



Diagnóstico e propostas  
para reorientar o principal  
instrumento público de  
desenvolvimento do Brasil

[www.plataformabndes.org.br](http://www.plataformabndes.org.br)

# Impactos da indústria canavieira no Brasil

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA, AMEAÇA A RECURSOS HÍDRICOS, RISCOS  
PARA A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS, RELAÇÕES DE TRABALHO ATRASADAS  
E PROTEÇÃO INSUFICIENTE À SAÚDE DE TRABALHADORES

*Brasil, novembro de 2008*

POR  
PORTUGUÊS / ESPAÑOL / ENGLISH

---

Esta publicação é uma realização da Plataforma BNDES ([www.plataformabndes.org.br](http://www.plataformabndes.org.br)), editada pelo IBASE - Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas. Esta é uma versão preliminar.

Contatos pelos telefones 0055-21-2178-9400 ou pelos emails: joao@ibase.br, lucianab@ibase.br e tautz@ibase.br.

### **Elaboraram os textos os seguintes autores:**

#### **1. “Etanol para alimentar carros ou comida para alimentar gente?”.**

Ângela Cordeiro, Engenheira agrônoma e consultora (acordei@uol.com.br).

#### **2. “Contribuição para a discussão sobre as políticas no setor sucro-alcooleiro e as repercussões sobre a saúde dos trabalhadores”.**

Soraya Wingester Vilas Boas (soraya.wingester@saude.mg.gov.br), membro da Coordenação de Saúde do Trabalhador da Secretaria de Saúde de Minas Gerais e Elizabeth Costa Dias (bethdias@gmail.com), professora da UFMG.

#### **3. “Impacto sobre as condições de trabalho: o desgaste físico dos cortadores de cana-de-açúcar”.**

Erivelton Fontana de Laat (eriveltonlaat@bol.com.br), professor da UNICENTRO, Rodolfo Andrade de Gouveia Vilela, UNIMEP/Programa de Saúde do Trabalhador da Prefeitura de Piracicaba, Alessandro José Nunes da Silva (Centro de Referência em Saúde do Trabalhador de Piracicaba), Verônica Gronau Luz (UNICAMP).

#### **4. “Impactos da queima da cana-de-açúcar sobre a saúde”.**

Sônia Hess (soniahess@gmail.com), Engenheira química, professora da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

#### **5. “Produção de etanol e impactos sobre os recursos hídricos”.**

Maria Aparecida de Moraes Silva (maria\_moraes@terra.com.br), da UNESP/UFSCar e Rodrigo Constante Martins (constante.martins@terra.com.br), da UFSCar.

---

*Expressamos nossos agradecimentos especiais a todos os membros da Plataforma BNDES que colaboraram com seus trabalhos, opiniões e sugestões; ao fotógrafo Ricardo Azoury pela cessão da foto da capa; e ao apoio da Fundação Ford, da Fundação Friedrich Ebert e da International Budget Partnership.*

---

1. Introdução: Deslocamento da produção de alimentos

1.1. “Etanol para alimentar carros ou comida para alimentar gente?”. 9

*Ângela Cordeiro*

2. Impactos sobre a saúde do trabalhador

2.1. “Contribuição para a discussão sobre as políticas no setor sucro-alcooleiro e as repercuções sobre a saúde dos trabalhadores”. 23

*Soraya Wingester Vilas Boas e Elizabeth Costa Dias*

2.2. “Impacto sobre as condições de trabalho:  
o desgaste físico dos cortadores de cana-de-açúcar”. 36

*Erivelton Fontana de Laat, Rodolfo Andrade de Gouveia Vilela,  
Alessandro José Nunes da Silva e Verônica Gronau Luz*

3. Impactos sobre o meio ambiente

3.1. Poluição atmosférica:  
“Impactos da queima da cana-de-açúcar sobre a saúde”. 47

*Sônia Corina Hess*

3.1. Recursos hídricos:  
“Produção de etanol e impactos sobre os recursos hídricos”. 50

*Maria Aparecida de Moraes Silva e Rodrigo Constante Martins*

Versão em espanhol 65

Versão em inglês 127

---

---

# **Impacto sobre as condições de trabalho: o desgaste físico dos cortadores de cana-de-açúcar.**

*Erivelton Fontana de Laat*

*Doutorando PPGEP-UNIMEP*

*Professor do Departamento de Educação Física da UNICENTRO*

*Rodolfo Andrade de Gouveia Vilela*

*PPGEP-UNIMEP*

*Coordenador do Programa de Saúde do Trabalhador da Prefeitura de Piracicaba*

*Alessandro José Nunes da Silva*

*Centro de Referência em Saúde do Trabalhador de Piracicaba*

*Verônica Gronau Luz*

*Mestranda Saúde Coletiva-UNICAMP*

## **1. Introdução**

Entre as safras 2004 e 2008, a Pastoral do Migrante de Guariba - SP confirmou as mortes de 21 trabalhadores do corte manual de cana na região de São Paulo, aonde estes eram trabalhadores jovens, com idade entre 24 e 50 anos, migrantes de outras regiões do país. 1

Nos atestados de óbitos aparecem apenas laudos inconclusivos sobre a causa das mortes, citando resumidamente mortes por parada cardíaca, insuficiência respiratória ou acidente vascular cerebral. Amigos e familiares, porém, relataram que antes de morrerem estes trabalhadores haviam reclamado de excesso de trabalho, dores no corpo, câimbras, falta de ar, desmaios (ALVES, 2006).

Para a compreensão de como é o desgaste físico que os trabalhadores são submetidos, e como este pode estar relacionado com estas mortes, é indispensável discutir os aspectos da carga física destes cortadores e como é o seu processo de trabalho. Dois indicadores importantes da carga de trabalho e do desgaste dos cortadores de cana de açúcar são a temperatura do corpo e a freqüência cardíaca.

O presente artigo apresenta resultados parciais de pesquisa na linha de políticas públicas, (FAPESP nº 06-5168-3) que vem sendo desenvolvido pela UNIMEP tendo a Prefeitura de Piracicaba, através do Centro de Referência em Saúde do Trabalhador (CEREST Piracicaba), como instituição parceira, e apoio do Ministério do Trabalho e Emprego Gerência Regional de Piracicaba e o Ministério Público do Trabalho da 15ª Região como instituições de apoio. O projeto tem prazo para conclusão em novembro de 2009.

### **1.1. Considerações sobre a temperatura corporal, freqüência cardíaca e exposição ao calor**

O corpo humano possui um mecanismo complexo de controle da sua temperatura, chamado mecanismo termorregulador. Ele envolve estruturas nervosas e químicas, incluindo receptores especiais de temperatura, glândulas e vasos sanguíneos, no cérebro, medula espinal e em várias outras regiões do corpo. A regulação da temperatura corporal é um mecanismo bastante complexo, mediado principalmente pelo hipotálamo através das áreas de produção, conservação e dissipação de calor.

A temperatura interna deve ser mantida entre 36,5°C e 37°C, sendo que acima e abaixo desses limites, surgem disfunções orgânicas, às vezes com consequências trágicas. A hipertermia pode ser uma destas consequências, sendo definida quando o corpo atinge altas temperaturas (acima de 41°C), com risco de vida. Nessas situações o calor produzido pelo trabalho muscular, pela exposição solar e por altas temperaturas ambientais ultrapassa a capacidade do corpo de dissipá-lo (GOLDBERG, 1997).

A hipertermia pode surgir em um trabalhador do corte manual de cana, pois este faz um exercício intenso e prolongado exposto às baixas umidades, altas temperaturas, sem adequada hidratação, péssima transpiração por conta das vestimentas pesadas. A situação é agravada ainda mais pelo estímulo ocasionado pelo pagamento dos trabalhadores, tendo como base a produção de cana cortada por dia.

Como sintomas surgem inicialmente sede, fadiga e cãimbras intensas, na seqüência o mecanismo termorregulador corporal começa a entrar em falência e surgem sinais como náuseas, vômitos, irritabilidade, confusão mental, falta de coordenação motora, delírio e desmaio. A pele geralmente torna-se muito quente e vermelha, às vezes com calafrios mesmo em ambientes quentes. O suor é abundante, até o momento em que surge a desidratação, quando então a pele torna-se seca. Essa é uma fase perigosa, pois a ausência de sudorese não permite adequada perda de calor, colocando em risco de vida pela hipertermia grave. Cessa então a atividade motora, e a pessoa deve ser imediatamente tratada (BOUCHAMA, 2002).

A hipertermia grave afeta a vida de indivíduos aparentemente saudáveis de maneira trágica, como atletas (BERGERON et al., 2005), militares (CARTER et al., 2005) e trabalhadores industriais. De 1995 a 2001, 21 jovens jogadores de futebol americano morreram de insolação nos Estados Unidos (BERGERON et al., 2005) e essas mortes trágicas continuam a acontecer. Além disso, apesar da incidência do número total de hospitalizações causadas por essas enfermidades ter diminuído nos últimos anos na população militar dos EUA, a taxa de incidência de hospitalizações causadas pela insolação aumentou cinco vezes (CARTER et al., 2005).

Mesmo a hidratação realizada durante a atividade prolongada no calor, que favorece as respostas termo regulatórias e de desempenho ao exercício, não são suficientes para garantir que em situações de extremo estresse térmico, ela seja suficiente para evitar uma fadiga ou choque térmico.

Por isso, em atividades em que a utilização de equipamentos de segurança rigorosos como o caso do corte de cana, existe a probabilidade maior de problemas para saúde provocados pelo calor. Estima-se que a probabilidade de se apresentar uma doença relacionada ao calor excessivo seria de um em cada mil trabalhadores que utilizam equipamentos de proteção individuais sob essa condição, por ano trabalhado (CROCKFORD, 1999).

Porém os limites estabelecidos nas legislações para conforto térmico e temperaturas extremas estão baseados nas reações agudas de trabalhadores expostos ao calor e não nos seus efeitos crônicos. Por isso, pode-se dizer que a literatura sobre a exposição contínua e prolongada de trabalhadores ao calor ainda carece de futuros estudos (WOOD, 2004).

