceirizados.
- Sistema bate-volta:

O sistema bate-volta é utilizado por muitas usinas, onde os caminhões/cavalos mecânicos desacoplam as carretas carregadas no pátio da usina e acoplam com outra carreta descarregada, retornando a área de colheita para carregar. Muitas usinas utilizam o caminhão “escravo”, que tem por objetivo maximizar o uso do cavalo mecânico, melhorando o aproveitamento da frota (KABBACH, 2010).

Esse sistema, além de maximizar o uso do cavalo-mecânico e o melhor aproveitamento da frota, auxilia na alimentação da moenda, visto que agiliza a entrega da cana, das frentes de colheita até a usina.

- Tempo de ciclo de transporte:

O tempo de ciclo de transporte começa pela saída do transporte vazio da usina até o talhão indicado e se encerra no descarregamento do transporte na usina, como explica Carreira (2010, p. 37):

O ciclo do transporte se inicia no controle da Usina, responsável pela logística, onde é indicado o local, talhão, para onde o CVC (Cavalo mecânico e carroceria) deve se deslocar para ser carregada. Ao chegar ao talhão existem duas possibilidades. Na primeira, o cavalo é separado das carrocerias e acoplado a outras já carregadas (cana picada) e, na segunda, a composição aguarda o carregamento pelo transbordo retornando para a indústria (Usina) com as mesmas carrocerias. Ao chegar à Usina existem duas opções. Na primeira, o cavalo é desacoplado das carrocerias e acoplados a outras vazias e dirige-se ao controle iniciando um outro ciclo de carregamento. Na segunda, a composição aguarda na fila, passa pela balança, efetua o

descarregamento na indústria e volta ao ponto de controle para o início de um novo ciclo. (CARREIRA, 2010, p. 37).

O tempo de ciclo de transporte dependerá muito da utilização ou não do sistema bate-volta. A distância do talhão também influencia, contudo, é analisada a distância média dos talhões com a usina, não interferindo no processo de decisão.

- Tempo de espera do caminhão no pátio da usina:

Essa variável é abordada por Iannoni e Morabito Neto (2002), em uma análise do sistema logístico de recepção de cana em determinada usina. Na simulação apresentada, com as características da usina (quantidade de moendas, tipo de cana processada, inteira e picada, composições de transporte variadas, como treminhão, romeu e julieta, rodotrem e toco, estoque de cana etc.), optou-se pelo emprego da técnica de simulação, em vez de um modelo analítico de teoria de filas, demonstrando que o modelo é capaz de representar satisfatoriamente o sistema:

Nesse sistema, a política de despacho de veículos e as operações no pátio da usina dependem da capacidade e da operação das moendas. Portanto, o estudo de mudanças na política de despacho ou na composição da frota de veículos deve considerar o balanceamento e a capacidade das moendas. O sistema de transporte agrícola de uma usina de açúcar envolve outros tópicos importantes para pesquisa, entre eles: o despacho de veículos ao campo, a gestão das operações de colheita e transbordo nas frentes de corte de cana e o problema de filas de espera de máquinas e caminhões no campo. (IANNONI & MORABITO NETO, 2002, p. 124).

- Turnos de trabalho e troca de turnos:

Como os equipamentos usados são de alto investimento, devem ser explorados ao máximo, por isso, as usinas utilizam dois ou três turnos de 10 horas e 8 horas, respectivamente, por turno.

No sistema de três turnos (8 horas por turno), o equipamento é aproveitado durante 24 horas por dia, porém, necessita de operadores adicionais para mais um turno, havendo igualmente a necessidade de gerenciar um turno adicional, em comparação ao sistema de dois turnos.

Já no sistema de dois turnos, a jornada é de 10 horas (oito horas trabalhadas mais duas horas-extras). Como a usina trabalha 24 horas por dia, haverá a

necessidade de emprego de cana armazenada no período em que houver a interrupção na entrega de cana.

Uma estratégia adotada pelas usinas é escalonar a entrada em serviço dos caminhões, evitando filas e falta de abastecimento na indústria, diminuindo a necessidade de estoque de cana no pátio da usina.

Em ambos os casos, a troca de turno pode ocorrer de três maneiras: na usina, no campo e em trânsito. (SILVA, 2006).

Essa variável é considerada também no sistema de corte e carregamento, todavia cada sistema tem suas características e restrições, sendo influenciados de formas diferentes.



### **3. DELINEAMENTO METODOLÓGICO**

Buscando estudar as principais variáveis para tomada de decisão do corte, carregamento e transporte (CCT) da cana de açúcar de uma usina no oeste do estado de São Paulo, com a finalidade de identificar quais compõem o modelo conceitual de decisão, assim como descrever o processo de CCT e identificar os papéis de decisão do CCT da usina pesquisada, definiu-se o tipo de pesquisa a ser realizada e como será coletada as informações.

#### **3.1 TIPOS DE PESQUISA**

Optou-se por efetuar uma pesquisa de natureza aplicada com abordagem qualitativa e objetivo exploratório na modalidade estudo de caso.

A pesquisa aplicada tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais. (GEERHARDT; SILVEIRA, 2009). Barros e Lehfeld (2000) salientam que a pesquisa aplicada tem como motivação a necessidade de produzir conhecimento para aplicação de seus resultados, almejando contribuir para fins práticos e visando à solução mais ou menos imediata do problema encontrado na realidade.

Optou-se pela pesquisa na abordagem qualitativa apoiando-se no estudo de Triviños (1987), o qual afirma que esse tipo de abordagem trabalha os dados

buscando seu significado, tendo como base a percepção do fenômeno dentro do seu contexto. A descrição qualitativa procura captar não só a aparência do fenômeno, como também sua essência, explicando sua origem, relações e mudanças, de modo a tentar intuir as consequências.

Bogdan e Biklen (2003) assinalam que a pesquisa qualitativa apresenta grande relevância por envolver cinco características básicas: ambiente natural, dados descritivos, preocupação com o processo, preocupação com o significado e processo de análise indutivo. Para Barbier (2002), a abordagem qualitativa procura se concentrar numa investigação social e histórica, a qual possibilita ao pesquisador interagir com o indivíduo ou com o grupo que está sendo investigado.

Nesse mesmo enfoque, Minayo (1996, p. 10) assevera que o método qualitativo é “[...] aquele capaz de incorporar a questão do significado e da intencionalidade como inerentes aos atos, às relações, e às estruturas sociais, sendo essas últimas tomadas tanto no seu advento quanto na sua transformação, como construções humanas significativas”. Assim, na pesquisa qualitativa, há um trabalho intensivo de campo, onde os dados coletados são predominantemente descritivos.

A pesquisa exhibe igualmente caráter exploratório. De acordo com Gil (2007) a pesquisa exploratória tem por finalidade proporcionar maior familiaridade com o problema, a fim de torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Essas investigações, em sua grande maioria, envolvem: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Pretendendo investigar o objeto de estudo através de descobertas significativas, partiu-se para o estudo de caso. De acordo com André (1984), os estudos de caso procuram retratar a realidade de forma completa e profunda. Revelam ainda a multiplicidade de dimensões presentes em uma dada situação, focalizando-a como um todo, mas sem deixar de enfatizar os detalhes, as circunstâncias específicas que favorecem uma maior apreensão desse todo. Acrescenta a autora:

Os estudos de caso buscam a descoberta. Mesmo que o investigador parta de uns pressupostos que orientam a coleta inicial de dados, ele estará constantemente atento a elementos que podem emergir como

importantes durante o estudo, aspectos não previstos, dimensões não estabelecidas a priori. A compreensão do objeto se efetua a partir dos dados e função deles. (ANDRÉ, 1984, p. 52).

Nessa mesma ótica, Yin (2005, p. 23) corrobora que "[...] o estudo de caso é uma inquirição empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real quando a fronteira entre o fenômeno e o contexto não é claramente evidente e onde múltiplas fontes de evidência são utilizadas."

Conforme os apontamentos de Gil (2007), um estudo de caso pode ser caracterizado como um estudo de uma entidade bem definida, como um programa, uma instituição, entre outras. Pretende reconhecer em profundidade o porquê de uma situação que se supõe ser única, em muitos aspectos, buscando descobrir o que há de essencial. "O pesquisador não pretende intervir sobre o objeto a ser estudado, mas revelá-lo tal como ele o percebe" (GIL, 2007, p. 54).

As informações para o desenvolvimento do presente estudo de caso, foram coletadas mediante entrevistas. A concretização da entrevista teve como base os estudos de Bogdan e Biklen (1994), que afirmam que esse tipo de entrevista possibilita um levantamento considerável de tópicos oportunizando ao entrevistador uma melhor organização dos conteúdos. André e Lüdke (1986) destacam que, nesse formato de entrevista, há "[...] liberdade de percurso [...]", uma vez que se "[...] desenrola a partir de um esquema básico, porém, não aplicado rigidamente, permitindo que o entrevistador faça as necessárias adaptações." (p. 34).

Partindo desse mesmo pressuposto, Manzini (1991), explica que a entrevista semi-estruturada está focalizada em um assunto sobre o qual se confecciona um roteiro com perguntas principais, complementadas por outras questões inerentes às circunstâncias momentâneas à entrevista. Para ele, esse tipo de entrevista pode fazer emergir informações de forma mais livre e as respostas não estão condicionadas a uma padronização de alternativas.

### **3.2 METODOLOGIA DO TRABALHO**

Com o intuito de conhecer a realidade da unidade pesquisada, foi enviada uma carta ao responsável solicitando a autorização para o estudo *in loco*, indicando as áreas que seriam pesquisadas e observadas, quais pessoas seriam entrevistadas, bem como quais eram os objetivos da pesquisa. Posteriormente, após a autorização

parcial da solicitação, (porque apenas a entrevista com o responsável pelo setor de CCT foi autorizada), ocorreu a fase de coleta de dados da usina, onde foi feita a visitação *in loco* para realização da entrevista semi-estruturada, com o responsável do setor de CCT (corte, carregamento e transporte).

Cabe ressaltar que a entrevista foi positiva para a investigação, pois revelou informações do processo de CCT implantado na empresa, identificação das inúmeras e principais variáveis utilizadas, descrição parcial de algumas das variáveis, percepção pelo entrevistador dos tipos de decisões tomadas dos níveis hierárquicos da organização e por fim, a formatação de um modelo conceitual de decisão adotado pela usina pesquisada.

O atendimento parcial da solicitação inicial, prejudicou a observação das ocorrências dos fatos relatados, assim como a obtenção de informações relativas a outros membros participantes do processo de CCT, os quais poderiam detalhar informações de suas atividades em relação as variáveis mencionadas pelo coordenador do CCT nas entrevistas efetivadas.

A entrevista semi-estruturada, com perguntas principais abertas (em apêndice) e outros questionamentos que surgiram durante à entrevista, foi realizada com o Coordenador do CCT, tendo sido dividida em etapas: duas visitas presenciais na usina, quando ocorreu a entrevista mencionada, que foi gravada em áudio e, posteriormente transcrita e analisada, e diversos contatos telefônicos, visando a esclarecer dúvidas e indagações.

A entrevista transcorreu mediante a explanação do entrevistado sobre o funcionamento de todo processo do CCT da usina, sendo indagado pelo entrevistador sempre que surgiam dúvidas. Após a explicação de todo processo do corte, carregamento e transporte da usina, o entrevistador fez algumas perguntas, através de um roteiro prévio (entrevista semi-estruturada em apêndice) e tendo como base as variáveis de decisão do CCT encontradas no Quadro 2.1. O entrevistador questionou sobre cada variável, se a usina usava ou não aquela variável no processo de decisão. Caso a resposta fosse negativa, o entrevistado explicava o motivo da não utilização dessa variável. Se a resposta fosse positiva, o entrevistado descrevia o funcionamento dessa variável, porque ela era importante e quem participava do processo de decisão. Nem todas as informações foram repassadas pelo entrevistado, por questão de sigilo.

A usina em questão não autorizou o uso de seu nome, na presente pesquisa, motivo pelo qual será utilizado o termo *Usina*, afim de mencionar a empresa em estudo.

Para o tratamento das informações encontradas, será definida algumas estratégias:

1. Identificar e comparar as variáveis de decisão na *Usina* com a literatura;
2. Entender como a *Usina* estabelece seu planejamento e efetua suas tomadas de decisões;
3. Relações entre as variáveis mencionadas pela *Usina*;
4. Identificação do modelo conceitual de decisão adotado pela *Usina* no processo de CCT.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 CARACTERÍSTICAS PRÓPRIAS DA USINA

A *Usina* está localizada no oeste do Estado de São Paulo, é administrada por um Grupo que, além desta, dirige outras três unidades. Apresenta uma expectativa de moagem na safra 2017/2018 de 13 milhões de toneladas de cana, com previsão de produção de 230 milhões de litro de álcool hidratado. Com o bagaço da cana, essa Usina produz também energia, a qual é utilizada para cogeração e para venda a uma distribuidora de energia. Há um plano para dobrar a capacidade de moagem, até 2020, de sorte a produzir, além do álcool hidratado, álcool anidro e açúcar.

A *Usina* conta com 19 colhedoras (Figura 4.1) no campo, estando 3 na oficina, dessas, 2 fazem manutenção preventiva e 1 se encontra em reforma. Para o transbordo, 3 das 5 frentes de colheita, trabalham com 7 tratores transbordo (Figura 4.2) para 4 colhedoras, uma média de 1,75 trator por colhedora, já para as outras 2 frentes, são 6 tratores para 4 colhedoras. Essas duas frentes de colheita são usadas para áreas menores ou com baixa produtividade.