Outro agravante para o caso da utilização de equipamentos de segurança por trabalhadores rurais em países de clima quente seria o fato de que a realização de atividades profissionais em localidades de clima quente e úmido seria mais insalubre do que as mesmas atividades realizadas em condições mais amenas. Um trabalhador executando uma atividade moderada sob condições amenas, utilizando roupas leves, levaria em média 90 minutos para elevar em 1,5°C sua temperatura corporal. Caso este mesmo trabalhador utilizasse uma roupa impermeável e sintética, esse tempo cairia para 20 minutos. Com isso, o tipo de equipamento, junto com as condições ambientais, influenciam no tempo limite que um trabalhador poderia estar exposto a essas condições ambientais dentro da faixa do conforto térmico (HAVENITH, 1999).

As exposições prolongadas ao sol além de provocar queimaduras, manchas e alergias até câncer de pele, podem ser fator de risco para ocorrência de cálculos renais. Segundo Altan (2004) a perda de líquido pelo suor intenso leva à desidratação, e como consequência a urina fica muito concentrada, propiciando a formação dos cálculos renais. Nesta pesquisa com operários da indústria siderúrgica, foi demonstrado que estes têm nove vezes mais chances de desenvolver problemas renais do que aqueles que trabalham longe do metal incandescente.

A freqüência cardíaca é caracterizada pelo número de vezes que o coração se contraí e relaxa, ou seja, o número de vezes que o coração bate por minuto. E se subdivide em freqüência cardíaca basal, freqüência cardíaca de repouso, freqüência cardíaca de reserva e freqüência cardíaca máxima (GOLDBERG, 1997).

Durante atividades físicas ou treinamento de qualquer modalidade, tanto aeróbia quanto anaeróbia, a freqüência cardíaca sofre alterações, sendo que na maioria das vezes ela tende a aumentar. E em alguns indivíduos isso pode se tornar um risco para saúde, pois a freqüência cardíaca pode subir demasiadamente e colocar a pessoa em situações complicadas e até em risco de vida, nos casos mais sérios. Como o coração se esforça mais do que o tolerável, não tem tempo de se recuperar entre uma contração e outra, acarretando falta de fluxo sanguíneo no miocárdio, a camada mais espessa da parede do órgão.

Assim como a temperatura ambiente, os efeitos da freqüência cardíaca são agudos, não se tem estudos em longo prazo do excesso de batimentos em atividades laborais os dados que existem são de ex-atletas de alto rendimento.

Segundo Apud (1997), um trabalho que exige freqüência cardíaca média inferior a 75 batimentos por minuto deve ser classificado como muito leve, de 75 a 100 como leve, de 101 a 125 como medianamente pesado, de 126 a 150 como pesado e acima de 151, extremamente pesado. Este autor sugere o limite de 40% da capacidade cardiovascular

individual, como aceitável para o trabalho desenvolvido num turno de 8 horas. De modo geral, um período de descanso deve seguir os ciclos de trabalho e pausas curtas e freqüentes são mais indicadas do que pausas longas em menor número (LAVILLE, 1977).

GRANDJEAN (1998) recomenda a freqüência de 35 bpm (batimentos do coração por minuto), acima da freqüência cardíaca em repouso, como um limite de atividade contínua para homens.

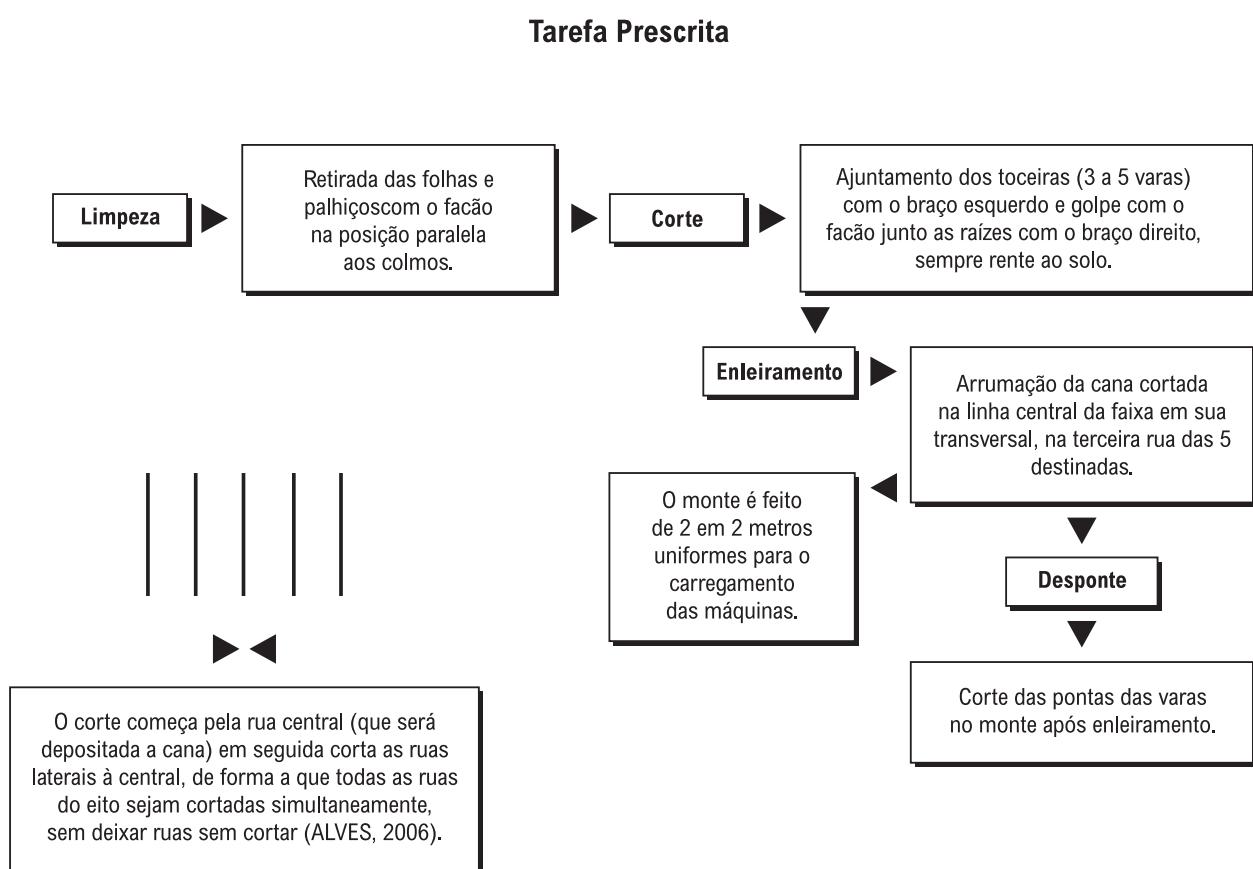
## 2. Metodologia

Apartir da articulação interinstitucional do CEREST Piracicaba com o Ministério do Trabalho e Emprego – Gerência Regional do Trabalho de Piracicaba, foi contactada uma das empresas auditadas para a realização do estudo. Trata-se da empresa Empreiteira Rural Rossi, com atuação no município de Elias Fausto, que além de viabilizar o acesso aos trabalhadores, manifestou também o interesse em prosseguir o estudo. Foi realizada a medição de Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo – IBUTG, freqüência cardíaca no trabalho e análise da atividade dos cortadores de cana-de-açúcar.

## 3. Resultados

### 3.1 Análise da atividade do corte manual de cana de açúcar

As atividades dos cortadores observados compõem-se de:



No fluxograma são apresentados os passos básicos: limpeza, corte, enleiramento e desponte. Ao lado esquerdo a disposição das ruas no eito.

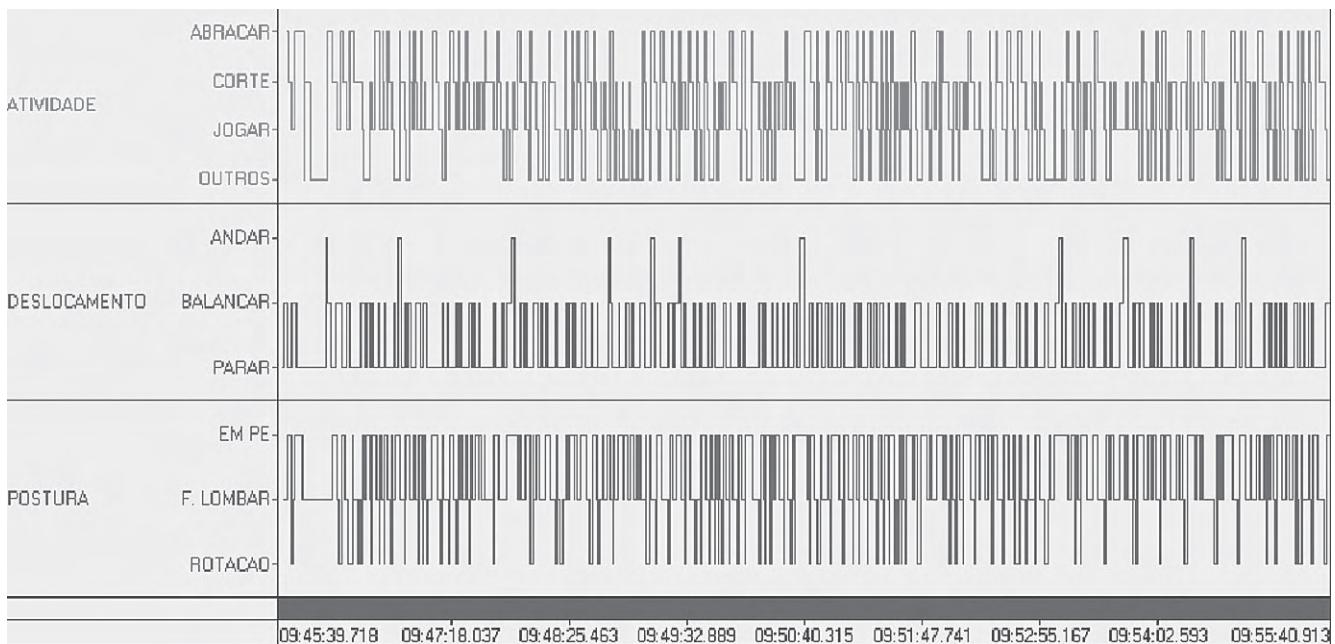
Apresenta-se a seguir os resultados da observação sistemática da atividade de corte manual de cana de açúcar. A observação utilizou a gravação em vídeo com câmara Sony DCR e pós-codificação do filme através do software Captiv L2100. A situação de trabalho, objeto de estudo na abordagem da ergonomia, compreende entre outros a organização do trabalho, as formas de remuneração, a tarefa e metas de produção, os equipamentos e ferramentas, o indivíduo/equipe de trabalho, os constrangimentos temporais e o ambiente.

A figura 1 mostra a tela de pós codificação do filme, usando o Software L2100. Observam-se pela direita os botões coloridos usados para marcar o tempo de duração, com o filme em câmara lenta, das variáveis da atividade selecionadas para observação sistemática, conforme propõe o método ergonômico (GUERIN et al, 2001).

O gráfico 1 mostra o resultado da codificação de 10 min. de observação sistemática registrada com filmadora. O software CAPTIV possibilitou quantificar a duração de cada variável observável bem como o processamento estatístico das mesmas.



Figura 1: Tela de codificação



*Gráfico 1: Variáveis de observação por tempo*

A partir do registro dos dados da empresa, obteve-se a produção diária de um trabalhador com o qual foi efetuada a observação sistemática e filmagem no período da manhã, no mês de maio de 2007. Os dados de produção foram obtidos no dia seguinte a partir da medida diária da metragem

cortada, obtida junto à empresa. Neste estudo de caso, o trabalhador cortou no período de uma hora pela manhã, das 7:37 h às 8:37h, 46 (quarenta e seis) metros em 5 ruas de cana de açúcar. A produção diária totalizou 11,54 toneladas de cana, conforme quadro:

Iniciais do Nome	Produção em metros x Kg	Produção em ton
AES	125m x 52 kg + 70m x 72kg	11,540 ton

*Quadro 1 – produção do caso*

Dos dados acima, pode-se calcular que o trabalhador cortou em 10 minutos 398,66 quilos de cana, para tanto destinou pelo menos 131 golpes de podão e realizou 138 flexões de coluna.

Da tabela 1 pode-se dimensionar o tamanho do ciclo de trabalho no corte da cana, somando-se os tempos médios de cada ação que compõe a atividade chega-se a um ciclo médio de 5,6 segundos. Cabe ressaltar que ciclos menores que 30 segundos representam riscos de lesões osteoarticulares (ANDERSSON, 1991).

As informações obtidas na observação sistemática, cruzadas com os dados de produção do trabalhador observado, possibilitaram informações relevantes sobre a carga de trabalho e possível desgaste dos trabalhadores. Para a jornada diária de 8 horas, estimou-se que o trabalhador realizou 3.994 flexões de coluna e 3.792 golpes de podão. Os gráficos 2 a 4 indicam a % de tempo, para algumas variáveis medidas através da codificação do filme com o uso do software CAPTIV.

*1. A quantificação é conservadora, pois na codificação do filme não foi identificado cada golpe de podão e sim a ação de golpear no tempo que o trabalhador cortava a cana para concluir o ciclo unitário de cada feixe. Algumas situações podem exigir até 3 golpes de podão para concluir o corte de um feixe de cana.*

(%) do tempo total usado nas ações  
do corte de cana- tempo 10 min

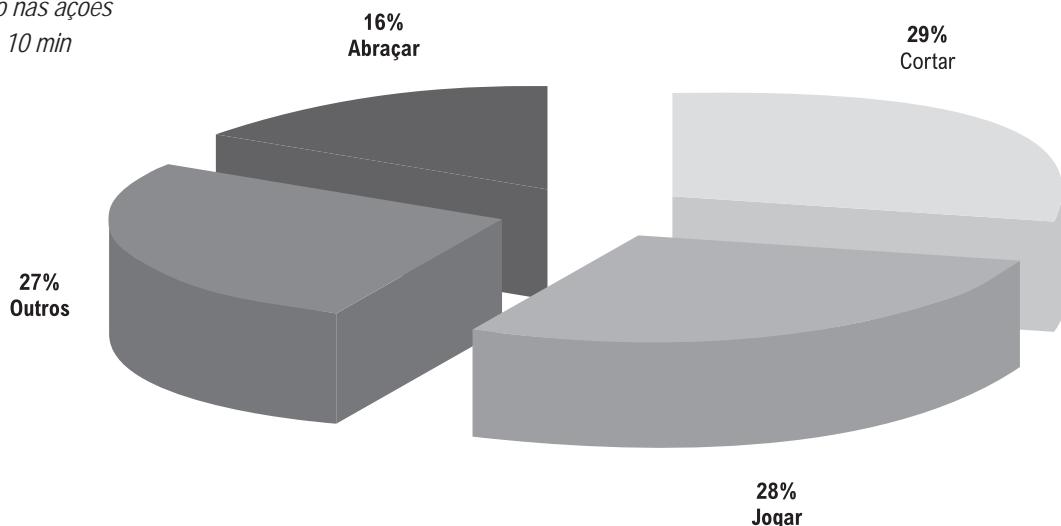


Gráfico 2- Ações de corte de cana

Observa-se que o trabalhador permanece a maior parte do tempo na atividade de corte com podão que representa 29% do tempo total, seguido da ação de jogar que representa a segunda ação que ocupa 28% do tempo. A ação de abraçar a cana representa 16% do tempo. Na ação de jogar o trabalhador sustenta com os braços o feixe de cana cortada e lança o material na leira. Isto significa que ao final do dia o trabalhador carrega toda a quantidade de cana cortada, no

caso estudado o trabalhador AES movimentou ao final do dia 11,54 toneladas de cana de açúcar.

Na equipe de 10 trabalhadores que estava sendo acompanhada no dia 18/5 tivemos uma média diária de 14 ton. de cana cortada. Um trabalhador cortou no dia 18/5, 18,200 quilos de cana totalizando 335 metros lineares no eito que contém 5 ruas por eito.

(%) de tempo na variável deslocamento  
- tempo total 10min.

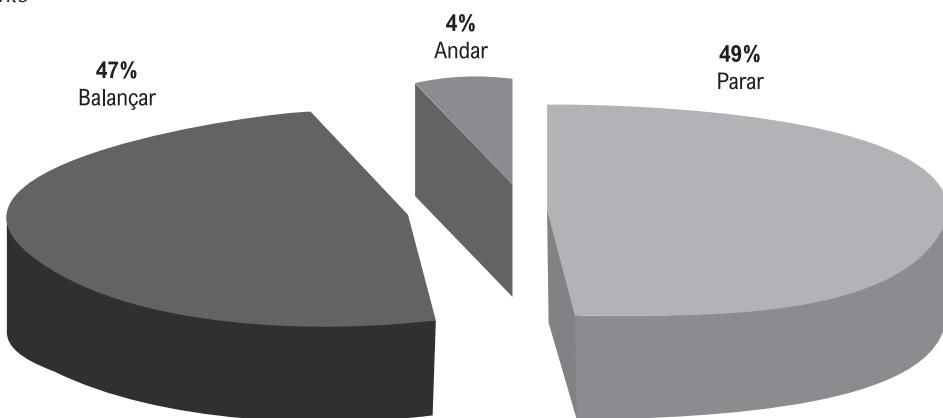


Gráfico 3 – Deslocamento durante o corte de cana

O gráfico revela que o trabalhador permanece a maior parte do tempo em posição estática (parado) em 49% do tempo, seguida da posição balançando (47%) quando o trabalhador

joga com o corpo para alcançar a posição de golpe com o podão. A menor porcentagem do tempo é usada no andar que representa 4% do tempo.

(%) do tempo na variável postura

- 10 min.

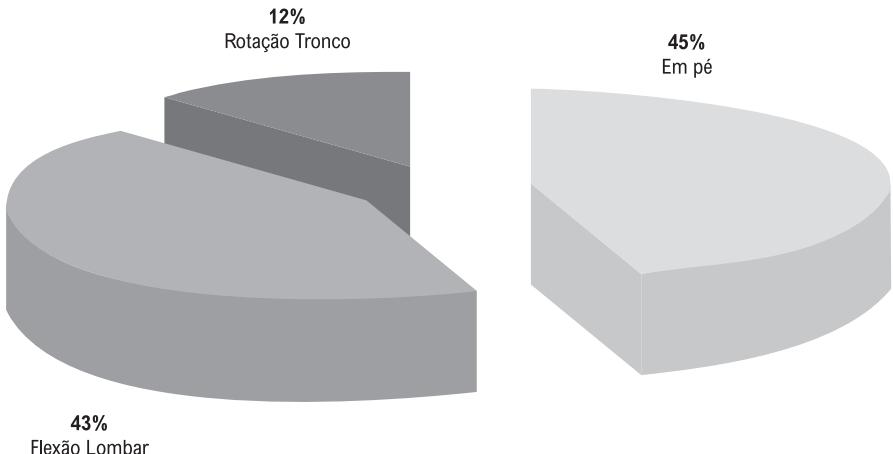


Gráfico 4 – Postura usada no corte de cana

O gráfico revela que o trabalhador permanece 45% do tempo em pé e 43% do tempo em postura crítica de flexão lombar, que representa risco de lesão do sistema osteoarticular.

Além da desfavorável posição de rotação do tronco ocupada durante 12% do tempo.

### 3.2. Sobrecarga térmica

Em uma propriedade rural arrendada no Município de Salto (SP), no mês de maio de 2007, por ocasião do inicio da safra da cana na região, foram efetuadas as medições do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo, utilizando instrumento Termômetro de Globo Modelo TGD Digital marca Instrutherm, posicionado em área exposta ao sol regulado em altura de 1,20 metro correspondente à posição que os trabalhadores mantêm o tronco durante a maior parte da jornada.