Cada trator transbordo carrega 2 caixotes, com capacidade de 11 toneladas cada, sendo 22 toneladas por trator.

A *Usina* conta com 7 empilhadeiras (Figura 4.3 e Figura 4.4), empregando 1 para cada frente de colheita e 2 empilhadeiras reservas.

O raio médio de colheita da *Usina* é de 22 km (com distância máxima de 60 km), necessitando, assim, de 30 caminhões para o transporte da cana. Cada caminhão carrega 5 caixotes de cana, ou seja, 55 toneladas de cana por viagem.

A *Usina* utiliza aproximadamente 60% de caminhões próprios e 40% terceirizados, trabalhando com 70% de cana própria e 30% de cana de terceiros. Segundo a CONAB (2012) e Bastos e Moraes (2014) a participação dos fornecedores na produção de cana-de-açúcar entregue as usinas no Estado de São Paulo, é de aproximadamente 40%, ou seja, um percentual muito próximo da *Usina*. Diferentemente de algumas usinas, a *Usina*, faz todo o processo de CCT na cana produzida por terceiros. Grande parte da cana plantada por fornecedores é realizada com planejamento em conjunto com a *Usina*. O foco é trabalhar com médio e pequeno fornecedor, não dependendo de grandes fornecedores. Em acréscimo, frisa-se que grande parte da cana dos fornecedores fica a menos de 30 km da *Usina*, pelo custo de transporte para o fornecedor.

*Figura 4.1 - Colhedora e conjunto trator/caixote em operação*



*Fonte - Usina*

*Figura 4.2 - Conjunto trator/caixote cana picada em operação*



*Fonte - Usina*

*Figura 4.3 - Empilhadeira*



*Fonte - Usina*

*Figura 4.4 - Carregamento: Empilhadeira e caminhão transporte em operação*



*Fonte - Usina*

#### **4.2 IDENTIFICAÇÃO E COMPARATIVO DAS VARIÁVEIS DE DECISÃO NA USINA COM A LITERATURA**

Dentre as variáveis de decisão encontradas na literatura, a *Usina* utiliza várias no processo de CCT. O Quadro 4.2 mostra a comparação entre as duas situações.



Quadro 4.2 - Comparativo das variáveis de decisão do CCT identificadas na literatura com as verificadas na Usina

CCT	VARIÁVEIS DE DECISÃO	
	LITERATURA	USINA
CORTE	<b>Características dos talhões</b>	<i>Identificada na Usina</i>
	<b>Estoque de cana no pátio</b>	<i>Identificada na Usina</i>
	<b>Frentes de corte</b>	<i>Identificada na Usina</i>
	<b>Paradas para refeição</b>	<i>Identificada na Usina</i>
	<b>Potencial de colheita</b>	<i>Identificada na Usina</i>
	<b>Produtividade do talhão</b>	<i>Identificada na Usina</i>
	<i>Não identificada na literatura</i>	<b>Rendimento energético</b>
	<b>Setorização das frentes de colheita</b>	<i>Identificada na Usina</i>
	<b>Turnos de trabalho e troca de turnos</b>	<i>Identificada na Usina</i>
CARREGAMENTO	<i>Não identificada na literatura</i>	<b>Capacidade de carregamento</b>
	<b>Equipamentos de carregamento</b>	<i>Identificada na Usina</i>
	<b>Estoque de cana no pátio</b>	<i>Identificada na Usina</i>
	<b>Paradas para refeição</b>	<i>Identificada na Usina</i>
	<i>Não identificada na literatura</i>	<b>Pátio de carregamento</b>
	<b>Turnos de trabalho e troca de turnos</b>	<i>Identificada na Usina</i>
TRANSPORTE	<b>Desempenho dos veículos nos percursos de ida e volta.</b>	<i>Não identificada na Usina</i>
	<b>Desempenho econômico</b>	<i>Não identificada na Usina</i>
	<b>Desempenho operacional</b>	<i>Não identificada na Usina</i>
	<b>Equipamentos de transporte reserva</b>	<i>Identificada na Usina</i>
	<b>Equipamentos de transporte: composição de transporte e tipo da carroceria utilizada</b>	<i>Identificada na Usina</i>
	<b>Estoque de cana no pátio</b>	<i>Identificada na Usina</i>
	<b>Horários de restrição</b>	<i>Não identificada na Usina</i>
	<b>Paradas para refeição</b>	<i>Identificada na Usina</i>
	<b>Potencial de transporte</b>	<i>Identificada na Usina</i>
	<i>Não identificada na literatura</i>	<b>Rendimento energético</b>
	<b>Sistema bate-volta</b>	<i>Identificada na Usina</i>
	<b>Tempo de ciclo de transporte</b>	<i>Identificada na Usina</i>
	<b>Tempo de espera do caminhão no pátio da usina.</b>	<i>Identificada na Usina</i>
	<b>Turnos de trabalho e troca de turnos</b>	<i>Identificada na Usina</i>

Fonte – Autor

As variáveis identificadas no Quadro 4.2, tanto as encontradas na literatura, quanto as identificadas na *Usina*, são comparadas a seguir, dentro de cada etapa do processo de CCT. Esta apresentado, de forma resumida, a caracterização das variáveis identificadas na literatura, e de forma mais explicativa, o funcionamento de cada variável na *Usina*.

#### 4.2.1 Comparativo das variáveis de decisão do Corte

A literatura apresenta valores correntes para estas variáveis, no entanto cada empresa adota valores específicos segundo seus interesses e experiência no trato da produção. Segue a comparação entre valores publicados e os encontrados *in loco*.

- Características dos talhões

**Literatura:** Ramos (2014) menciona que os talhões recomendados são de forma retangular e de maior comprimento possível, em torno de 500 a 700 metros, recobrando, em média, de 10 a 20 hectares, objetivando principalmente uma melhor produtividade das colhedoras.

**Usina:** O Coordenador da *Usina*, não especificou o comprimento médio dos talhões e nem o tamanho em hectares, adotado pela *Usina*, porém, destacou a importância de estabelecer o maior comprimento possível dos tiros de colheita dos talhões, também almejando maior produtividade da colhedora, como será indicado na variável *potencial de colheita*.

- Estoque de cana no pátio

**Literatura:** Conforme estabelecido por Silva (2006), o estoque de cana no pátio tem por objetivo manter a continuidade do funcionamento da moenda no caso de descontinuidade da entrega de cana pelas frentes de corte. O estoque poderá ser alocado no pátio da usina quando a mesma utilizar do corte manual, ou nos casos de colheita mecanizada, será usado o estoque sobre rodas.

**Usina:** Na *Usina em estudo*, a colheita é 100% mecanizada, portanto, esse estoque é providenciado pelo sistema bate-volta, de sorte que os caminhões, na chegada à usina, desacoplam os conjuntos carregados para voltar às frentes de corte. Caso ocorra algum problema em uma das frentes de corte, o estoque sobre rodas ajuda no suprimento da cana, na moenda, até a resolução do problema na frente de corte. O sistema bate-volta será mais bem detalhado posteriormente.

- Frentes de corte

**Literatura:** Conforme Junqueira (2014), as frentes de corte são equipes autônomas com diversos equipamentos e que têm por objetivo abastecer os caminhões de transporte para levar cana até a usina. Dependendo da capacidade de

moagem da usina, da distância e da distribuição geográfica do ponto de colheita, será definido o número de frentes de corte e sua capacidade de produção, a fim de abastecer a demanda diária da usina.

**Usina:** Com uma moagem prevista para a safra 2017/2018 de aproximadamente 3 milhões toneladas de cana, com necessidade de alimentação da moenda de 13 mil toneladas por dia, ou 550 toneladas por hora, a *Usina* estabeleceu a necessidade de 5 frentes de corte com 4 colhedoras cada. O ponto ideal para a *Usina* é de 7 a 8 tratores para 4 colhedoras. O trator na *Usina* é terceirizado, pagando por tonelada. Por ser terceirizado, a *Usina* poderia colocar até 10 tratores para 4 colhedoras, mas seria insustentável para o terceirizado.

No momento de iniciar a colheita, já se conhece a estrutura do canavial que será colhido, durante a safra: produtividade, colheitabilidade, distância média dos talhões, trafegabilidade etc. Para conseguir essas informações, são realizados estudos no escritório da *Usina*, empregando a base de dados dos talhões e visitas a eles, de maneira a ajudar no desenvolvimento da estratégia de colheita.

A busca pela qualidade da matéria-prima com maior açúcar na cana, é obtida a partir de variedades precoces, média e tardia. Cada variedade tem uma curva *PUI* (*período útil de industrialização*) com pico de maturação. No início da safra colhe a variedade precoce, a qual já se encontra no pico de maturação. O plantio de cada variedade deve ocorrer em distâncias diferentes, para que a distância média das variedades sejam parecidas e a colheita possa ocorrer de forma equilibrada. Não se pode plantar toda cana de variedade precoce perto ou longe da *Usina*, pois, no início da safra busca-se a colheita da cana precoce. Se toda cana precoce estiver perto da *Usina*, a necessidade de caminhões para transporte da cana será menor no início da safra, contudo no meio ou no final da safra deverá ser usado um número muito maior de caminhões, porque as variedades média e tardia estarão longe da *Usina*, causando um desequilíbrio. Essa variação deve ser em torno de 10 %. O plantio de cada variedade vai depender do tipo de solo, não adiantando plantar uma variedade onde não se terá produção.

- Paradas para refeição

**Literatura:** De acordo com Silva (2006), muitas usinas usam de operadores adicionais para continuidade dos trabalhos nas paradas de refeição.

**Usina:** Dentro de seu plano de trabalho, a *Usina* utiliza paradas de refeição escalonada, de modo a manter uma produção contínua, podendo reduzir um pouco a produção. Para diminuir esse impacto, a *Usina* tem à disposição 3 operadores, que ficam na retaguarda para cobrir operadores, os quais, por algum motivo faltaram ao trabalho. Esses operadores reservas, quando disponíveis, são enviados às frentes de corte para cobrir os operadores nas paradas de refeição, mantendo assim a produtividade da frente de corte. Na quebra de uma máquina, ou parada para sua manutenção, o operador faz sua refeição, aproveitando ao máximo o tempo ocioso.

- Potencial de colheita

**Literatura:** Para Bastos (2009) e Junqueira (2014), o potencial de colheita é calculado pela produtividade da cana (toneladas por hectares), espaçamento entre as linhas de cana (em metros), tamanho do tiro de colheita (em metros), velocidade da operação (em quilômetros por hora) e tempo de manobra. O potencial de colheita diário é calculado pela somatória do potencial de colheita das frentes de corte estabelecidas em um determinado dia.

**Usina:** A abordagem encontrada na *Usina*, nessa variável, é muito parecida com a literatura. Tanto na *Usina*, quanto na literatura, o potencial de colheita é calculado pela produtividade do talhão (toneladas por hectares), tamanho do tiro de colheita, e velocidade da operação. O potencial de colheita na *Usina* é caracterizado da seguinte forma.

**Produtividade do talhão (toneladas por hectares):** Cada frente tem uma meta de colheita de acordo com a produtividade estimada do talhão. A indústria necessita de 13 mil toneladas por dia, se no planejamento diário a *Usina* perceber que não será possível essa entrega de cana pelo CCT, será necessária uma mudança. Nem por isso, a *Usina* poderá trabalhar com um potencial de colheita muito acima do que é demandado pela indústria, pois terá um custo desnecessário, diminuindo força de colheita, tirando máquinas, pessoas, etc. A força de colheita precisa trabalhar dentro do limite, a fim de não deixar faltar cana e nem colher além do necessário. A meta da *Usina* é de 1% (um) de redução da força de moagem. Isso poderá ocorrer por algum problema, mas deve ser evitado.

**Tamanho do tiro de colheita:** Das 24 horas disponíveis no dia, geralmente as colhedoras trabalham de 12 a 14 horas de horímetro, ou seja, ligadas. Das 10 horas

nas quais a máquina não está ligada, aproximadamente de 4 a 5 horas são empregadas para manutenção e 5 horas correspondem a falha de logística, por falta de caminhão, de reboque, deslocamento de uma frente para outra, gargalos que a *Usina* pretende trabalhar, ou seja, melhorar a micrologística do CCT. Cerca de 50 a 60% do tempo em que a colhedora está ligada efetivamente se está colhendo, e isso ocorre principalmente pelo tempo de manobra da colhedora. A manobra se dá no final da linha do talhão, onde a colhedora precisa se posicionar na nova linha e esperar o posicionamento do trator transbordo. A *Usina* vem conseguindo aumentar esse tempo, chegando a 8 horas colhendo.

Para melhorar esse resultado, a *Usina* vem aumentando o tiro de colheita, que é o tamanho da linha de colheita, isto é, quanto maior a linha de colheita planejada no talhão, menor o número de manobra no mesmo, aumentando assim a produtividade da colhedora. Nas Figura 4.5 e Figura 4.6, é apresentado um exemplo de tiro curto e longo de colheita.

Estabelecendo uma comparação simples entre as duas figuras, observa-se que a Figura 4.5 é representada por uma escala de 50 metros pelo Google Maps, onde cada centímetro da figura equivale a 50 metros de comprimento, enquanto a Figura 4.6 é representada por uma escala de 200 metros, em que cada centímetro da figura equivale a 200 metros de comprimento, ou seja, a Figura 4.6, em comparação com a Figura 4.5, é quatro vezes maior de acordo com a escala. Para melhor compreensão, foram inseridas algumas setas nas referidas figuras com o mesmo comprimento, sem considerar as escalas, sendo indicadas cada uma delas com uma letra.