A sobrecarga térmica no dia 15 de maio, medida através do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo – IBUTG, atingiu às 12:00 horas a marca de 27,4°. O valor mínimo foi alcançado às 7hs da manhã com 16,8°C.

No dia 18 de maio, o valor mínimo registrado às 7:30 h. da manhã com 17,1°C e o valor máximo foi atingido às 14:00 horas com índice de 27,9°C. Cabe destacar que a Norma Regulamentadora nº 15 do Ministério do Trabalho e Emprego, define para uma atividade considerada pesada como é caracterizada o corte da cana, o limite do IBUTG de 25,0°C, a partir do qual devem ser adotadas providências como hidratação, pausas para descanso em sombra, dentre outras. Para valores de IBUTG entre 26,0° a 27,9°, a NR 15 prevê um regime de 30 minutos de trabalho por 30 minutos de descanso.

Já a Norma Americana da ACGIH (1999) define, para atividades que exigem vestimentas fechadas e equipamentos pesados de proteção, como no caso dos trabalhadores do

corte de cana (luvas, mangotes, perneiras, toca árabe, boné e calça) a diminuição de 2°C no limite máximo do IBUTG, através do fator denominado 'clo'. Deste modo deve-se considerar como limite de exposição à sobrecarga solar o valor de IBUTG de 23,0°C. Observando-se as tabelas 2 e 3 observa-se que no dia 15 de maio o limite é ultrapassado das 10h00 às 12h30 e no dia 18 das 9h00 às 15h30.

### 3.3. Carga cardio-vascular

No dia 15 de maio, os trabalhadores iniciaram suas atividades em torno das 7h00. Cada trabalhador fez seu intervalo para o almoço em horário e período distintos e concluíram as atividades por volta das 16:00 horas.

A carga de trabalho física foi indicada por intermédio do levantamento da freqüência cardíaca de uma amostra de 10 trabalhadores ao longo da jornada de trabalho, que atuavam na atividade do corte manual da cana-de-açúcar. Os trabalhadores que participaram da pesquisa tinham idade média de 27,7 anos, estatura média de 1,73 m e peso médio de 67,1 kg. Tais dados foram levantados pela equipe no dia da avaliação.

Para o levantamento da freqüência cardíaca dos trabalhadores, foram utilizados dez monitores de freqüência cardíaca, marca Polar Team System®, que foram fixados em 10 trabalhadores no início e retirados ao final da jornada de trabalho.

Os valores de freqüência cardíaca foram armazenados em intervalos de 5 segundos durante todo o período de trabalho, e, ao final, descarregados em computador por meio de uma

interface para compilação e análise dos resultados, conforme metodologia proposta por Apud et al.(1989).

Paralelamente, foram anotados os momentos de parada do trabalhador como refeições e transporte em ônibus. Esta descrição teve como único objetivo registrar os tempos consumidos em cada atividade física e identificar a seqüência das operações realizadas, auxiliando posteriormente as análises dos dados obtidos com o monitor de freqüência cardíaca. O aparelho teve perfeita aceitação por parte dos trabalhadores tanto quanto conforto em suas atividades, sem

atrapalhar os seus gestos laborais. Os trabalhadores se mostraram receptivos em colaborar com a pesquisa.

A produtividade média em termos de metragem de cana foi de 115,2 metros por trabalhador, que correspondeu a media de 8,588 toneladas de cana cortada por trabalhador do grupo. Os próprios trabalhadores estabeleceram a seqüência de suas atividades de acordo com as condições do local, número de ruas, tipo da cana, clima, sensação de fome/sede e cansaço.

Trabalhador	Freqüência cardíaca média de trabalho (FCmt)	Freqüência cardíaca repouso (FCrp)	Freqüência cardíaca máxima teórica (FCmax)	Carga cardiovascular em % (CCV)	Produção (ton)	Idade (anos)
1	97	59	197	27,53	2,736	23
2	121	53	200	46,25 *	10,303	20
3	115	54	188	45,52 *	11,380	32
4	114	65	182	41,88 *	7,848	38
5	121	65	192	44,09 *	9,464	28
6	125	61	183	52,45 *	7,968	37
7	99	51	199	32,43	4,408	21
8	103	50	197	36,05 *	8,825	23
9	112	67	199	34,09 *	8,992	21
10	113	49	186	46,71 *	13,960	34
Média grupo	112	57,4	192,3	40,70 *	8,588	27,7

Quadro 2 – Dados gerais dos trabalhadores do corte manual de cana-de-açúcar

Para obtenção do CCV utilizou a formula proposta por Apud (1989):

$$CCV = \frac{FCmt - FCrp}{FCmax - FCrp} * 100$$

Aonde:

CCV: carga cardiovascular em %

FCmt: freqüência cardíaca média durante a jornada de trabalho

FCrp: freqüência cardíaca de repouso

FCmax: freqüência cardíaca máxima teórica estimada pela formula (220 – idade)

Observa-se no quadro 2, que 8 trabalhadores ultrapassaram a carga cardiovascular estimada por Rodgers (1986), com valores que extrapolaram 33% da potencia aeróbica para trabalhos com jornadas de 8 horas. Dentre os oito trabalhadores, quatro foram os que mais produziram em

toneladas, sendo que o trabalhador 10 atingiu a produção de 13,960 toneladas de cana. De acordo este autor 33% é o limite aceitável do percentual da máxima capacidade aeróbica utilizada para uma jornada de trabalho.

Especificamente para a colheita da cana de açúcar, Lambers et al. (1994) sugeriram o valor de 30% da capacidade funcional máxima como limite para a atividade laboral de cortadores manuais de cana-de-açúcar sul-africanos.

O tipo de cana cortada até o inicio da tarde foi do tipo “rolo”, que é de extrema dificuldade para o cortador, pois o mesmo tem que se abaixar mais vezes para conseguir separar os feixes.

No mesmo dia, nas duas ultimas horas de trabalho, a cana cortada foi tipo “em pé”, o que aumenta a produção por parte dos cortadores, para que o seu dia de trabalho renda mais e alcance a meta diária estabelecida pelo fiscal.

Os trabalhadores 1 e 7 ficaram abaixo dos 33% da carga cardiovascular, mas observa-se que a produção deles por tonelada/dia foi muito menor, comparada a dos outros trabalhadores. Por opção, eles não cortaram a cana “em pé” nas ultimas duas horas, ficando com uma produção pequena ao se comparar com o resto do grupo.

Nos outros trabalhadores encontrou-se uma extrapolação da carga cardiovascular que chegou, no caso do trabalhador “6” a 52% da CCV, com uma produção de 7,9 toneladas. Também o cortador com maior produtividade, ficou acima da carga limite com 46,7 % da CCV, com 13,9 toneladas de cana cortada no dia.

Muller (1961) indica que a diferença entre a freqüência cardíaca de repouso e a freqüência cardíaca média de trabalho deve ser no máximo de 35 batimentos por minuto, como limite de atividade contínua para homens. Os resultados mostram que todos os dez trabalhadores do piloto extrapolaram este limite de saúde em situações de trabalho contínuo.

O grupo como um todo ficou com uma média de carga cardiovascular de 40,70%, ultrapassando o limite desejável para saúde.

Quando as avaliações fisiológicas indicam uma carga de trabalho superior à capacidade do trabalhador em determinada condição, torna-se necessário fazer uso de princípios ergonômicos para se obter uma adequada carga de trabalho (GRANDJEAN, 1998). Ainda, segundo este autor, existem duas maneiras eficientes para otimizar a carga de trabalho, modificando o planejamento do sistema ou método de trabalho de modo a reorganizá-lo ergonomicamente ou introduzindo ferramentas ou máquinas auxiliares.

#### **4. Conclusões e sugestões**

Na amostra analisada, em média, o grupo ultrapassou a carga cardiovascular prescrita de 33% e individualmente

8 em 10 trabalhadores ultrapassaram este limite. No método de diferença entre batimento em repouso e em trabalho, todos ultrapassaram os 35 batimentos proposto como limite para saúde. O estudo está em andamento (FAPESP 06-51684-3) e aumentamos o tamanho da amostra de modo a obter dados estatísticos significativos que serão divulgados na conclusão da pesquisa em novembro de 2009.

Existe a necessidade de estudar os parâmetros em diferentes temperaturas especialmente nos dias mais quentes, a sobrecarga térmica, medida através de temperatura ambiental, Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo – IBUTG, mesmo avaliado em dias e região considerada de temperatura amena, indica a necessidade de medidas de controle como pausas de 30 minutos em sombra, a cada 30 minutos de trabalho, durante boa parte da jornada, o que é incompatível com o pagamento por produção.

A observação sistemática preliminar realizada em campo através da filmagem e codificação com o software L2100 possibilitou a obtenção precisa de dados importantes como o tamanho do ciclo de trabalho, a quantidade de flexões e golpes de podão, distância percorrida durante a jornada, etc. Obtive-se entre outras informações um ciclo médio de corte de cana de 5,6 segundos, que caracteriza a atividade como extremamente repetitiva e com risco de lesões osteomusculares.

No caso do corte manual de cana de açúcar o aspecto da organização do trabalho que determina e condiciona a carga e o desgaste dos trabalhadores é o pagamento por produção. Sob o estímulo financeiro na corrida pelo aumento dos seus ganhos diáários, os trabalhadores tendem a ultrapassar seus limites fisiológicos, ou seja, eles perdem a referência dos sinais do próprio corpo. Desprovidos das estratégias de auto-regulação, os trabalhadores perdem os sinais de cansaço, de desconforto, de câimbras, que poderiam indicar o limiar do risco, a necessidade de pausas, hidratação etc. Os trabalhadores são, então empurrados por uma mão invisível – o pagamento por produção - a ignorar estes avisos, colocando em risco sua saúde. Cabe destacar que o pagamento por produção adotado no setor contraria a legislação vigente, uma vez que a Norma Regulamentadora nº 17 – Ergonomia – do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 1990) indica que nas atividades que exijam sobrecarga muscular estática ou dinâmica do pescoço, ombros, dorso e membros superiores e inferiores, todo e qualquer sistema de avaliação de desempenho para efeito de remuneração e vantagens de qualquer espécie deve levar em conta as repercussões sobre a saúde dos trabalhadores. Portanto este estudo já indica a necessidade de alteração desta forma de remuneração.