Comparando-se a distância do tiro de colheita indicado pela seta "A" na figura 4.5 e a indicada a distância do tiro de colheita indicado pela seta "B" na figura 4.6, verifica-se que nesta, o tiro de colheita é 4 vezes maior, portanto, o número de manobras será inferior no talhão da figura 4.6. Logo tanto o tempo de colheita como o custo operacional apresentam um desempenho consideravelmente superior

Realizando-se a mesma comparação da Figura 4.5, com a Figura 4.6, porém utilizando uma linha maior de colheita do mesmo talhão, observa-se que a distância indicada pela seta "C" é composta por duas setas do mesmo tamanho da seta "A", ou seja, a distância representada pela seta "C" é oito vezes maior que a distância indicada pela seta "A". Nesse exemplo, fica mais claro ainda que, há uma grande diferença

entre os tiros de colheita dos talhões e que, quanto maior os tiros de colheita, menor será as manobras executadas pela colhedora e pelo trator-transbordo, elevando drasticamente o desempenho das colhedoras.

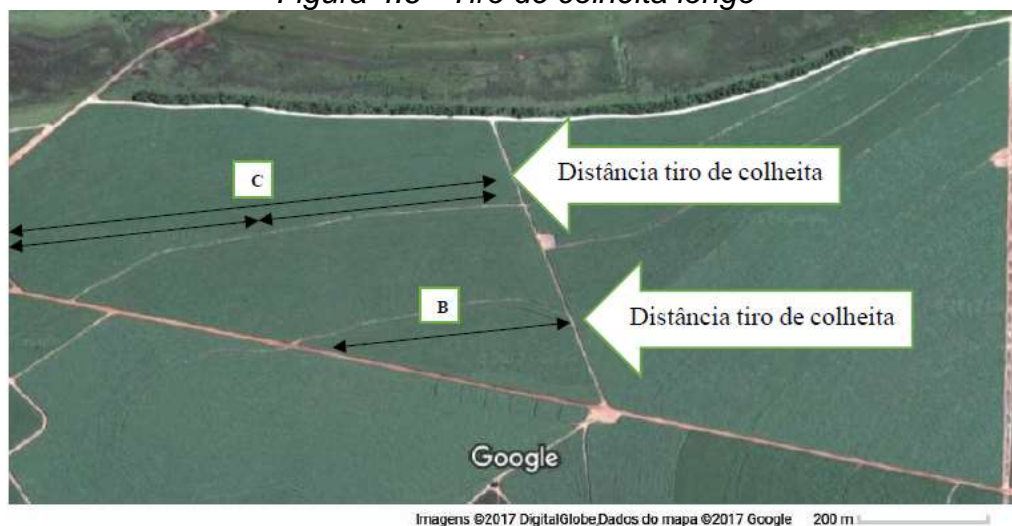
Esse planejamento precisa ser feito em conjunto com o setor agrícola da *Usina*, o qual deverá entender a importância do tiro de colheita longo, no momento do plantio, e que o mesmo afetará o rendimento da colheita.

*Figura 4.5 - Exemplo de tiro de colheita curto*



Fonte - Google Maps (2017)

*Figura 4.6 - Tiro de colheita longo*



Fonte - Google Maps (2017)

**Velocidade da operação:** A *Usina* adota uma velocidade ótima de operação da colhedora para cada tipo de canalial. Mas essa velocidade depende de inúmeros

fatores, como produtividade do talhão, declividade do terreno, ademais, a cana poderá estar caída, transada, entre outros fatores. A média de tonelada de cana por máquina/dia é de 650 toneladas, podendo chegar a 1000 toneladas. A velocidade da colhedora pode variar de 2 a 5,5 km por hora. A habilidade do operador pode influenciar na velocidade da colhedora.

- Produtividade do talhão

**Literatura:** Para Bastos (2009) a produtividade do talhão pode ser estimada por levantamento visual do talhão, histórico do talhão, idade do talhão, tempo restante para o corte, entre outras características.

**Usina:** A Usina utiliza uma metodologia parecida, alocando funcionários capacitados para visualizar o desenvolvimento do talhão, seu histórico, diâmetro dos colmos, idade do talhão, entre outras características. O entrevistado não demonstrou qualquer tipo de registro utilizado, sendo restrito nas informações sobre essa variável.

- Rendimento energético

**Literatura:** Esta variável não foi encontrada na literatura pesquisada, todavia, segundo o Coordenador da Usina, os indicadores que compõem essa variável, são utilizados por várias empresas do setor.

**Usina:** A Usina utiliza de alguns indicadores de rendimento energético: São definidas algumas metas (tonelada de cana por hora, litros de óleo diesel por hora, hora máquina por dia, tonelada de cana por dia, disponibilidade mecânica dos equipamentos, litros por tonelada e tonelada por litro, meta de perda, de palha, de terra, entre outras). Essas metas são controladas semanalmente.

Segundo o Coordenador do CCT, a Usina utiliza de um programa computacional para mensurar esses indicadores e os operadores, mas não quis repassar mais informações sobre a metodologia utilizada para gerenciar o rendimento energético.

É realizado um ranking semanal dos operadores das colhedoras, empilhadoras e caminhões, que recebem incentivos remuneratórios pelo seu desempenho energético. Sempre que um operador não chega às inúmeras metas estabelecidas, é enviado um aviso para seu superior, o qual lhe comunica e o instrui para que o mesmo

melhore seu desempenho e, se necessário, passe por requalificação da operação executada. O ranking é estabelecido pelo melhor desempenho energético, que é a tonelada por litro.

- Setorização das frentes de colheita

**Literatura:** Segundo Junqueira (2014) as usinas devem setorizar ou planejar as frentes de colheita na safra seguindo alguns fatores como, flutuação na capacidade de processamento da indústria, comportamento da entrega de fornecedores, liberação das áreas de vinhaça, áreas com risco de incêndio e inundação, áreas com solo com baixa capacidade de retenção de água e trafegabilidade das estradas.

**Usina:** Para estruturar o planejamento da colheita a *Usina* emprega um software. O programa é alimentado com informações diversas, tais: Se a produtividade do canavial está baixa, média ou alta, qual o potencial de colheita, nível de trafegabilidade atual, cadastro das fazendas, talhões, variedades (precoce, média ou tardia), estágios de corte, data de corte, data de plantio, sistema de colheita, quantidade de hectares, produtividade de todos os talhões, curvas de maturação de cada variedade, áreas com risco de incêndio, distância dos talhões, entre outros.

Este planejamento é fundamental para que as frentes de cortes possam atender a demanda diária de cana da *Usina* durante a safra. As usinas, em geral, têm sua própria metodologia de planejamento de colheita. No entanto, a *Usina* em estudo segue bem de perto o que está estabelecido na literatura.

- Turnos de trabalho e troca de turnos

**Literatura:** De acordo com Silva (2006), pelo alto investimento dos equipamentos utilizados, as usinas precisam explorar ao máximo sua capacidade de produção. Para atender a essa necessidade, as usinas usam de 2 ou 3 turnos, no processo de corte. Podem ser 2 turnos de 10 horas cada ou 3 turnos de 8 horas.

**Usina:** Na *Usina* são adotados 3 turnos de 8 horas. A *Usina* não utiliza a troca de turno como variável de decisão, pois é algo estabelecido, não é algo que necessite de tomada de decisão diária ou semanal.



#### 4.2.2 Variáveis de decisão do Carregamento

Cada usina, de acordo com a literatura, utiliza de valores específicos no processo de produção, usando seus interesses e experiência. Segue a comparação entre as informações dispostas na literatura, com as encontradas na *Usina*.

- Capacidade de carregamento

**Literatura:** Conforme Silva (2006, p. 44), “[...] nas frentes de cana picada com transbordos, a razão entre tratores-transbordo e colhedoras varia de 1,5 a 2, ou seja, supondo-se uma frente com 4 colhedoras, a quantidade de tratores-transbordo varia de 6 a 8 unidades.” A capacidade de carregamento é calculada em relação à colhedora. O transbordo tradicional tem capacidade para 10 toneladas.

**Usina:** Diferentemente das usinas em geral, a *Usina* emprega de uma metodologia diferente, usando caixotes e empilhadeira para carregar os conjuntos de transporte. As usinas, de maneira geral, utilizam o transbordo. A capacidade de carregamento é de dois caixotes de 11 toneladas, sendo 22 toneladas por trator-caixote. É utilizada uma média de 1,75 tratores-caixotes por colhedora nas frentes de alta produtividade, ou seja, para atender a 4 colhedoras na frente, são demandados 7 tratores-caixotes. Das cinco frentes de colheita, duas trabalham com 6 tratores para 4 colhedoras, voltadas para áreas menores ou com baixa produtividade. O carregamento da *Usina* é limitado pela empilhadora, que é de uma por frente de colheita, a qual poderá aumentar caso seja demandado futuramente.

Comparando com o encontrado na literatura, apesar dos equipamentos de carregamento serem diferentes, a relação entre capacidade de carregamento e colhedora é próxima.

- Equipamentos de carregamento

**Literatura:** De acordo com Silva (2006), é muito importante que haja uma interação entre o tempo produtivo, a capacidade dos veículos, os equipamentos de corte e o carregamento (tratores, carregadoras e colhedoras) e os operadores. “Nas frentes de cana picada com transbordos, a razão entre tratores-transbordo e colhedoras varia de 1,5 a 2, ou seja, supondo-se uma frente com 4 colhedoras, a quantidade de tratores-transbordo varia de 6 a 8 unidades” (SILVA, 2006, p. 44).

Com efeito, o tempo produtivo que mais compromete essa eficiência é a espera pelo transbordo. Por isso, aumentando a capacidade do transbordo, o número de paradas para ajustar o transbordo com a colhedora diminui, incrementando a eficiência operacional de ambos os equipamentos. O transbordo tradicional tem capacidade para 10 toneladas, sendo que, já se encontram no mercado transbordos com capacidade de 21 toneladas cada (RUIZ, 2016)

**Usina:** A capacidade de carregamento é de dois caixotes de 11 toneladas, sendo 22 toneladas por trator-caixote. É usada uma média de 1,75 tratores-caixotes por colhedora nas frentes de alta produtividade, ou seja, para atender 4 colhedoras na frente, são demandados 7 tratores-caixotes. Das cinco frentes de colheita, duas trabalham com 6 tratores para 4 colhedoras em áreas menores ou com baixa produtividade.

Uma característica peculiar da *Usina* é o emprego de empilhadeiras nas frentes de colheita. Enquanto a maioria das usinas se valem do transbordo tradicional, para alocar a cana picada nos conjuntos de transporte, a Usina utiliza caixotes que necessitam de uma empilhadeira para alocá-los nos conjuntos de transporte.

O uso de empilhadeira e caixotes no processo de carregamento, vem de uma tecnologia desenvolvida pelo Centro de Tecnologia Canavieira, fundada pelo Copersucar em 1969. Como a *Usina* era associada à Copersucar, ela adotou essa tecnologia. Segundo o Coordenador do CCT da *Usina*, essa tecnologia de carregamento tem pontos positivos e negativos. Um dos principais pontos positivos é em relação à adequação das usinas ao peso dos caminhões carregados nas estradas. Com a adoção dos caixotes, nas composições, que são bem mais leves, em detrimento dos conjuntos utilizados no rodotrem, essa adequação é mais tranquila.

É usada uma empilhadeira para cada frente de colheita, e duas empilhadeiras reservas para as trocas de local de colheita, ou substituição por quebra, reparo e manutenção.

Apesar de os equipamentos serem diferentes e logicamente trazendo resultados distintos, a usina precisa estar atenta às inovações, sempre buscando a melhor produtividade dos equipamentos.

- Estoque de cana no pátio

**Literatura:** Conforme Silva (2006), o estoque de cana no pátio tem por objetivo manter a continuidade do funcionamento da moenda no caso de descontinuidade da entrega de cana pelas frentes de corte. O estoque poderá ser alocado no pátio da usina de duas formas: no pátio da usina para corte manual e para colheita mecanizada a metodologia utilizada é o estoque sobre rodas.

**Usina:** Na *Usina*, a colheita é 100% mecanizada, portanto esse estoque é realizado pelo sistema bate-volta, de maneira que os caminhões quando chegam na *Usina* desacoplam os conjuntos carregados para voltar às frentes de corte. Caso ocorra algum problema em uma das frentes de corte, o estoque sobre rodas mantém a produtividade na moenda, já que a quantidade disponível em estoque é sempre maior que a demanda, justamente para evitar paradas na moenda até a resolução do problema na frente de corte. A equipe de carregamento nas frentes de corte, conforme o nível de estoque no pátio da *Usina* esteja adequado, efetuará as operações de carregamento sem pressa.

Essa variável é considerada também no sistema de corte e transporte.

- Paradas para refeição

**Literatura:** De acordo com Silva (2006), muitas usinas apelam para operadores adicionais para continuidade dos trabalhos nas paradas para refeição.

**Usina:** Diferentemente do sistema de corte, as paradas para refeição do carregamento são utilizadas apenas pelos operadores das empilhadeiras, que utilizam de operadores reservas para manter a produção. Como os tratores-transbordo e seus respectivos operadores são terceirizados, a *Usina* não gerencia suas paradas de refeição, apenas as monitora para não faltar equipamentos de transbordo.