---

## Referências Bibliográficas

- ALVES, F. Por que morrem os cortadores de cana?. *Saude Soc.*, vol.15, no.3, p.90-98, 2006.
- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. AGIH. Limites de Exposição para substâncias químicas e agentes físicos, ACGIH, 1999.
- ANDERSON V.P. Cumulative trauma disorders. New York: Taylor & Francis, 1991.
- APUD E., BOSTRAND L., MOBBS I.D. and Strehlke B. Guidelines on Ergonomic Study in Forestry, pp. 18–22. International Labour Office, Geneva, 1989.
- APUD, E. Temas de ergonomia aplicados al aumento de la productividad de la mano de obra en cosecha florestal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 3., 1997, Vitória. Anais.. Vitória: SIF/DEF, 1997.
- ATAN, L. C. L. Risco de litíase em trabalhadores de ambiente com alta temperatura. Tese da Escola Paulista de Medicina, São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 2003.
- BERGERON, M., MCKEAG, D.; Casa, D. CLARKSON, P. Youth Football: Heat Stress and Injury Risk. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 37(8):1421-1430, August 2005
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras da Portaria 3214/78. NR 17 Ergonomia. 1990. Acessível em [www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_17.asp](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_17.asp)
- BOUCHAMA, A. Heat stroke N. Engl. J. Med. 346 (25):1978-1988, 2002.
- CARTER, R; CHEUVRONT, S; WILLIAMS, J. Epidemiology of Hospitalizations and Deaths from Heat Illness in Soldiers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 37(8):1338-1334, 2005.
- CROCKFORD, C. W. Protective clothing and heat stress: introduction. *Ann. occup. Hyg.*, v. 43, n. 5. p. 287-288, 1999.
- FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. World Health Organ Tech Rep Ser 1985;724:1-206.
- GOLDBERG, S. Descomplicando a fisiologia. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- GRANDJEAN, E. Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG J.; KERGUELEN, A. Compreender o Trabalho para Transformá-lo – A Prática da Ergonomia. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.
- HAVENITH, G. Heat balance when wearing protective clothin. *Ann. occup. Hyg.*, v. 43, n. 5, p. 289-296, 1999.
- LAMBERS, M.I., CHEEVERS, E.J., COOPOO, Y. Relationship between energy expenditure and productivity of sugar cane cutters and stackers. *Occupational Medicine* 44, 190–194, 1994.
- MULLER, E. A. Die physische ERMUDUNG. In Handbuch der gesamten Arbeitsmedizin, Band 1. Urban und Schwarzenberg, Berlin, 1961.
- RODGERS, S. Ergonomic design for people at work. New York: John Wiley & Sons, 1986.
- WOOD, L. Heat Resistant. *Occupational Health*. v.56, n. 7, p. 25-29, 2004.

<sup>1</sup> Histórico dos Cortadores de Cana mortos no setor canavieiro, informação Pastoral do Migrante, acesso [www.pastoraldomigrante.com.br](http://www.pastoraldomigrante.com.br)

## CASOS DE 2004

1. José Everaldo Galvão, 38 anos, natural de Araçuaí-MG, falecido em abril de 2004, no hospital de Macatuba-SP.

Causa da morte: parada cardiorrespiratória.

Sepultado em Araçuaí - MG.

2. Moises Alves dos Santos, 33 anos, natural de Araçuaí-MG, falecido em abril de 2004, no hospital de Valparaiso-SP.

Causa da morte: parada cardiorrespiratória.

Sepultado em Araçuaí – MG.

3. Manoel Neto Pina, 34 anos, natural de Caturama - BA, falecido em maio de 2004 no hospital de Catanduva-SP.

Causa da morte: parada cardiorrespiratória.

Sepultado em Palmares Paulista-SP.

## CASOS DE 2005

4. Lindomar Rodrigues Pinto, 27 anos, natural de Mutans – BA, falecido em março de 2005, em Terra Roxa\_SP.

Causa da morte: parada respiratória.

Sepultado em Mutans-BA

5. Ivanilde Veríssimo dos Santos, 33 anos, natural de Timbiras-MA.

Causa da morte: pancreatite aguda.

Sepultada em julho de 2005 em Pradópolis-SP

6. Valdecy de Paiva Lima, 38 anos, natural de Codó-MA.

Faleceu em julho de 2005 no Hospital São Francisco de Ribeirão.

Causa da morte: acidente cerebral hemorrágico.

Sepultado em Codó-MA.

7. José Natalino Gomes Sales, 50 anos, natural de Berilo - MG.

Falecido em agosto de 2005, no hospital de Batatais-SP.

Causa da morte: parada cardiorrespiratória.

Sepultado em Francisco Badaró - MG

8. Domício Diniz, 55 anos, natural de Santana dos Garrotes - PE.

Falecido em setembro de 2005, em trânsito para o hospital em Borborema, SP.

Causa da morte: desconhecida.

Sepultado em Borborema-SP

9. Valdir Alves de Souza, 43 anos.

Falecido em 04 de outubro de 2005 em Valparaiso-SP.

Não temos outras informações.

10. José Mario Alves Gomes, 45 anos, natural de Araçuaí-MG.

Faleceu em Rio das Pedras, em 21 de outubro de 2005.

Causa da morte: ignorada.

Foi sepultado em Araçuaí-MG

11. Antonio Ribeiro Lopes, 55 anos, natural de Berilo-MG.

Faleceu em 23 de novembro de 2005 em Guariba – SP.

Causa da morte: edema hemorrágico pulmonar e cardiopatia dilata descompensada.

Foi sepultado em Guariba-SP.

## CASOS DE 2006

12. Juraci Santana, 37 anos, natural de Elesbão Veloso - PI.

Faleceu no dia 29 de junho de 2006, no município de Jaborandi - SP.

Causa da morte: desconhecida.

Foi sepultado em Elesbão Veloso - PI

13. Maria Neusa Borges, 54 anos, residente em Monte Alto.

Faleceu no dia 24 de julho.

Causa da morte: desconhecida.

Foi sepultada em Monte Alto-SP

14. Celso Gonçalves, 41 anos.

Faleceu no dia 26 de julho de 2006 em Taiaçu-SP.

Causa da morte: desconhecida.

Foi sepultado em Monte Alto, SP

15. Oscar Almeida, 48 anos.

Faleceu em Itapira dia 15 de setembro de 2006.

Causa da morte: desconhecida.

Foi sepultado em Conchal, SP

## CASOS 2007

16. José Pereira Martins, 51 anos, natural de Araçuaí-MG, residente em Guariba – SP.

Faleceu no dia 28 de março de 2007.

Causa da morte: enfarto do miocárdio.

Foi sepultado em Guariba-SP.

17. Lourenço Paulino de Souza, 20 anos, natural de Axixá do Tocantins - TO e morava em Colina – SP.

Faleceu no dia 24 de abril de 2007.

Causa da morte: desconhecida.

Foi sepultado em Vila Tocantins - TO

18. Adailton Jesus dos Santos, 34, natural de São Raimundo Nonato – PI, faleceu no dia 19 de maio de 2007, no Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto. Residia em Cravinhos. Causa da morte: choque anafilático causado por infecção. Foi sepultado em São Raimundo Nonato – PI

19. José Dionísio de Souza, 33 anos, natural de Salinas - MG e morava na cidade de Ipaussu, no interior paulista. Faleceu no dia 20 de junho de 2007. Causa da morte: desconhecida. Seu corpo foi levado para o povoado de Fruta de Leite – MG.

20. Edilson Jesus de Andrade, 28 anos, natural de Tapiramutá-BA, faleceu no dia 11 de setembro de 2007. Residia em Guariba.

O atestado de óbito do hospital aponta como causa da morte uma doença auto-imune, chamada púrpura trombocitopênica idiopática. Seu corpo foi sepultado em Guariba.

## CASOS 2008

21. Mariano Baader, de 53 anos, faleceu no dia 19 de maio de 2008. Residia em Presidente Prudente [SP]. O atestado de óbito do hospital aponta como causa da morte se deu em decorrência de parada cardiorrespiratória por causa indeterminada.

# Impactos da queima da cana-de-açúcar sobre a saúde

Sônia Corina Hess

(Engenheira Química, doutora em Química, professora da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul)

Segundo a União da Indústria de Cana-de-Açúcar – UNICA na última safra, 47% da colheita de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo foi mecanizada, contra 34% registrados na safra 2006/07 (UNICA, 2008). Também revelam estudos da Drª HELENA RIBEIRO, da USP (2008), que o corte da cana é mecanizado em apenas 25% da produção brasileira.

Pesquisadores da UNESP, de Araraquara, descreveram que no período de safra, os canaviais que são colhidos manualmente sofrem a queima pré-corte, para facilitar o trabalho dos cortadores, evitar a sua exposição a animais peçonhentos e, também, aumentar o teor de açúcar da cana, decorrente da evaporação da água (GODOI et al, 2004).

Segundo diversos estudiosos (SILVA, 2005; ALVES, 2006; RIBEIRO, 2008), o excesso de trabalho e as condições em que este ocorre explicariam as mortes súbitas vitimaram, pelo menos, 19 trabalhadores rurais cortadores de cana em São Paulo desde 2004. Ainda, segundo Silva (2008), as condições de trabalho dos cortadores de cana têm encurtado o seu ciclo de vida útil na atividade, que passou a ser inferior ao do período da escravidão, que era de 10 a 12 anos, até 1850.