- Pátio de carregamento

**Literatura:** Essa variável não foi encontrada na literatura pesquisada, contudo, foi identificada na *Usina*.

**Usina:** A *Usina* utiliza um pátio de carregamento para cada 50 hectares de cana nas frentes de colheita. A meta, é de que o trator-transbordo não ultrapasse 700 metros em média para o carregamento junto à colhedora, otimizando assim os recursos empregados no processo. Para auxiliar nesse processo, todos os

equipamentos têm rádio para uma comunicação eficaz. Apesar dessa variável não ter sido identificada na literatura, o Coordenador de CCT da *Usina*, ressalta que essa metodologia é usual no setor.

#### **4.2.3 Variáveis de decisão do Transporte**

A seguir está apresentado o comparativo entre os valores encontrados *in loco* na *Usina*, com o apresentado na literatura, ressaltando que cada empresa utiliza de valores específicos segundo seus interesses e experiência no processo de CCT.

- Desempenho dos veículos nos percursos de ida e volta

**Literatura:** De acordo com Junqueira (2014), o desempenho dos veículos nos percursos de ida e volta depende de alguns fatores, como condições do sistema viário, isto é, a trafegabilidade, organização dos percursos vazios e carregados e nível de destreza e comprometimento do motorista.

**Usina:** A *Usina* não mencionou a utilização dessa variável de decisão, porém a presente variável está alocada na variável de rendimento energético, a qual é influenciada pelos fatores mencionados na literatura como, condições do sistema viário, ou seja, a trafegabilidade, organização dos percursos vazios e carregados e nível de destreza e comprometimento do motorista.

- Desempenho econômico

**Literatura:** Na perspectiva de Carreira (2010), o desempenho econômico envolve o cálculo dos custos diretos, fixos e variáveis. Esses custos englobam; depreciação dos equipamentos de transporte, seguro, combustível, manutenção, pneus, dentre outros.

**Usina:** Essa variável não foi mencionada entre as variáveis de decisão no processo de CCT da *Usina*. Isso não quer dizer que a *Usina* não se preocupa com o desempenho econômico dos equipamentos de transporte. O Coordenador comentou de maneira restrita, que a *Usina* utiliza o rendimento energético para mensurar parte do desempenho econômico.

Dos 30 caminhões que a *Usina* utiliza no processo de transporte, 18 são próprios e 12 terceirizados, porém, não foi explicado quais os ganhos econômicos na utilização de caminhões próprio ou terceirizado.

- Desempenho operacional

**Literatura:** Para Junqueira (2014), o desempenho dos veículos de transporte depende principalmente de certos fatores, como condições do sistema viário, gerenciamento dos percursos e destreza e comprometimento do motorista.

**Usina:** A Usina não mencionou o desempenho operacional de maneira específica, todavia, fica clara a sua preocupação, em função da adoção de modelo matemático para o desempenho energético, utilização do sistema bate-volta, busca pela melhoria da trafegabilidade das estradas, entre outras questões.

- Equipamentos de transporte reserva

**Literatura:** Conforme Silva (2006), caso o dimensionamento do transporte não esteja adequado, poderão ocorrer problemas de abastecimento de cana na *Usina*. Ainda em relação à infraestrutura de transporte, é possível utilizar carretas e semi-reboques reservas em sistema de bate e volta para agilizar as operações no campo e/ou na usina.

**Usina:** A *Usina* não se vale de equipamento de transporte reserva. Existe uma disponibilidade e facilidade de contratação de equipamento de transporte terceirizado caso a *Usina* necessite aumentar sua capacidade de transporte em curto prazo.

Como a *Usina* emprega o sistema bate-volta, qualquer problema com algum equipamento de transporte é minimizado, uma vez que o próprio sistema compensa a redução do número de equipamentos. Porém, essa é uma solução de curto prazo.

Com o planejamento da *Usina* de dobrar até 2020 a capacidade de moagem, o Coordenador do CCT ressalta que a mesma terá que adquirir novos equipamentos de transporte ou terceirizar tais equipamentos.

- Equipamentos de transporte – composição de transporte e tipo de carroceria utilizada

**Literatura:** De acordo com Silva (2006), as composições de transporte mais encontradas nas usinas são: caminhão-plataforma (*truck*), caminhão-plataforma com um reboque acoplado (romeu e julieta), caminhão-plataforma com dois reboques acoplados (treminhão) e cavalo mecânico com dois semirreboques acoplados (rodotrem).

Iannoni e Morabito Neto (2002) salientam que o rodotrem tem capacidade média de transporte de cana picada de 65 toneladas, o treminhão, capacidade de transporte de 45 toneladas, e o romeu e julieta, capacidade de 25 toneladas.

**Usina:** A Usina não utiliza nenhum dos modelos tradicionais de composição. O caminhão de transporte carrega 5 caixotes, com capacidade unitária de 11 toneladas, totalizando 55 toneladas. A grande diferença é o peso da composição vazia, a qual, segundo o Coordenador da Usina é bem mais leve que as composições tradicionais, trazendo vantagens de locomoção, menor desgaste dos pneus, menor deterioração das estradas, entre outras.

- Estoque de cana no pátio

**Literatura:** Conforme Silva (2006), o estoque de cana no pátio tem por objetivo manter a continuidade do funcionamento da moenda, no caso de descontinuidade da entrega de cana pelas frentes de corte. O estoque poderá ser alocado no pátio da usina, quando a mesma utilizar o corte manual; nos casos de colheita mecanizada, será usado o estoque sobre rodas.

**Usina:** Na Usina, a colheita é 100% mecanizada, portanto esse estoque é realizado pelo sistema bate-volta, no qual os caminhões na chegada à Usina desacoplam os conjuntos carregados para voltar à frente de corte. Caso ocorra algum problema em uma das frentes de corte, o estoque sobre rodas ajuda no suprimento da cana na moenda até a resolução do problema na frente de corte. Conforme o nível de estoque no pátio da Usina estiver adequado, a equipe de transporte trabalhará com mais equilíbrio (sem pressa), ajudando também na melhora do rendimento energético dos equipamentos.

Essa variável é considerada também no sistema de corte e carregamento.

- Horários de restrição

**Literatura:** Segundo Silva (2006), por segurança, em algumas regiões, o trânsito noturno de algumas composições não é permitido. O treminhão trabalha, nesse horário, com uma carreta a menos e o rodotrem, com apenas um semirreboque.

**Usina:** Para o Coordenador de CCT da *Usina*, até o momento, não há qualquer restrição nas estradas que a *Usina* utiliza para transporte da cana, nem em relação ao horário e ao peso das composições.

- Paradas para refeição

**Literatura:** De acordo com Silva (2006), muitas usinas usam operadores adicionais para continuidade dos trabalhos nas paradas de refeição.

**Usina:** A mesma metodologia nas paradas para refeição do corte é utilizada no transporte. A usina emprega operadores denominados faltistas<sup>9</sup>, para substituir os operadores do conjunto de transporte, enquanto os operadores de transporte usam também tempos “mortos”<sup>10</sup> para sua refeição, como tempo de fila no descarregamento e reparos no caminhão. O tempo mínimo de parada para refeição é de 1 hora, chegando a 2 horas, no máximo, mas geralmente é limitado ao tempo mínimo.

- Potencial de transporte

**Literatura:** Conforme Junqueira (2014), o potencial de transporte é definido por três variáveis, tempo de ciclo, densidade da carga e número de cargas.

**Usina:** A Usina segue as mesmas variáveis citadas por Junqueira (2014), para determinar o potencial de transporte. Há 3 safras, a usina tinha 28 caminhões com potencial de colocar 11 mil toneladas de cana, com uma relação de 392 toneladas de cana por caminhão/dia. Na atualidade, a usina tem potencial de 13 mil toneladas/dia, com 30 caminhões, com 433 toneladas de cana por caminhão/dia. Para chegar a esse resultado, a usina não aumentou a velocidade dos caminhões, mas melhorou a trafegabilidade e otimizou os tempos parados no transporte. Se a perda de tempo for no trajeto, a usina otimiza a trafegabilidade; se for nas pontas do processo, isso pode ser equacionado com o carregamento ou o descarregamento.

A *Usina* tem um modelo matemático para o transporte, que é o de despacho de caminhões. O modelo é alimentado várias vezes durante o dia com as seguintes informações: quantidade de colhedora nas frentes, distância média dos talhões, tempo de carregamento, quantidade de caminhões, paradas de máquinas (por quebra, lavagem etc.); assim, quando ocorre a parada, a máquina é desativada, dando

---

<sup>9</sup> Operadores utilizados para suprir a falta ao trabalho de algum operador.

<sup>10</sup> Tempo em que o operador está sem ocupação.

informação para o sistema de que aquela frente perdeu força, sempre identificando as frentes com potencial para receber mais caminhões.

Identificado onde as frentes vão trabalhar, deve ser definida a necessidade de caminhões de que a *Usina* irá necessitar. Calculando-se a velocidade média com o caminhão vazio e carregado, perda de tempo médio no carregamento no campo, perda de tempo médio na indústria, ou seja, o ciclo de transporte, pensando-se na disponibilidade do veículo (a *Usina* trabalha com um número de 85% de disponibilidade), pois o mesmo precisa passar por manutenção, lavagem, reparos, quebras esporádicas etc. Quer dizer, calculando-se o tempo em que o caminhão faz o ciclo, dentro de 24 horas, extraíndo-se 15% de indisponibilidade (com reparos, manutenção preventiva, quebra etc.), chega-se à quantidade de caminhões que deverá ser utilizada. Para trazer 13 mil toneladas, em 5 frentes, num raio médio de 22 km, que é a média da *Usina*, com o tempo de ciclo médio de transporte, tem-se uma necessidade de 30 caminhões.

Enquanto a *Usina* carrega as 13 mil toneladas por dia com 30 caminhões, uma usina vizinha carrega entre 14 e 15 mil toneladas com 70 a 80 caminhões, um número muito acima. Esse número depende da condição de trafegabilidade do canavial, com investimento considerável em trajetos, estradas mestre, escoamento da produção, emprego do sistema bate-volta, etc.

Para melhorar essa equação, a *Usina* tem um projeto para este ano de mapear cada pedaço de estrada do canavial, sejam estradas dentro da propriedade, sejam estradas vicinais, municipais, e outras, até chegar à *Usina*. Após esse mapeamento, a *Usina* calculará a quantidade de cana que será transportada em cada trecho, dando prioridade de manutenção nos trechos de alta trafegabilidade de cana transportada e, dando atenção e direcionamento de investimento proporcional para cada trecho.

A *Usina* faz um planejamento de utilização dos caminhões na safra (planejamento de médio prazo), mas faz um ajuste semanal/diário (planejamento de curto prazo) pela dinâmica da produtividade das frentes de colheita.

- Rendimento energético

**Literatura:** Essa variável não foi identificada na literatura pesquisada. Porém, segundo o Coordenador de CCT da *Usina*, muitas usinas apelam para essa variável,



no processo de decisão. Como existe um programa (Modelo matemático) que é comercializado por determinadas empresas, sua utilização é realizada por muitas usinas para medir o rendimento energético de seus equipamentos e operadores.

**Usina:** A Usina usa de alguns indicadores de rendimento energético: São definidas algumas metas (tonelada de cana por hora, litros de óleo diesel por hora, hora máquina por dia, tonelada de cana por dia, disponibilidade mecânica dos equipamentos, litros por tonelada e toneladas por litro, meta de perda, de palha, de terra, entre outras). Essas metas são controladas semanalmente.

É realizado um ranking semanal dos operadores das colhedoras, empilhadoras e caminhões. O ranking é estabelecido pelo melhor desempenho energético, o qual se mede por tonelada por litro.

Os operadores (das colhedoras, empilhadeira e composições de transporte) recebem incentivos remuneratórios pelo seu desempenho energético. Sempre que um operador não chega às inúmeras metas estabelecidas, é enviado um aviso para seu superior, que lhe comunica essa circunstância e o instrui, para que o mesmo melhore seu desempenho e, se necessário, passe por requalificação da operação executada.

- Sistema bate-volta

**Literatura:** De acordo com Kabbach (2010), algumas usinas adotam o sistema bate-volta, com o objetivo de maximizar o uso do cavalo-mecânico, diminuindo o tempo de permanência na usina e melhorando o desempenho da frota.

Os cavalos-mecânicos desacoplam os conjuntos carregados no pátio da usina e acoplam a outro conjunto vazio, para o retorno à área de colheita. Segundo Carreira (2010), muitas usinas, além de utilizar o sistema bate-volta no pátio da usina, também o fazem no pátio de carregamento do campo de colheita, trazendo mais agilidade ao ciclo do transporte e eficiência do sistema bate-volta.

**Usina:** A Usina usa o sistema bate-volta. Devido à oscilação do CCT, é necessário o que a Usina chama de “pulmão”, que é o estoque sobre rodas propiciado pelo sistema bate-volta. A moenda necessita de uma entrada de 550 toneladas de cana por hora. Ao invés de aumentar a quantidade de caminhões para abastecer continuamente a moenda, a Usina começou a empregar o sistema bate-volta.

Para alimentar o sistema bate-volta, a *Usina* conta com aproximadamente 30 caminhões e 40 conjuntos, isto é, 10 conjuntos a mais para utilização no sistema.

O caminhão oriundo das frentes de colheita, quando chega à *Usina*, demora em média 50 minutos para chegar na *Usina*, esperar no pátio externo, pesar, descarregar e sair, para depois voltar às frentes de colheita, reduzindo este tempo a 35 minutos nos dias em que a *Usina* está moendo bem. Com o sistema bate-volta, o caminhão demora 10 minutos para desacoplar do conjunto cheio e acoplar com o conjunto vazio, ganhando em média 30 minutos. O caminhão que faz entre 7 a 8 viagens no dia, ganhando 30 minutos por ciclo, consegue uma diminuição de 4 horas de trabalho, possibilitando ao mesmo caminhão dar 1,5 viagem a 2 viagens a mais por dia, reduzindo a quantidade de caminhões, ou acompanhar um aumento de moagem da moenda sem aumentar a quantidade de caminhões. Esse estoque regulador é fundamental para a *Usina*.

Apesar de ser vantajoso, segundo o Coordenador de CCT da *Usina*, o sistema bate-volta não é realizado no campo, apenas no pátio da *Usina*. Isso ocorre por questão de segurança. Como a *Usina* adota o sistema de carregamento com empilhadeira, não é seguro o carregamento do conjunto sem o cavalo mecânico acoplado, pois o conjunto fica calçado apenas por sapatas, tornando arriscado o empilhamento.

Na *Usina*, o sistema bate-volta é realizado antes da balança, no pátio externo, pois a empresa não tem espaço no pátio interno para operacionalização do sistema (Figura 4.7).

Figura 4.7 - Pátio interno e externo da Usina

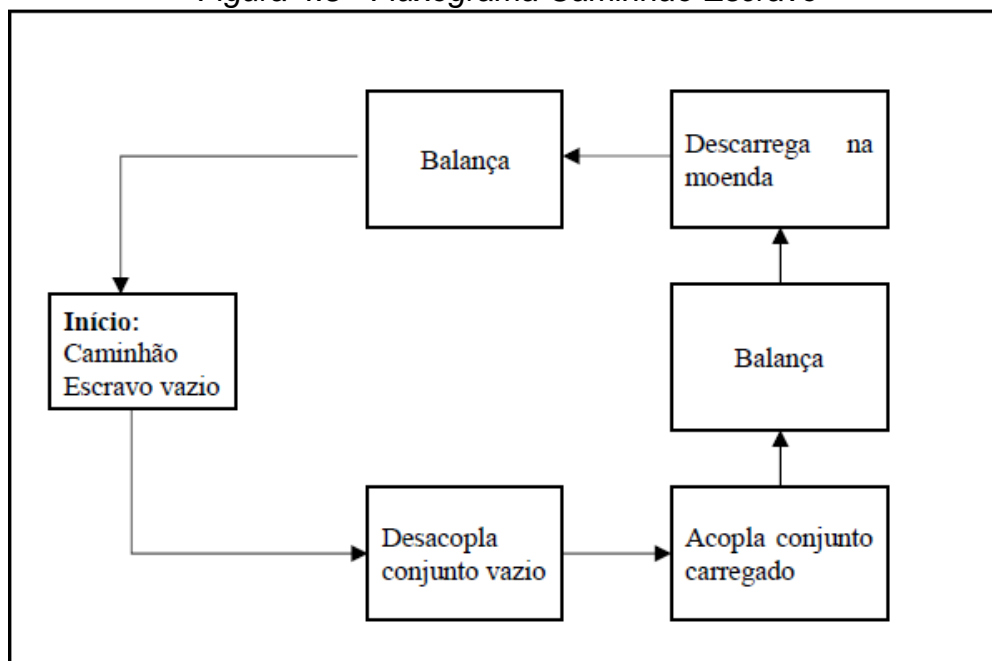


Fonte - Google Maps (2017)

Nesse ano a *Usina* utilizará um caminhão exclusivo para o sistema como experiência, afim de dar mais giro à cana em estoque. Esse caminhão é apelidado pela *Usina* de caminhão “escravo”. Ele é usado exclusivamente para buscar o conjunto com cana no pátio e trazendo para dentro da *Usina*, retornando com o conjunto vazio e desacoplando no pátio, de sorte a fazer um circuito de até mil metros, disponibilizando mais cargas vazias para os caminhões que utilizam do sistema bate-volta.

Na Figura 4.8, é ilustrado o processo de produção do caminhão escravo. O processo se inicia com o caminhão escravo se dirigindo ao pátio de carregamento/descarregamento na *Usina*, no pátio o caminhão escravo desacopla o conjunto vazio, acopla o conjunto carregado e se dirige à balança. Após passar pela balança carregado, o caminhão escravo descarrega a cana na moenda passa novamente pela balança e posteriormente se desloca para o pátio outra vez, reiniciando o processo.

Figura 4.8 - Fluxograma Caminhão Escravo



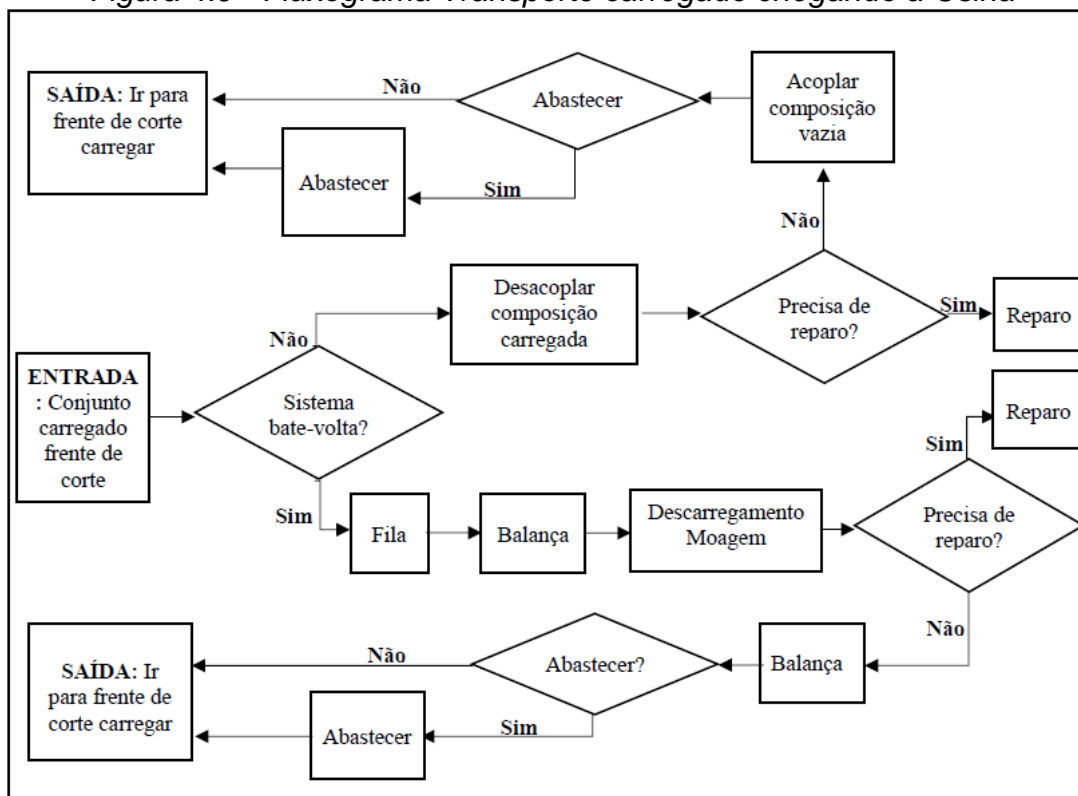
Fonte – Autor

Na Figura 4.9, tem-se o funcionamento do processo de chegada e saída dos caminhões na *Usina*. O processo se inicia pela chegada dos conjuntos carregados na *Usina*, oriundos das frentes de corte. Entrando no processo, os conjuntos podem ser direcionados para fila de descarregamento ou para o sistema bate-volta.

Recebendo a indicação de que não entrará no sistema bate-volta, deverá seguir para a fila de descarregamento. A composição carregada entra na fila, passa pela balança, descarrega a cana no receptor da moagem, caso necessite de reparo, vai para oficina, do contrário passa pela balança com o conjunto vazio. Se necessitar abastecer, abastece e volta para a frente de corte (saída), se não precisar abastecer, segue diretamente para a frente de corte carregar (saída).

Caso o caminhão receba a indicação de que entrará no sistema bate-volta, deverá desacoplar o conjunto carregado no pátio da *Usina*. Se necessitar de reparo vai para oficina, se não, acopla o conjunto vazio. Se necessário, abastece e volta para a frente de corte (saída).

Figura 4.9 - Fluxograma Transporte carregado chegando à Usina



Fonte – Autor

- Tempo de ciclo de transporte

**Literatura:** De acordo com Carreira (2010), o tempo de ciclo de transporte é estabelecido pela saída da composição de transporte da usina para o talhão indicado, até o seu retorno e descarregamento na usina.

Esse tempo pode variar muito, principalmente pela utilização ou não do sistema bate-volta, e se esse sistema emprega apenas o pátio da usina ou se é usado também o pátio de carregamento do corte no campo.

Quando da não utilização do sistema bate-volta, o tempo de ciclo aumenta, pois as composições de transporte enfrentam filas, tanto para carregar no campo quanto no pátio da usina. Não foi encontrado na literatura um tempo médio de ciclo de transporte, porque isso dependerá da distância do talhão em que a composição de transporte for carregar a cana.

**Usina:** A Usina estabelece uma média de tempo por quilômetro de distância do talhão, se o operador da composição de transporte ultrapassar essa média, na chegada à Usina, deverá informar ou justificar qual o motivo do atraso.

- Tempo de espera do caminhão no pátio da usina

**Literatura:** Iannoni e Morabito Neto (2002) não fixam um tempo médio de espera do caminhão, no pátio da usina, mas destacam que esse tempo depende muito da capacidade e da operação da moenda da usina.

**Usina:** O caminhão oriundo das frentes de colheita, quando chega à *Usina*, demora em média 50 minutos (chegada na usina, espera no pátio externo, pesagem, descarregamento e saída da usina) para voltar às frentes de colheita. Conforme enfatizam Iannone e Morabito Neto (2002), a capacidade e operação da moenda podem interferir nesse tempo de espera e, no caso da Usina em estudo, esse tempo pode ser reduzindo a 35 minutos, nos dias em que a usina está moendo bem.

### 4.3 PLANEJAMENTO E TOMADA DE DECISÃO DO CCT DA USINA

O planejamento de longo, médio e curto prazos do CCT, como também os papéis de decisão utilizados pelos níveis hierárquicos do CCT da *Usina*, são apresentados no presente tópico.

#### 4.3.1 Planejamento

A *Usina* realiza o planejamento do CCT em relação ao tempo (longo, médio e curto prazos), que estabelece as ações efetuadas e as consequências das dessas ações. O longo prazo é entendido por 2 a 4 anos, o médio prazo por 1 ano (safra) e o curto prazo por dias/semana.

- Planejamento de longo prazo

O planejamento de longo prazo no CCT na *Usina*, tem um prazo médio de 3 anos e é realizado desde o plantio (preparo de solo, seleção de variedades a serem plantadas (precoce, média e tardia), onde será plantada cada variedade, melhoria na trafegabilidade das estradas, entre outros pormenores, até o início da safra. Ou seja, são variáveis de decisão anteriores às safras, fixadas entre o setor de CCT e o setor Agrícola, responsável pelo plantio.

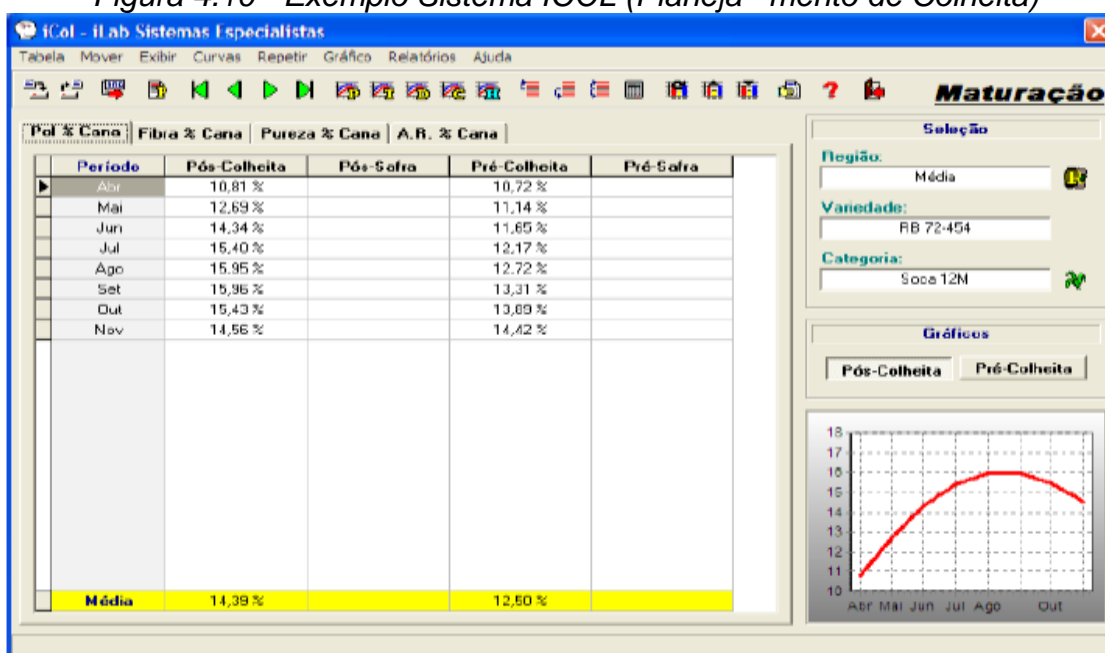
As variedades mencionadas anteriormente diferem quanto ao tempo que levam para alcançar o pico de maturação. As variedades agrupam-se em precoces, quando apresentam um teor de sacarose (Pol) acima de 13% no início de maio, em médias,

quando atingem a maturação em julho, e em tardias, quando o pico de maturação ocorre em agosto/setembro (HORII, 2004 apud RAMOS, 2014).