Muitos trabalhos científicos têm destacado que, em queimadas de biomassa, a combustão incompleta resulta na formação de substâncias potencialmente tóxicas, tais como monóxido de carbono, amônia e metano, entre outros, sendo que o material fino, contendo partículas menores ou iguais a 10 micrometros (PM10) (partículas inaláveis), é o poluente que apresenta maior toxicidade e que tem sido mais estudado. Ele é constituído em seu maior percentual (94%) por partículas finas e ultrafinas, ou seja, partículas que atingem as porções mais profundas do sistema respiratório e são responsáveis pelo desencadeamento de doenças graves (ARBEX et al, 2004; GODOI et al, 2004).

Estudo realizado em Piracicaba/SP, comprovou que a queima da cana-de-açúcar nos canaviais da região ocasionou o aumento da concentração de material particulado PM10 na atmosfera, e que este repercutiu em um maior número de atendimentos de crianças e idosos em hospitais, para tratamento de problemas respiratórios (CANÇADO et al, 2006a).

Em Araraquara/SP, pesquisadores revelaram que a poluição atmosférica gerada pela queima da cana-de-açúcar levou a um significativo aumento dos atendimentos hospitalares para tratamento de asma (ARBEX et al, 2007).

Diversos estudos experimentais e observacionais apresentados por pesquisadores brasileiros da área médica, têm apresentado evidências consistentes sobre os efeitos da poluição do ar, especialmente do material particulado fino, no adoecimento e mortalidade por doenças cardiovasculares (cardíacas, arteriais e cerebrovasculares), sendo que, tanto efeitos agudos (aumento de internações e de mortes por arritmia, doença isquêmica do miocárdio e cerebral), como crônicos, por exposição em longo prazo (aumento de mortalidade por doenças cerebrovasculares e cardíacas) têm sido relatados. Revelam ainda os referidos estudos, o aumento do risco de mortalidade relacionado à poluição do ar, que variou de 8% a 18%, para diversos tipos de doenças cardíacas (CANÇADO et al, 2006b; CENDON et al, 2006; MARTINS et al, 2006).

Os dados acima colocam em evidência que a exposição dos cortadores de cana a materiais particulados gerados durante o processo queima da cana-de-açúcar, constitui um importante fator de risco a ser considerado na análise e associação das possíveis causas da morte súbita de alguns destes trabalhadores.

Ainda em 1991, o pesquisador britânico Phoolchund (1991) descreveu que “os trabalhadores das plantações de cana-de-açúcar apresentam elevados níveis de acidentes ocupacionais e estão expostos à alta toxicidade dos pesticidas. Eles também podem apresentar um risco elevado de adoecerem por câncer de pulmão (mesotelioma), e isto pode estar relacionado à prática da queima da palha, na época da colheita da cana”. Estudos recentes têm referendado as suspeitas daquele pesquisador (ZAMPERLINI et al, 1997; GODOI et al, 2004).

Com efeito, dentre as substâncias presentes nos materiais particulados finos liberados durante a queima de biomassa (vegetação), os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) são os mais danosos à saúde, apresentando atividades mutagênicas, carcinogênicas e como desreguladores do sistema endócrino (ZAMPERLINI et al, 1997; GODOI et al, 2004).

Outro estudo realizado em Araraquara/SP, durante a época da colheita da cana, detectou uma concentração da substância carcinogênica benzo-a-pireno no ar, maior do que em Londres e em outras grandes cidades, e foi sugerido que tal substância provinha de queimadas em canaviais existentes na região. A mesma fonte de poluição atmosférica foi apontada como responsável pela elevada concentração

---

das partículas totais em suspensão encontradas no estudo, que atingiram a média de 103 microgramas por metro cúbico, valor superior ao limite de 80 microgramas por metro cúbico, estabelecido pela resolução 03 de 1990, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (GODOI et al, 2004).

Em pesquisa publicada em 2006, foi revelado que cortadores de cana saudáveis e não-fumantes que trabalhavam em canaviais do Estado de São Paulo, na época da colheita, apresentavam na urina substâncias carcinogênicas, que indicavam intensa exposição a HPAs genotóxicos e mutagênicos, presentes na fumaça, e que fora do período de colheita, estes teores eram bem menores. Esse mesmo estudo comprovou, ainda, que as condições de trabalho expõem os cortadores de cana a poluentes que levam ao risco potencial de adoecimento, principalmente, por problemas respiratórios e de câncer de pulmão (BOSSO et al, 2006).

Além dos materiais particulados, há de se destacar um outro poluente atmosférico extremamente danoso à saúde humana, o gás ozônio, formado a partir da reação entre poluentes atmosféricos, principalmente, monóxido de carbono e óxidos de nitrogênio, que são liberados durante a queima da biomassa. Um estudo revelou que, durante a queima da cana-de-açúcar, são emitidas grandes quantidades de gases contendo nitrogênio (NOx), que são precursores do ozônio troposférico e que em torno de 35% do nitrogênio aplicado no solo, na forma de adubo, é perdido para a atmosfera na forma de gases, durante a

queima da cana, representando esta perda não só um risco para a saúde pública mas, também, prejuízo para os produtores rurais (MACHADO et al, 2008). Estes dados se tornam relevantes ao levar-se em consideração um estudo estatístico divulgado em 2006, que revelou que, mesmo em concentrações muito baixas, o ozônio troposférico ainda foi associado com o risco aumentado de morte prematura. Os autores do estudo concluíram que, em face destes novos dados, os limites legais estabelecidos em diversos países, para as concentrações de ozônio na atmosfera, não garantem a segurança da população (BELL et al, 2006).

Diante do exposto, conclui-se, com base no conhecimento científico existente sobre o assunto, notadamente os referenciados neste parecer, que a poluição atmosférica originada pela prática da queima da cana-de-açúcar expõe o trabalhador e a população exposta a riscos severos de adoecimento por doenças cardiovasculares (cardíacas, arteriais e cerebrovasculares), apresentando, tanto efeitos agudos (aumento de internações, doença isquêmica do miocárdio e cerebral), como crônicos, por exposição em longo prazo, podendo, em casos extremos, conduzir à morte.

Assim sendo, sugere-se que a queima da cana-de-açúcar seja proibida em todo o Brasil e que, como alternativa, no corte da cana sejam utilizados equipamentos de pequeno porte, já disponíveis no mercado, que não dispensam a participação dos trabalhadores (ver protótipo em <http://www.portalms.com.br/noticias/Novo-invento-pode-ser-solucao-para-evitar-a-queima-da-cana/Mato-Grosso-do-Sul/Tecnologia/16824.html>).

## 5. DAS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, F. Por que morrem os cortadores de cana? *Saúde e Sociedade*. V. 15, p. 90-98, 2006.
- ARBEX, M. A.; CANÇADO, J. E. D.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; SALDIVA, P. H. N. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. V. 30, p 158-175, 2004.
- ARBEX, M. A.; MARTINS, L. C.; OLIVEIRA, R. C.; PEREIRA, L. A. A.; ARBEX, F. F.; CANÇADO, J. E. D.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. L. F. Air pollution from biomass burning and asthma hospital admissions in a sugar cane plantation area in Brazil. *Journal of Epidemiology and Community Health*. V. 61, p. 395-400, 2007.
- BELL, M. L.; PENG, R. D.; DOMINICI, F. The exposure-response curve for ozone and risk of mortality and the adequacy of current ozone regulations. *Environmental Health Perspectives*. V. 114, p. 532-536, 2006.
- BOSSO, R. M. V.; AMORIM, L. M. F.; ANDRADE, S. J.; ROSSINI, A.; MARCHI, M. R. R.; LEON, A. P.; CARARETO, C. M. A.; CONFORTI-FROES, N. D. T. Effects of genetic polymorphisms CYP1A1, GSTM1, GSTT1 and GSTP1 on urinary 1-hydroxypprene levels in sugarcane workers. *Science of the Total Environment*. V. 370, p. 382-390, 2006.
- CANÇADO, J. E. D.; SALDIVA, P. H. N.; PEREIRA, L. A. A.; LARA, L. B. L. S.; ARTAXO, P.; MARTINELLI, L. A.; ARBEX, M. A.; ZANOBETTI, A.; BRAGA, A. L.F. The impact of sugar cane-burning emissions on the respiratory system of children and the elderly. *Environmental Health Perspectives*. V. 114, p. 725-729, 2006a.
- CANÇADO, J. E. D.; BRAGA, A. L. F. ; PEREIRA, L. A. A.; ARBEX, M. A. ; SALDIVA, P. H. N. ; SANTOS, U. P. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. *Jornal Brasileiro de Pneumologia (Online)*. V. 32, p. 5-11, 2006b.
- CENDON, S. P.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; CONCEIÇÃO, G. M. S.; CURY JÚNIOR, A.; ROMALDINI, H.; LOPEZ, A. C.; SALDIVA, P. H. N. Air pollution effects on myocardial infarction. *Revista de Saúde Pública*. V. 40, p. 414-419, 2006.
- GODOI, A. F. L.; RAVINDRA, K.; GODOI, R. H. M.; ANDRADE, S. J.; SANTIAGO-SILVA, M.; VAN VAECK, L.; VAN GRIEKEN, R. Fast chromatographic determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in aerosol samples from sugar cane burning. *Journal of Chromatography A*. V. 1027, p. 49-53, 2004.
- MACHADO, C. M. D.; CARDOSO, A. A.; ALLEN, A. G. Atmospheric emission of reactive nitrogen during biofuel ethanol production. *Environmental Science and Technology*. V. 42, p. 381-385, 2008.
- MARTINS, L. C.; PEREIRA, L. A. A.; LIN, C. A.; PRIOLI, G.; LUIZ, O. C.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. L. F. The effects of air pollution on cardiovascular diseases: lag structures. *Revista de Saúde Pública*. V. 40, p. 677-683, 2006.
- PHOOLCHUND, H. N. Aspects of occupational health in the sugar cane industry. *Occupational medicine*. V. 41, p. 133-136, 1991.
- RIBEIRO, H. Queimadas de cana-de-açúcar no Brasil: efeitos à saúde respiratória. *Rev. Saúde Pública*. V. 42, p. 370-376, 2008.
- SILVA, M. A. M. in ZAFALON, M. Cortadores de cana têm vida útil de escravo em SP. *Jornal Folha de São Paulo*. 29/04/2007 – Seção Dinheiro.
- SILVA, M. A. M. Trabalho e trabalhadores na região do “mar de cana e do rio do álcool”. *Agrária*. N. 2, p. 2-39, 2005.
- UNICA. Disponível em <http://www.portalunica.com.br>. Acessado em 03/05/2008.
- ZAMPERLINI, G. C. M.; SILVA, M. R. S.; VILEGAS, W. Identification of polycyclic aromatic hydrocarbons in sugar cane soot by gas chromatography-mass spectrometry. *Chromatographia*. V. 46, p. 655-663, 1997.