- Planejamento de médio prazo

Já no planejamento de médio prazo do CCT, que seria o período de safra (um ano), a *Usina* dimensiona todo o processo de colheita da safra, se o canavial será de alta, média ou baixa produtividade, qual o potencial de colheita, nível de trafegabilidade atual, entre outras variáveis de decisão. A *Usina* emprega um software de Planejamento de Colheita chamado ICOL (Figura 4.10). Esse sistema foi desenvolvido pela empresa ILAB Sistemas Especialistas, que, em 2014, se uniu com outras duas empresas de inovações para a agricultura, formando a empresa Hexagon Agriculture.

Figura 4.10 - Exemplo Sistema ICOL (Planejamento de Colheita)



Fonte - ILAB (2017)

Esse sistema de planejamento de colheita especifica a melhor data de corte para cada uma das áreas de produção de cana-de-açúcar. É necessário, para melhor desempenho do sistema, uma base de dados que deverá conter o cadastro de fazendas, talhões, variedades, estágios de corte, data de corte, data de plantio, sistema de colheita, quantidade de hectares, produtividade de todos os talhões, curvas de maturação de cada variedade, entre outros aspectos.

Quando a *Usina* foi instalada, não tinha um histórico desse banco de dados para alimentar o sistema, levando-a a comprar curvas de plantios de determinada variedade da região. No momento, a *Usina* conta com esse banco de dados de seu canavial.

O sistema permite elaboração de cenários para responder a perguntas estratégicas do tipo (ILAB, 2017):

- Qual a data de início de safra ideal para esse ano?
- Como efetuar a política de matéria-prima de fornecedores?
- Qual o mix ótimo de produção de açúcar e álcool?
- Como configurar e distribuir frentes de corte?
- Qual o perfil varietal ideal para composição do canavial?
- Como minimizar a distância de transporte em períodos críticos?
- Onde, quando e como colher a matéria-prima?
- Como minimizar custos operacionais da área agrícola?

Em conjunto com a base de dados inseridos pela equipe da *Usina*, é necessário o estabelecimento de restrições ao sistema, como por exemplo (ILAB, 2017):

- Idades de corte de cana de 18 meses, 12 meses e soqueiras;
- Limitação de data de corte de variedades com problemas de florescimento;
- Programação de contratos de fornecimento de cana;
- Planejamento de reforma de talhões;
- Programação de frentes de corte;
- Distribuição de áreas para aplicação de vinhaça;
- Distância média de transporte de cana;
- Detalhamento de programação semanal e diária;
- Projeção de produção de açúcar e álcool;
- Cenários de ganhos/perda de teor de sacarose, entre outras.

Com os dados inseridos pela usina, as restrições e os objetivos das projeções estabelecidos, o sistema buscará maximizar os resultados esperados pela empresa.

- Planejamento de curto prazo



No último nível de planejamento, curto prazo, a *Usina* trabalha com período semanal e diário. Isso ocorre porque dentro do planejamento semanal, poderá ocorrer problemas pontuais, que afetará o processo de CCT naquele dia específico (quebra de máquinas, queima não prevista do canavial, problemas na indústria, chuva, etc.).

Uma variável que tem grande influência no planejamento de curto prazo, principalmente no planejamento diário, é a variável chuva. Por mais que a *Usina* tenha uma previsibilidade de 20% de paralização do CCT durante a safra por conta das chuvas, a imprevisibilidade do dia e da quantidade de chuva recebida nos pontos de frente de colheita, torna essa variável relevante no processo.

#### 4.3.2 Processo decisório da Usina'

Com base nas classificações das decisões desenvolvidas por Maximiano (2000), foi elaborado um quadro (Quadro 4.3) descrevendo os papéis de decisão dos níveis hierárquicos do planejamento com as principais variáveis de decisão encontradas no CCT da *Usina*. Essa descrição está baseada na percepção do entrevistador em relação as informações transmitidas pelo coordenador do CCT da *Usina*.

Quadro 4.3 - Descrição dos papéis de decisão dos níveis hierárquicos do planejamento com as variáveis de decisão do CCT da Usina

Níveis Hierárquicos	Variáveis de decisão do CCT da Usina		Descrição do papel de Decisão
Alta Gerência	Corte	Estoque de cana no pátio	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Alta Gerência.
		Frentes de corte	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos e setores distintos); Alta participação da Alta Gerência.
		Paradas para refeição	Decisões programadas; Decisões operacionais; Decisões coletivas; Participação baixa da Alta Gerência.
		Potencial de colheita	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos e setores distintos); Alta participação da Alta Gerência.
		Produtividade do talão	Decisões programadas; Decisões táticas/operacionais; Decisões coletivas; Participação mediana da Alta Gerência.

<b>Níveis Hierárquicos</b>	<b>Variáveis de decisão do CCT da Usina</b>		<b>Descrição do papel de Decisão</b>
		Rendimento energético	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas/operacionais; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Alta Gerência.
		Setorização das frentes de colheita	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos e setores distintos); Alta participação da Alta Gerência.
	Carregamento	Capacidade de carregamento	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Alta Gerência.
		Equipamentos de carregamento	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Alta Gerência.
		Estoque de cana no pátio	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Alta Gerência.
		Paradas para refeição	Decisões programadas; Decisões operacionais; Decisões coletivas; Participação baixa da Alta Gerência.
		Pátio de carregamento	Decisões programadas; Decisões táticas/operacionais; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Participação mediana da Alta Gerência
	Transporte	Equipamentos de transporte reserva	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Alta Gerência.
		Equipamentos de transporte: composição de transporte e tipo da carroceria utilizada	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Alta Gerência.
		Estoque de cana no pátio	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Alta Gerência.
		Paradas para refeição	Decisões programadas; Decisões operacionais; Decisões coletivas; Participação baixa da Alta Gerência.
		Potencial de transporte	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas;

Níveis Hierárquicos	Variáveis de decisão do CCT da Usina		Descrição do papel de Decisão
			Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Alta Gerência.
		Rendimento energético	Decisões programadas; Decisões táticas/operacionais; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Participação mediana da Alta Gerência.
		Sistema bate-volta	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação de Alta Gerência.
		Tempo de ciclo de transporte	Decisões programadas; Decisões táticas/operacionais; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Decisões otimizadas. Baixa participação de Alta Gerência.
		Tempo de espera do caminhão no pátio da usina	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação de Alta Gerência.
Média Gerência	Corte	Estoque de cana no pátio	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Média Gerência.
		Frentes de corte	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos e setores distintos); Alta participação da Média Gerência.
		Paradas para refeição	Decisões programadas; Decisões operacionais; Decisões coletivas; Participação baixa da Média Gerência.
		Potencial de colheita	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos e setores distintos); Alta participação da Média Gerência.
		Produtividade do talão	Decisões programadas; Decisões táticas/operacionais; Decisões coletivas; Participação alta da Média Gerência.
		Rendimento energético	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas/operacionais; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Média Gerência.
		Setorização das frentes de colheita	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos e setores distintos); Alta participação da Média Gerência.

<b>Níveis Hierárquicos</b>	<b>Variáveis de decisão do CCT da Usina</b>		<b>Descrição do papel de Decisão</b>
	Carregamento	Capacidade de carregamento	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Média Gerência.
		Equipamentos de carregamento	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Média Gerência.
		Estoque de cana no pátio	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Média Gerência.
		Paradas para refeição	Decisões programadas; Decisões operacionais; Decisões coletivas; Participação baixa da Média Gerência.
		Pátio de carregamento	Decisões programadas; Decisões táticas/operacionais; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Participação alta da Média Gerência
	Transporte	Equipamentos de transporte reserva	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Média Gerência.
		Equipamentos de transporte: composição de transporte e tipo da carroceria utilizada	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Média Gerência.
		Estoque de cana no pátio	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Média Gerência.
		Paradas para refeição	Decisões programadas; Decisões operacionais; Decisões coletivas; Participação baixa da Média Gerência.
		Potencial de transporte	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Média Gerência.
		Rendimento energético	Decisões programadas; Decisões táticas/operacionais; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Média Gerência.
		Sistema bate-volta	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos);

Níveis Hierárquicos	Variáveis de decisão do CCT da Usina		Descrição do papel de Decisão
		Tempo de ciclo de transporte	Alta participação de Média Gerência. Decisões programadas; Decisões táticas/operacionais; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação de Média Gerência.
		Tempo de espera do caminhão no pátio da usina	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação de Média Gerência.
		Corte	Estoque de cana no pátio
Frentes de corte	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos e setores distintos); Mediana participação da Equipe Operacionais.		
Paradas para refeição	Decisões programadas; Decisões operacionais; Decisões coletivas; Alta participação da Equipe Operacional.		
Potencial de colheita	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos e setores distintos); Mediana participação da Equipe Operacional.		
Produtividade do talão	Decisões programadas; Decisões táticas/operacionais; Decisões coletivas; Participação alta da Equipe Operacional.		
Rendimento energético	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas/operacionais; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Equipe Operacional.		
Setorização das frentes de colheita	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos e setores distintos); Mediana participação da Equipe Operacionais.		
Equipe Operacional	Carregamento	Capacidade de carregamento	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Mediana participação da Equipe Operacional.

Níveis Hierárquicos	Variáveis de decisão do CCT da Usina		Descrição do papel de Decisão
		Equipamentos de carregamento	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Mediana participação da Equipe Operacional.
		Estoque de cana no pátio	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Mediana participação da Equipe Operacional.
		Paradas para refeição	Decisões programadas; Decisões operacionais; Decisões coletivas; Alta participação da Equipe Operacional.
		Pátio de carregamento	Decisões programadas; Decisões táticas/operacionais; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Equipe Operacional.
	Transporte	Equipamentos de transporte reserva	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Mediana participação da Equipe Operacional.
		Equipamentos de transporte: composição de transporte e tipo da carroceria utilizada	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Mediana participação da Equipe Operacional.
		Estoque de cana no pátio	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Mediana participação da Equipe Operacional.
		Paradas para refeição	Decisões programadas; Decisões operacionais; Decisões coletivas; Alta participação da Equipe Operacional.
		Potencial de transporte	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Participação mediana da Equipe Operacional.
		Rendimento energético	Decisões programadas; Decisões táticas/operacionais; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Alta participação da Equipe Operacional.

Níveis Hierárquicos	Variáveis de decisão do CCT da Usina	Descrição do papel de Decisão
	Sistema bate-volta	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Mediana participação da Equipe Operacional.
	Tempo de ciclo de transporte	Decisões programadas; Decisões táticas/operacionais; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Mediana participação da Equipe Operacional.
	Tempo de espera do caminhão no pátio da usina	Decisões programadas; Decisões estratégicas/táticas; Decisões coletivas (níveis hierárquicos distintos); Mediana participação da Equipe Operacional.

Fonte - Autor

Em relação aos tipos de decisões, programadas e não programadas, estratégicas, táticas e operacionais, individuais e coletivas, concluiu-se pelo que se apresenta no Quadro 4.3 que: todas as variáveis de decisão são programadas, e isso ocorre pelo conhecimento das atividades do CCT, histórico de informações e busca de melhoria contínua dos processos.

As decisões do tipo estratégicas, táticas e operacionais, se dividem nas variáveis em estratégicas/táticas, por decisões que envolvem os níveis de alta e média gerência, e táticas/operacionais, em decisões que envolvem os níveis de média gerência e equipe operacional. Essa variação se deve aos prazos, impactos e abrangência das decisões.

Conforma exposto no Quadro 4.3, a participação nos papéis de decisão da Alta Gerência nas principais variáveis de decisão do CCT encontradas na *Usina* é alta. Isto ocorre, principalmente, porque o setor de CCT está situado no nível tático da organização, fazendo com que essas decisões sejam tomadas em conjunto com a Média Gerência.

A alta participação da Alta Gerência se dá nas variáveis mais estratégicas, de longo prazo e alto impacto no processo de CCT, como nas variáveis do corte que são, estoque de cana no pátio, frentes de corte, potencial de colheita, rendimento energético e setorização das frentes de colheita, nas variáveis de carregamento como, capacidade de carregamento, equipamentos de carregamentos e estoque de cana no

pátio, e nas variáveis de transporte como, equipamentos de transporte reserva, composição de transporte e tipo da carroceria utilizada, estoque de cana no pátio, potencial de transporte, rendimento energético, sistema bate-volta e tempo de espera do caminhão no pátio da *Usina*, ou seja, a Alta Gerência tem alta participação em praticamente todas as variáveis de decisão, tendo baixa participação apenas nas variáveis, parada para refeição e tempo de ciclo de transporte.

Na Média Gerência não é diferente, observa-se uma alta participação em praticamente todas as variáveis de decisão. Na verdade, a única variável de baixa participação é em relação a paradas para refeição, a qual é uma atividade estritamente operacional. Essa alta participação se dá, porque o setor de CCT é de inteira responsabilidade da Média Gerência, com alta participação da Alta Gerência nas decisões estratégicas/táticas, em conjunto com a Média Gerência, e alta participação nas decisões táticas/operacionais juntamente com a Equipe Operacional.

A Equipe Operacional tem alta participação nas variáveis, parada para refeição, produtividade do talhão, rendimento energético e no pátio de carregamento. A alta participação nas decisões dessas variáveis, se deve ao alto nível tático/operacional e de execução dessas atividades, bem como o alto grau de descentralização das decisões. Já em todas as outras decisões do CCT, a equipe operacional tem participação mediana, visto que, a maior parte das informações que alimentam as variáveis de decisão vem da Equipe Operacional, sendo vital sua participação no processo decisório do CCT da *Usina*.

#### **4.3.3 Relações entre as variáveis mencionadas pela Usina**

As variáveis encontradas na *Usina*, são inter-relacionadas e interdependentes. Essas relações são intensas em algumas variáveis e menos intensa entre outras..

Está apresentada nos quadros a seguir, a inter-relação entre as variáveis.

- Variável características dos talhões e variáveis relacionadas (Quadro 4.4)

A variável características dos talhões influirá no potencial de colheita, pois, dependendo da forma do talhão, tiro de colheita, declividade, malha viária, entre outros aspectos, o potencial de colheita poderá ser alterado. Da mesma maneira influenciará a produtividade do talhão. O rendimento energético é afetado pelas características dos talhões, porque dependendo das características já citadas, o



rendimento das colhedoras será impactado. A colhedora deverá operar em uma rotação diferente, em função da declividade do talhão, variedade da cana, entrelaçamento da cana, tiro de corte, entre outras. Conforme as características dos talhões afetam o potencial de colheita, a setorização das frentes de corte utilizará essas informações para planejar a colheita, estabelecendo as frentes de cortes diárias.

*Quadro 4.4 - Relações da variável características dos talhões*

VARIÁVEL BASE	VARIÁVEIS RELACIONADAS	
CORTE: Características dos talhões	CORTE	Potencial de colheita
		Produtividade do talhão
		Rendimento energético
		Setorização das frentes de colheita

*Fonte - Autor*

- Variável estoque de cana no pátio e variáveis relacionadas (Quadro 4.5)

A variável estoque de cana no pátio é citada nas três áreas do processo de CCT, corte, carregamento e transporte e se relaciona com variáveis do corte e transporte do CCT da *Usina*. A relação com a variável frentes de corte, se dá pela mudança ou não das frentes de corte. Se o estoque está dentro do planejado, as frentes são pouco afetadas, mas se há uma falta no estoque de cana no pátio, as frentes de corte podem ser remanejadas, de modo a suprir a demanda da moenda, até que o estoque regulador se reestabeleça.

A relação com a variável rendimento energético, tanto do corte, quanto do transporte, é efetivada pelo atendimento à demanda da moagem. Caso o estoque não consiga sustentar a alimentação da moenda, os equipamentos de corte e carregamento, necessitarão acelerar o processo, podendo assim reduzir o rendimento energético dos equipamentos.

O estoque de cana no pátio é realizado pelo sistema bate-volta, ou seja, a relação se dá na execução do sistema. O sistema bate-volta operando, o estoque de cana no pátio da *Usina* é alcançado.

Quanto ao tempo de ciclo de transporte, este se dá também pela manutenção do nível do estoque, se o estoque estiver no nível desejado, mantém-se o tempo de ciclo, se o estoque estiver abaixo do nível desejado, procura-se diminuir o tempo de ciclo.

Quadro 4.5 - Relações da variável estoque de cana no pátio

VARIÁVEL BASE	VARIÁVEIS RELACIONADAS	
CORTE: Estoque de cana no pátio	CORTE	Frentes de corte
		Rendimento energético
	TRANSPORTE	Rendimento energético
		Sistema bate-volta
		Tempo de ciclo de transporte

Fonte - Autor

- Variável frentes de corte e variáveis relacionadas (Quadro 4.6)

A variável frentes de corte se relaciona com variáveis do corte carregamento e transporte do CCT da *Usina*. A relação com as variáveis potencial de colheita, produtividade do talhão e setorização das frentes de colheita, ocorre no momento em que a *Usina* planeja sua colheita, ou seja, busca a setorização das frentes de colheita, baseada no potencial de colheita e produtividade do talhão.

A relação com a variável estoque de cana no pátio, do corte, carregamento e transporte, já foi explicitada anteriormente.

A variável potencial de transporte se relaciona com a variável frentes de corte, pela necessidade de transporte demandada por frente de corte. Cada frente de corte demandará uma necessidade diferente de caminhões, de maneira que o potencial de transporte deverá atender diariamente à demanda da moenda por cana, tendo como referencial a distância e o potencial de colheita das frentes de corte.

A relação com a variável sistema bate-volta, ocorre na sincronização de abastecimento do sistema. A relação com o tempo de ciclo de transporte, se dá pela distância de cada frente de corte, porque, dependendo da localização das frentes o tempo de ciclo será diverso.

Quadro 4.6 - Relações da variável frentes de corte

VARIÁVEL BASE	VARIÁVEIS RELACIONADAS	
CORTE: Frentes de corte	CORTE	Estoque de cana no pátio
		Potencial de colheita
		Produtividade do talhão
		Setorização das frentes de colheita
	CARREGAMENTO	Estoque de cana no pátio
	TRANSPORTE	Estoque de cana no pátio
		Potencial de transporte
		Sistema bate-volta
		Tempo de ciclo de transporte

*Fonte - Autor*

- Variável potencial de colheita e variáveis relacionadas (Quadro 4.7)

As variáveis características do talhão e produtividade do talhão, compõem o potencial de colheita, por isso a relação. Para a setorização das frentes de colheita e estabelecimento das frentes de corte do planejamento de colheita, é utilizado o potencial de colheita.

*Quadro 4.7 - Relações da variável potencial de colheita*

VARIÁVEL BASE	VARIÁVEIS RELACIONADAS	
CORTE: Potencial de colheita	CORTE	Características dos talhões
		Frentes de corte
		Produtividade do talhão
		Setorização das frentes de colheita

*Fonte - Autor*

- Variável produtividade do talhão e variáveis relacionadas (Quadro 4.8)

A relação da variável produtividade do talhão com as variáveis, características dos talhões, frentes de corte e potencial de colheita, já foram justificadas anteriormente. A produtividade do talhão é usada, em conjunto com outras variáveis, para alimentar o modelo matemático que desenvolve a setorização das frentes de colheita ou como denominado pela *Usina*, planejamento de colheita.

*Quadro 4.8 - Relações da variável produtividade do talhão*

VARIÁVEL BASE	VARIÁVEIS RELACIONADAS	
CORTE: Produtividade do talhão	CORTE	Características dos talhões
		Frentes de corte
		Potencial de colheita
		Setorização das frentes de colheita

*Fonte - Autor*

- Variável setorização das frentes de colheita e variáveis relacionadas (Quadro 4.9)

A relação da setorização das frentes de colheita com as variáveis características do talhão, frentes de corte, potencial de colheita e produtividade do talhão já foram explicadas. A relação entre as variáveis potencial de transporte e setorização das frentes, acontece no planejamento da colheita. Conforme a oferta diária das frentes de corte, é demandado o potencial necessário de transporte da cana, estabelecendo-se a quantidade de caminhões e seu respectivo potencial.

Quadro 4.9 - Relações da variável setorização das frentes de colheita

VARIÁVEL BASE	VARIÁVEIS RELACIONADAS	
CORTE: Setorização das frentes de colheita	CORTE	Características dos talhões
		Frentes de corte
		Potencial de colheita
		Produtividade do talhão
	TRANSPORTE	Potencial de transporte

Fonte - Autor

- Variável potencial de transporte e variáveis relacionadas (Quadro 4.10)

O potencial de transporte da *Usina* é formado pelas variáveis relacionadas. Dependendo do tipo de equipamento de transporte, é determinado o potencial de transporte de cada caminhão. Nas usinas de modo geral, como mencionado na literatura, existem diversos tipos de equipamento com potencial de transporte unitário distintos. Na *Usina*, é utilizado apenas um potencial de transporte por unidade transportadora, o qual é de 55 toneladas. O que irá definir o potencial de transporte diário da *Usina*, além do potencial unitário, é a eficiência do sistema bate-volta, diminuição do tempo de ciclo e tempo de espera do caminhão no pátio da *Usina*, variáveis diretamente relacionadas.

Quadro 4.10 - Relações da variável potencial de transporte

VARIÁVEL BASE	VARIÁVEIS RELACIONADAS	
TRANSPORTE: Potencial de transporte	TRANSPORTE	Equipamentos de transporte: composição de transporte e tipo da carroceria utilizada
		Sistema bate-volta
		Tempo de ciclo de transporte
		Tempo de espera do caminhão no pátio da usina.

Fonte - Autor

- Variável sistema bate-volta e variáveis relacionadas (Quadro 4.11)

As variáveis, equipamentos de transporte, estoque de cana no pátio e potencial de transporte, já foram relacionadas com a variável sistema bate-volta anteriormente. A diminuição do tempo de ciclo de transporte e tempo de espera do caminhão no pátio da *Usina*, dependerão diretamente da eficiência e da operação do sistema bate-volta. Se o equipamento de transporte empregar o sistema, o tempo de ciclo diminuirá e aumentará o potencial de colheita. O mesmo acontece com o tempo de espera do caminhão no pátio da *Usina*, se o equipamento de transporte participar do sistema, automaticamente o tempo de espera será menor.

**Quadro 4.11 - Relações da variável sistema bate-volta**

VARIÁVEL BASE	VARIÁVEIS RELACIONADAS	
TRANSPORTE: Sistema bate-volta	TRANSPORTE	Equipamentos de transporte: composição de transporte e tipo da carroceria utilizada
		Estoque de cana no pátio
		Potencial de transporte
		Tempo de ciclo de transporte
		Tempo de espera do caminhão no pátio da usina.

*Fonte - Autor*

Fica clara, nessas relações, a importância de todas as variáveis no processo. Como cada variável interfere em uma ou mais variáveis, é de extrema importância o cuidado com cada variável, mesmo que ela seja aparentemente inexpressiva no processo.

#### **4.3.4 Modelo conceitual de decisão utilizado pela Usina no processo de CCT**

Diante do que foi discutido no presente estudo de caso, tendo em vista as variáveis encontradas, o planejamento e tipos de tomadas de decisões e as relações entre as variáveis, foi possível identificar um modelo conceitual de decisão do processo de CCT da *Usina*. O modelo conceitual visa a estabelecer a sequência adotada nas operações de CCT, com o objetivo de facilitar a compreensão e as tomadas de decisão da operação da safra no CCT.

Para estabelecer o modelo conceitual, foram selecionadas as principais variáveis de decisão da *Usina* (Quadro 4.12). Essa seleção levou em consideração a amplitude das variáveis (relação com outras variáveis) e impacto das variáveis no processo de CCT.

**Quadro 4.12 - Principais variáveis de decisão da Usina**

CCT	PRINCIPAIS VARIÁVEIS DE DECISÃO DA USINA
CORTE	Produtividade do talhão
	Rendimento energético
	Setorização das frentes de colheita
CARREGAMENTO	Capacidade de carregamento
	Rendimento energético
TRANSPORTE	Potencial de transporte
	Rendimento energético
	Sistema bate-volta

*Fonte - Autor*

- Modelo conceitual da *Usina*

Para explicitar o modelo conceitual de decisão da *Usina*, foram identificadas 4 etapas que deverão ser seguidas.

A base para determinação dos quantitativos das principais variáveis do CCT da *Usina*, é o quanto esta pretende moer na safra (Etapa 1 -Quadro 4.12). Após estabelecido o planejamento de moagem, ou seja, o quanto a *Usina* pretende moer em determinada safra, é que se quantificam as variáveis potenciais de colheita, capacidade de carregamento e potenciais de transporte.

Antes de quantificar as variáveis mencionadas anteriormente, é estabelecido o planejamento de colheita (Etapa 2 -Quadro 4.12), também denominado setorização das frentes de colheita. Fixar a setorização das frentes de colheita, é fundamental para que o potencial de colheita, capacidade de carregamento e potencial de transporte da safra sejam distribuídos ao longo da safra, que em média é de 10 meses na *Usina*, objetivando entregar a quantidade diária de cana demandada por ela.

Estabelecida a demanda (anual e diária) de cana na safra, é necessário determinar as quantidades de equipamentos de colheita, carregamento e transporte, necessárias para o atendimento da demanda da *Usina* (Etapa 3 -Quadro 4.12). A necessidade de equipamentos diário do CCT, dependerá da setorização das frentes de colheita. Isso afeta principalmente o potencial de transporte, pela diferença nas frentes de corte.

Mesmo planejando a colheita e os equipamento de corte, carregamento e transporte, poderá ocorrer algum problema no processo. Para dar segurança ao processo, é utilizado o sistema bate-volta (Etapa 4 -Quadro 4.12), o qual deverá ser dimensionado e otimizado.

Assim, a *Usina* deverá dimensionar o tamanho do sistema bate-volta, para dar segurança ao processo e otimizar sua aplicação, auxiliando no rendimento energético dos equipamentos do CCT.

Demonstrada as etapas de decisão do processo de CCT da *Usina* (Quadro 4.13), fica identificado o modelo conceitual de decisão da *Usina*, ou seja, quais as etapas que devem ser respeitadas e seguidas, para o desenvolvimento adequado da aplicação das decisões no processo de CCT da *Usina*.

*Quadro 4.13 - Modelo conceitual de decisão da Usina*

Etapas do modelo conceitual de decisão do CCT da Usina	
Etapa 1	Quantitativo da moagem da safra
Etapa 2	Setorização/planejamento das frentes de colheita
Etapa 3	Potencial de colheita, capacidade de carregamento e potencial de transporte
Etapa 4	Dimensionamento e otimização do sistema bate-volta (segurança do CCT)

*Fonte - Autor*

O modelo conceitual de decisão apresentado, poderá ser seguido por qualquer *Usina*, independentemente da região instalada, capacidade de moagem/produção, equipamentos usados, entre outros aspectos.