---

## 1. Introduccisin: Desplazamiento de la produccisin de alimentos

1.1. ?Etanol para alimentar los coches o comida para alimentar a la gente? **71**

*Angela Cordeiro*

## 2. Impactos sobre la salud de los trabajadores

2.1. Contribucisin para la discusisin sobre las polmicas en el sector sucroalcoholero y las repercusiones en la salud de los trabajadores. **85**

*Soraya Wingester Vilas Boas y Elizabeth Costa Dias*

2.2. Impacto sobre las condiciones de trabajo:  
es desgaste fmsico de los cortadores de caqa de azzcar. **98**

*Ervilton Fontana de Laat, Rodolfo Andrade de Gouveia Vilela,  
Alessandro Josi Nunes da Silva y Vertnica Gronau Luz*

## 3. Impactos sobre el medio ambiente

3.1. Contaminacisin atmosfirica:  
Impactos de la quema de la caqa de azzcar sobre la salud. **109**

*Stnia Corina Hess*

*Recursos hmdricos:*

3.2. Produccisin de etanol y impactos sobre los recursos hmdricos **112**

*Maria Aparecida de Moraes Silva y Rodrigo Constante Martins*

---

---

# **Impacto sobre las condiciones de trabajo: el desgaste físico de los cortadores de caña de azúcar**

*Erielton Fontana de Laat*

*Doctorando PPGEP - UNIMEP*

*Profesor del Departamento de Educación Física de la  
UNICENTRO*

*Rodolfo Andrade de Gouveia Vilela*

*PPGEP-UNIMEP*

*Coordinador del Programa de Salud Laboral de la  
Municipalidad de Piracicaba*

*Alessandro José Nunes da Silva*

*Centro de Referencia en Salud Laboral de Piracicaba*

*Verônica Gronau Luz*

*Cursando el Máster en Salud Colectiva- UNICAMP*

## **1. Introducción**

En las cosechas de 2004 y 2008, la Pastoral del Migrante de Guariba – SP confirmó las muertes de 21 trabajadores del corte manual de caña en la región de São Paulo. Eran trabajadores jóvenes, con edades entre los 24 y los 50 años, migrantes de otras regiones del país. 1

Los certificados de defunción únicamente señalan que los informes de la autopsia no determinan la causa de las muertes y mencionan de manera resumida muertes por paro cardiaco, insuficiencia respiratoria o accidente vascular cerebral. Sin embargo, amigos y familiares informaron que antes de morirse estos trabajadores se habían quejado de exceso de trabajo, dolores en el cuerpo, calambres, falta de aire, desmayos (ALVES, 2006).

Para que se pueda comprender cuál es el desgaste físico al que se someten los trabajadores, y cómo éste puede relacionarse con estas muertes, es indispensable discutir los aspectos de la carga física que sufren estos cortadores y cómo es su proceso de trabajo. Dos indicadores importantes de la carga de trabajo y del desgaste de los cortadores de caña de azúcar son la temperatura del cuerpo y la frecuencia cardíaca.

El presente artículo revela resultados parciales de un estudio en el ámbito de las políticas públicas, (FAPESP nº 06-5168-3) que está desarrollando UNIMEP y que cuenta con la Municipalidad de Piracicaba, por medio del Centro de Referência em Saúde do Trabalhador [Centro de Referencia en Salud Laboral] (CEREST Piracicaba), como institución aliada, y el apoyo del Ministerio de Trabajo y Empleo - Administración Región de Piracicaba y del Ministerio Público del Trabajo de la 15<sup>a</sup> Región como instituciones de apoyo. El plazo de finalización del proyecto es noviembre de 2009.

## **1.1 Consideraciones sobre la temperatura corporal, frecuencia cardiaca y exposición al calor**

El cuerpo humano tiene un complejo mecanismo de control de temperatura llamado mecanismo termorregulador, que abarca estructuras nerviosas y químicas, incluyendo receptores especiales de temperatura, glándulas y vasos sanguíneos en el cerebro, médula espinal y en diversas otras regiones del cuerpo. La regulación de la temperatura corporal es un mecanismo bastante complejo, mediado sobre todo por el hipotálamo, por medio de las áreas de producción, conservación y disipación de calor.

La temperatura interna debe mantenerse entre los 36,5°C y los 37°C. Por encima y por debajo de esos límites surgen disfunciones orgánicas, algunas veces con consecuencias trágicas. La hipertermia puede ser una de estas consecuencias y ocurre cuando el cuerpo alcanza altas temperaturas (superiores a los 41°C), con riesgo de muerte. En esas situaciones, el calor que produce el trabajo muscular debido a la exposición solar y las altas temperaturas ambientales supera la capacidad del cuerpo de disiparlo (GOLDBERG, 1997).

Un trabajador del corte manual de caña puede sufrir hipertermia, pues tiene una intensa y prolongada actividad, expuesto a las bajas humedades, altas temperaturas sin la adecuada hidratación y con una pésima transpiración por cuenta de la vestimenta pesada. La situación se ve aún más agravada por el estímulo provocado por el pago de los trabajadores, que tiene como base la producción de caña cortada al día.

Como síntomas surgen inicialmente sed, fatiga y calambres intensos, luego el mecanismo termorregulador corporal comienza a colapsarse y surgen señales como náuseas, vómitos, irritabilidad, confusión mental, falta de coordinación motora, delirio y desmayo. La piel por lo general se pone muy caliente y roja, algunas veces con escalofríos, incluso en ambientes calientes. El sudor es abundante, hasta el momento en el que surge la deshidratación, cuando entonces la piel se vuelve seca. Esa es una fase peligrosa, pues la ausencia de transpiración no permite la adecuada pérdida de calor, poniendo en riesgo la vida por hipertermia grave. Cesa entonces la actividad motora y la persona debe recibir tratamiento inmediato (BOUCHAMA, 2002).

La hipertermia grave afecta de manera trágica la vida de individuos aparentemente sanos, como atletas (BERGERON et. al., 2005), militares (CARTER et al., 2005) y trabajadores industriales. Entre 1995 y 2001, 21 jóvenes jugadores de fútbol americano se murieron por insolación en los Estados Unidos (BERGERON et al., 2005) y siguen ocurriendo esos tipos de muerte trágica. Además, si bien la incidencia del número total de hospitalizaciones provocadas por esas enfermedades se ha reducido en los últimos años entre la población militar de los EE.UU., la tasa de incidencia de

hospitalizaciones provocadas por la insolación se incrementó cinco veces (CARTER et al., 2005).

Incluso la hidratación que se realiza durante la actividad prolongada bajo el calor, que favorece las respuestas termorreguladoras y de desempeño de la actividad, no son suficientes como para asegurar que en situaciones de extremo estrés térmico se evite la fatiga o choque térmico.

Por eso, en actividades que requieren la utilización de equipos de seguridad rigurosos, como es el caso del corte de caña, existe más probabilidad de problemas para la salud provocados por el calor. Se estima que la probabilidad de que se presente una enfermedad relacionada con el calor excesivo sería de uno entre mil trabajadores que utilizan equipos de protección individuales bajo esa condición, para cada año trabajado (CROCKFORD, 1999).

Pero, los límites establecidos en las legislaciones para el bienestar térmico y temperaturas extremas no se basan en los efectos crónicos del sol, sino en las reacciones agudas de trabajadores expuestos a él. Por ello, se puede decir que la literatura sobre la exposición continua y prolongada de trabajadores al calor todavía requiere futuros estudios (WOOD, 2004).

Otro factor agravante para el caso de la utilización de equipos de seguridad por parte de los trabajadores rurales en los países de clima caliente sería el hecho de que la realización de actividades profesionales en lugares de clima caliente y húmedo sería más insalubre que las mismas actividades realizadas en condiciones más amenas. La temperatura corporal de un trabajador que lleva a cabo una actividad moderada bajo condiciones más templadas y con ropa ligera, tardaría una media de 90 minutos para elevarse en 1,5°C. En el caso de que este mismo trabajador llevara una ropa impermeable y sintética, ese tiempo se reduciría a 20 minutos. Entonces, el tipo de equipo, junto con las condiciones ambientales, influyen en el tiempo límite que un trabajador podría exponerse a esas condiciones ambientales dentro del rango de bienestar térmico (HAVENITH, 1999).

Las exposiciones prolongadas al sol, además de provocar quemaduras, manchas, alergias e incluso cáncer de piel, pueden ser un factor de riesgo para la ocurrencia de cálculos renales. Según Altan (2004), la pérdida de líquido por medio del sudor intenso lleva a la deshidratación y, por consiguiente, la orina queda muy concentrada, lo que propicia la formación de los cálculos renales. En esta encuesta con operarios de la industria siderúrgica, se demostró que estos tienen nueve veces más posibilidades de desarrollar problemas renales que los que trabajan lejos del metal incandescente.

La frecuencia cardiaca se caracteriza por el número de veces que el corazón se contrae y se relaja, es decir, el número de veces que el corazón late por minuto. Y se subdivide en frecuencia cardiaca basal, frecuencia cardiaca de reposo,

frecuencia cardiaca de reserva y frecuencia cardiaca máxima (GOLDBERG, 1997).