## 5. CONCLUSÕES

É possível concluir, neste trabalho, que a *Usina* adota da maioria das variáveis de decisão no processo de CCT apresentadas pela literatura pesquisada, apesar das diferentes características. Cada 'Usina' está situada em regiões diferentes (disponibilidade de terra, qualidade do solo, declividade do solo, extensão das propriedades, nível de qualificação da mão-de-obra, estrutura logística da região, disponibilidade de água, entre outras peculiaridades), e cada uma tem política diferente quanto a fornecedores, terceirizados, colaboradores, etc.

Ficou demonstrada ainda, a alta participação no processo decisório do CCT na *Usina* da Alta e Média Gerências, e participação mediana da Equipe Operacional, que são vitais para o bom desempenho do processo. Isso se deve principalmente ao alto grau de descentralização das decisões. Sem a prática da descentralização nas variáveis de decisão ofertadas pela Alta Gerência para a Média Gerência, e da Média Gerência para a Equipe Operacional, os resultados esperados não seriam alcançados.

Outra importante constatação, é a identificação do modelo conceitual de decisão usado no processo de CCT da *Usina*, dividido em 4 etapas (Quadro 4.12). A utilização dessas etapas de maneira coordenada e sequencial, sistematiza o processo de tomada de decisão das variáveis e consolida o modelo conceitual. O papel da *Usina* neste momento, é o de desenvolver o modelo conceitual conforme necessário.



Por ser objeto de estudo do presente trabalho, é imprescindível entender a utilidade das variáveis de decisão do CCT. Como frisado anteriormente, são inúmeras as variáveis de decisão e suas inter-relações. Por isso, o presente estudo buscou apresentar as principais variáveis e provou que essas variáveis são essenciais para a eficácia do CCT, e que as principais variáveis encontradas podem alimentar futuros modelos matemáticos, alimentar ferramentas para auxílio da tomada de decisão, auxiliar no planejamento da instalação de uma usina, criar formulários, fluxograma, nível/grau tecnológico, modelos conceituais, entre outros.

Mostrou-se que o sistema bate-volta tem grande importância no processo de CCT. A *Usina* tem como ponto chave este sistema de logística entre campo e moenda. Ele propicia agilidade e continuidade da produção. No entanto, devido à natureza qualitativa do trabalho, alguns aspectos não foram possíveis de serem mensurados, por exemplo, tempo de operação do sistema, influência na produtividade em relação a outras formas, bem como, outros aspectos quantitativos. Recomenda-se, para trabalhos futuros, uma abordagem mais quantitativa do sistema bate-volta, especialmente em relação ao seu dimensionamento.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Y. V. **Biodiesel no Brasil em três hiatos: Selo Combustível Social, Empresas e Leilões 2005 a 2012.** Málaga, Espanha: Eumed.net, Universidad de Málaga, 2010.

BARBIER, R. **Pesquisa-ação na instituição educativa.** Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

BASTOS, A. C.; MORAES, M. A. F. D. **Perfil dos fornecedores de cana-de-açúcar na região centro-sul do Brasil.** Informações Econômicas, São Paulo, v. 44, n. 2, mar./abr. 2014.

BASTOS, K. Z. **Modelos de simulação para análise e apoio à decisão nos processos de corte mecanizado, carregamento e transporte no agronegócio da cana-de-açúcar.** 2009. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

BATEMAN, T. S.; SNELL, S. A. **Administração: construindo vantagem competitiva.** São Paulo: Atlas, 1998.

BENEDINI, M. S.; CONDE, A. J. **Sistematização de área para colheita mecanizada da cana-de-açúcar.** Revista Coplana, Guariba, SP, n. 53, p. 23-25, nov. 2008. Disponível em: < <http://www.coplana.com/gxpfiles/ws001/design/RevistaCoplana/2008/Novembro/pag23-24-25.pdf>>. Acesso em: 07 mar. 2017.

BENEDINI, M. S.; DONZELLI, J. L. **Colheita mecanizada de cana crua: caminho sem volta.** Revista Coplana, 2008.

BOGDAN, R. S.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos.** 12.ed. Porto: Porto, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**. 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. Disponível em: <[http://bbeletronica.sede.embrapa.br/bibweb/bbeletronica/2006/inst/inst\\_11.pdf](http://bbeletronica.sede.embrapa.br/bibweb/bbeletronica/2006/inst/inst_11.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2017.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Mercado e tendências no uso de biocombustíveis no Brasil**. 6º Congresso internacional de bioenergia. Curitiba, PR, 2011. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/1814742/>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Resenha energética brasileira: exercício de 2014**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/1138787/1732840/Resenha+Energ%C3%A9tica+-+Brasil+2015.pdf/4e6b9a34-6b2e-48fa-9ef8-dc7008470bf2>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

CARREIRA, Marcio Luís. **Desempenho operacional, econômico e energético do transporte de cana-de-açúcar: um estudo de caso**. 2010. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Máquinas agrícolas) – Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.

CHERUBIN, N. **Como reduzir custos na logística CTT?** Revista RPA News, Ed. 183, Ribeirão Preto, SP, 2017. Disponível em: <<http://revistarpanews.com.br/index.php/publi/item/463-agricola>>. Acesso em: 28 fev. 2017.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

COELHO, M. F. **Planejamento da qualidade no processo de colheita mecanizada da cana-de-açúcar**. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. – v. 2 - Safra 2015/16, n. 4 - Quarto levantamento, Brasília, Conab, 2016. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_04\\_14\\_09\\_06\\_31\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_4o\\_lev\\_-\\_15-16.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_14_09_06_31_boletim_cana_portugues_-_4o_lev_-_15-16.pdf). Acesso em: 28 fev. 2017.

CRUZ, R. R. **Desempenho operacional e análise de custo do corte, carregamento e transporte mecanizado de cana-de-açúcar**. (*Saccharum spp*). 2010. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

DAFT, R. L. **Administração**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

EMBRAPA. **Arvore do conhecimento: cana-de-açúcar, manejo e conservação**. <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_30\\_711200516717.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_30_711200516717.html)>. Acesso em 20 jun. 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

IANNONI, A. P.; MORABITO NETO, R. **Análise do sistema de recepção de cana-de-açúcar: um estudo de caso utilizando simulação discreta**. Gestão e Produção, São Carlos. v. 9, n. 2, p. 107-128, ago. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v9n2/a02v09n2.pdf>.> Acesso em: 06 ago. 2016.

JUNQUEIRA, R. A. R. **Programação das frentes de colheita de cana-de-açúcar: uma modelagem visando o equilíbrio das capacidades de colheita e transporte**. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

KABBACH, L. G. A. **Comparativo econômico do corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar com e sem palha pelo sistema de colheita mecanizada**. 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2010.

LACOMBE, F. J. M.; HEILBORN, G. L. J. **Administração: princípios e tendências**. 2. ed. rev. e atualizada. São Paulo: Saraiva, 2008.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MANZINI, E. J. **A entrevista na pesquisa social**. Didática, São Paulo, v. 26/27, p. 149-158, 1990/1991.

MARQUESINI, A. G.; SANCHES, R. B.; SOUZA, J. W. M. **Modelo matemático para otimizar a roteirização mensal das frentes de colheita de cana-de-açúcar em usinas sucroalcooleiras**. In: SIMPEP, XII. Bauru, 2006. Anais..., 2006.

MARTINS, G. A. **Estudo de caso: uma reflexão sobre a aplicabilidade em pesquisas no Brasil**. Revista de Contabilidade e Organizações, v. 2, n. 2, p. 9-18, jan./abr. 2008.

MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à Administração**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à Administração**. 5. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2000.

MINAYO, M. C. De S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 4. ed. São Paulo: Hucitec Editora, 1996.

MITSUTANI, C. **A logística do etanol de cana-de-açúcar no Brasil: condicionantes e perspectivas**. 2010. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MUNDIM, J. U. C. **Uso de simulação de eventos discretos para o dimensionamento de frota para colheita e transporte de cana-de-açúcar**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Logísticos) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

NEVES, M. F.; CONEJERO, M. A. **Sistema agroindustrial da cana: cenários e agenda estratégica**. Economia Aplicada, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 587-604, out./dez. 2007.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G. **A dimensão do setor sucroenergético: mapeamento e quantificação da safra 2013/14**. [coordenação e organização Marcos Fava Neves e Vinicius Gustavo Trombin]. – Ribeirão Preto: Markestrat, Fundace, FEA-RP/USP 2014. Disponível em: <http://www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=25818107> Acesso em: 06 mar. 2016.

PAULA, V. R. **Avaliação dos danos causados pelo inadvertido tráfego de veículos sobre as soqueiras de cana-de-açúcar**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

RODRIGUES, L. **O processo de terceirização e a presença de arranjos institucionais distintos na colheita da cana-de-açúcar**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

RODRIGUES, R. **Mais-valia da cana energia**. 2015. Revista Globo Rural. Disponível em: <http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=1130984>. Acesso em: 16 fev. 2017.

RUIZ, L. **O tamanho faz a diferença**. Revista CanaOnline, Ed. Paiva & Baldin, n. 34, p. 42-46, jul. 2016.

SANTOS, N. B. **Identificação dos fatores críticos da colheita mecanizada de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

SCHEIDL, H. A.; SIMON, A. T. **Avaliação do processo de terceirização do corte mecanizado, carregamento e transporte de cana-de-açúcar**. Revista de Ciência e Tecnologia, São Carlos. v. 17, n. 33, p. 103-118, jan./jun. 2012. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-unimep/index.php/cienciatecnologia/article/view/1101>. Acesso em: 20 fev. 2017.

SILVA, A. F. et. al. **Planejamento otimizado para colheita de cana de açúcar em uma usina sucroalcooleira**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, XLIII, ago. 2011, Ubatuba-SP. Anais..., 2011, p. 1242-1254.

SILVA, A. F.; MARINS, F. A. S.; MONTEVECHI, J. A. B. **Tratamento da incerteza no planejamento da colheita de cana-de-açúcar utilizando um modelo de programação por metas multi-escolha revisado**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, Rio de Janeiro, set. 2012. Anais..., 2012.

SILVA, E. A. R. **Desenvolvimento de um modelo de simulação para auxiliar o gerenciamento de sistemas de corte, carregamento e transporte de cana-de-**

**açúcar.** 2006. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

SILVA, E. A. R.; ALVES, M. R. P. A.; COSTA, M. A. B. **Planejamento de turnos de trabalho: uma abordagem no setor sucroalcooleiro com uso de simulação discreta.** Gestão e Produção, São Carlos. v. 18, n. 1, p. 73-90, 2011.

SILVA, R. P. et al. **Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 292-304, abr./jun. 2008.

TERENCE, A. C. F. **Planejamento estratégico como ferramenta de competitividade na pequena empresa:** desenvolvimento e avaliação de um roteiro prático para o processo de laboração do planejamento. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

TRIVINÕS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais:** a pesquisa qualitativa em educação: o positivismo, a fenomenologia, o marxismo. São Paulo: Atlas, 1987.

YIN. R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZAMUNÉR FILHO, A. N. **Planejamento e projeto de áreas de cana-de-açúcar: conservação do solo e logística da colheita.** 2015. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

ZUQUETTE, G.; BOZUTTI, D. F.; COSTA, M. A. B. **Análise dos fatores críticos de sucesso na logística de abastecimento em empresas do setor sucroalcooleiro.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXV. Fortaleza – CE, outubro de 2015. Anais..., 2015.

## APÊNDICE: ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA

1. Como funciona o processo de Corte, Carregamento e Transporte da Usina?
2. A Usina utiliza a variável, características dos talhões, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.
3. A Usina utiliza a variável, equipamentos de corte, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.
4. A Usina utiliza a variável, estoque de cana no pátio, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.
5. A Usina utiliza a variável, frentes de corte, na tomada de decisão do CCT? Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.
6. A Usina utiliza a variável, paradas para refeição, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.
7. A Usina utiliza a variável, potencial de colheita, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.
8. A Usina utiliza a variável, produtividade do talhão, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.
9. A Usina utiliza a variável, setorização das frentes de colheita, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.
10. A Usina utiliza a variável, turnos de trabalho e troca de turnos, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim,

descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.

11. A Usina utiliza a variável, equipamentos de carregamento, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.

12. A Usina utiliza a variável, desempenho dos veículos nos percursos de ida e volta, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.

13. A Usina utiliza a variável, desempenho econômico dos veículos, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.

14. A Usina utiliza a variável, desempenho operacional dos veículos, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.

15. A Usina utiliza a variável, equipamentos de transporte reserva, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.

16. A Usina utiliza a variável, composição de transporte e tipo da carroceria, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.

17. A Usina utiliza a variável, horários de restrição, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.



18. A Usina utiliza a variável, potencial de transporte, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.

19. A Usina utiliza a variável, sistema bate-volta, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.

20. A Usina utiliza a variável, tempo de ciclo de transporte, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.

21. A Usina utiliza a variável, tempo de espera do caminhão no pátio da usina, na tomada de decisão do CCT? Se não, explique o motivo da não utilização da variável. Se sim, descreva seu funcionamento, importância e quem participa do processo decisório da variável.

22. Quais variáveis, não citadas anteriormente, que a Usina utiliza na tomada de decisão do CCT? Descreva sobre cada.