Durante las actividades físicas o capacitación de cualquier modalidad, tanto aerobia como anaerobia, la frecuencia cardiaca sufre alteraciones y, en la mayoría de las veces, tiende a incrementarse. En algunos individuos eso puede convertirse en un riesgo para la salud, pues la frecuencia cardiaca puede aumentar mucho y traerle problemas a la persona, incluso el riesgo de muerte en los casos más serios. Al esforzarse el corazón más de lo tolerable, éste no tiene el tiempo suficiente para recuperarse entre una contracción y otra, lo que produce la falta de flujo sanguíneo en el miocardio, la capa más espesa de la pared de ese órgano.

Al igual que la temperatura ambiente, los efectos de la frecuencia cardiaca son agudos. No hay estudios a largo plazo sobre el exceso de latidos del corazón en actividades laborales. Los datos existentes son de ex atletas de alto rendimiento.

Según Apud (1997), un trabajo que requiere frecuencia cardiaca media inferior a 75 latidos por minuto debe clasificarse como muy ligero; entre 75 y 100, como ligero; entre 101 y 125, como medianamente pesado; entre 126 y 150, como pesado; y más de 151, extremadamente pesado. Este autor sugiere el límite del 40% de la capacidad

cardiovascular individual como aceptable para el trabajo desarrollado en un turno de 8 horas. De manera general, un periodo de descanso debe seguir los ciclos de trabajo. Las pausas cortas y frecuentes son más recomendadas que las pausas largas en menor número (LAVILLE, 1977).

GRANDJEAN (1998) recomienda la frecuencia de 35 lpm (latidos del corazón por minuto) por encima de la frecuencia cardiaca en reposo como un límite de actividad continua para los hombres.

## 2. Metodología

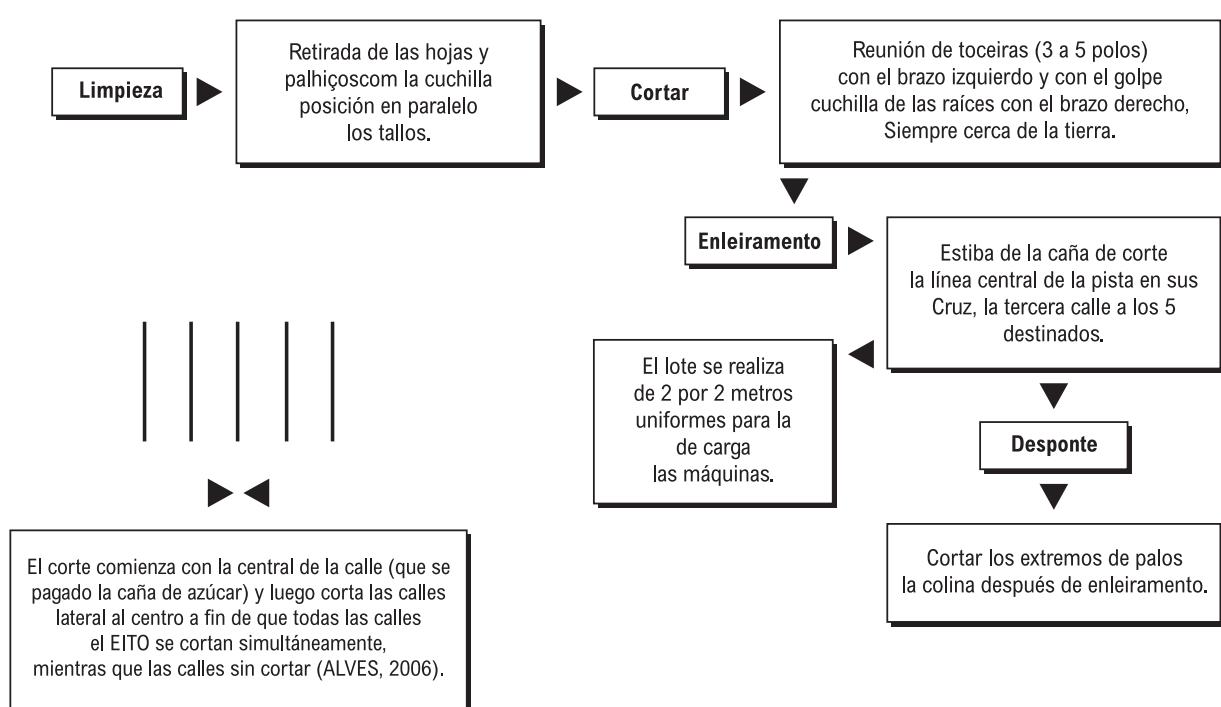
Por medio de la articulación interinstitucional del CEREST Piracicaba con el Ministerio de Trabajo y Empleo – Administración Regional del Trabajo de Piracicaba, se trtó contacto con una de las empresas auditadas para la realización del estudio. Se trata de la empresa Empreiteira Rural Rossi [Contratista Rural Rossi], que actúa en la ciudad de Elias Fausto, que, además de posibilitar el acceso a los trabajadores, manifestó también el interés en proseguir con el estudio. Se realizó la medición del Índice de Temperatura de Bulbo Húmedo y de Globo – WBGT, frecuencia cardiaca en el trabajo y análisis de la actividad de los cortadores de caña de azúcar.

## 3. Resultados

### 3.1 Análisis de la Actividad del corte manual de caña de azúcar

Las actividades de los cortadores observados incluyen:

#### Equipo prescrito



En el diagrama de flujo se presentan los pasos básicos: limpieza, corte, tría y despunte. Al lado izquierdo está la disposición de las calles en el área plantada.

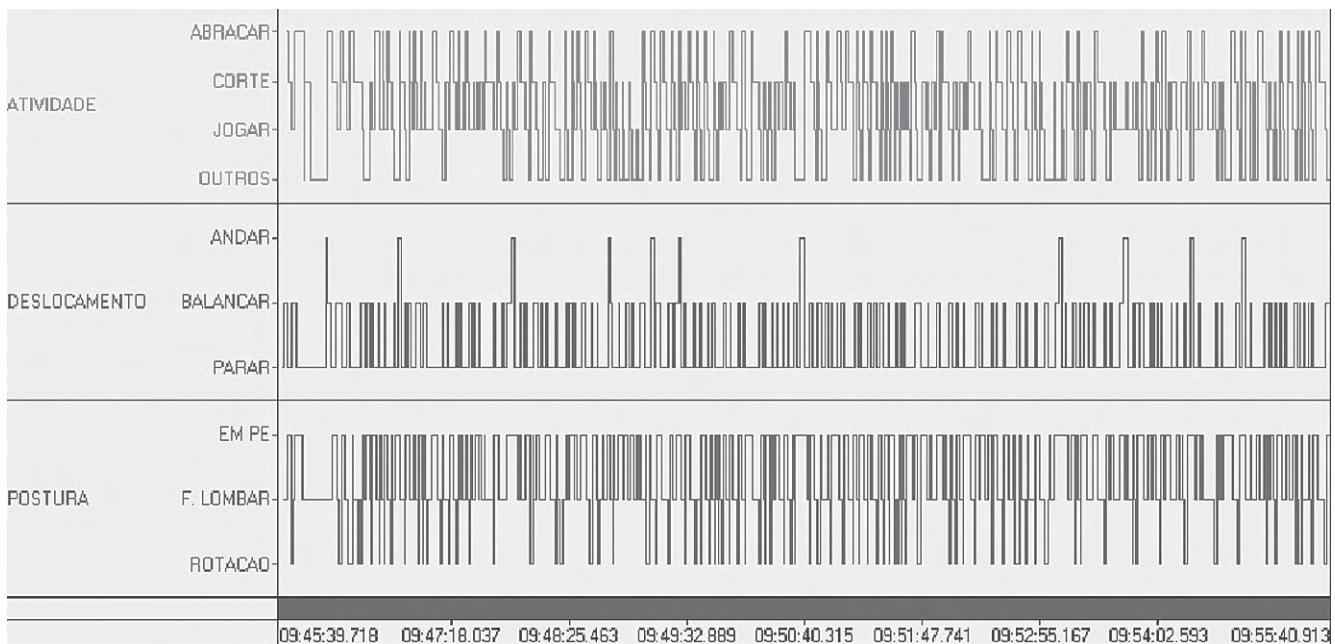
A continuación, se presentan los resultados de la observación sistemática de la actividad de corte manual de caña de azúcar. La observación utilizó la grabación en vídeo, con cámara Sony DCR y postcodificación de la película por medio del software Captiv L2100. La situación de trabajo, objeto de estudio en el enfoque de la ergonomía, abarca, entre otros, la organización del trabajo, las formas de remuneración, la tarea y las metas de producción, los equipos y herramientas, el individuo/equipo de trabajo, las consternaciones temporales y el entorno.

La figura 1 muestra la pantalla de postcodificación de la película, utilizando el Software L2100. A la derecha se observan los botones de colores que se utilizan para señalar el tiempo de duración, con la película en cámara lenta, de las variables de la actividad seleccionada para la observación sistemática, según propone el método ergonómico (GUERIN et al, 2001).

El gráfico 1 muestra el resultado de la codificación de 10 min. de observación sistemática registrada con la cámara filmadora. El software CAPTIV posibilitó medir la duración de cada variable observada, así como el procesamiento estadístico de ésta.



Figura 1 – Pantalla de codificación



*Gráfico 1 – Variables de observación por tiempo*

En base al registro de los datos de la empresa se obtuvo la producción diaria del trabajador con el que se hizo la observación sistemática y filmación durante el periodo matutino, en el mes de mayo de 2007. Los datos de producción se obtuvieron al día siguiente, por medio de la medición diaria

del metraje cortado informado por la empresa. En este estudio de caso, el trabajador cortó, durante una hora por la mañana, desde las 7:37 h a las 8:37h, 46 (cuarenta y seis) metros en 5 calles de la plantación de caña de azúcar. La producción diaria sumó 11,54 toneladas de caña, según el cuadro

Iniciales del Nombre	Producción en metros x Kg	Producción en toneladas
AES	125m x 52 kg + 70m x 72kg	11,540 ton

*Cuadro 1 – producción del caso*

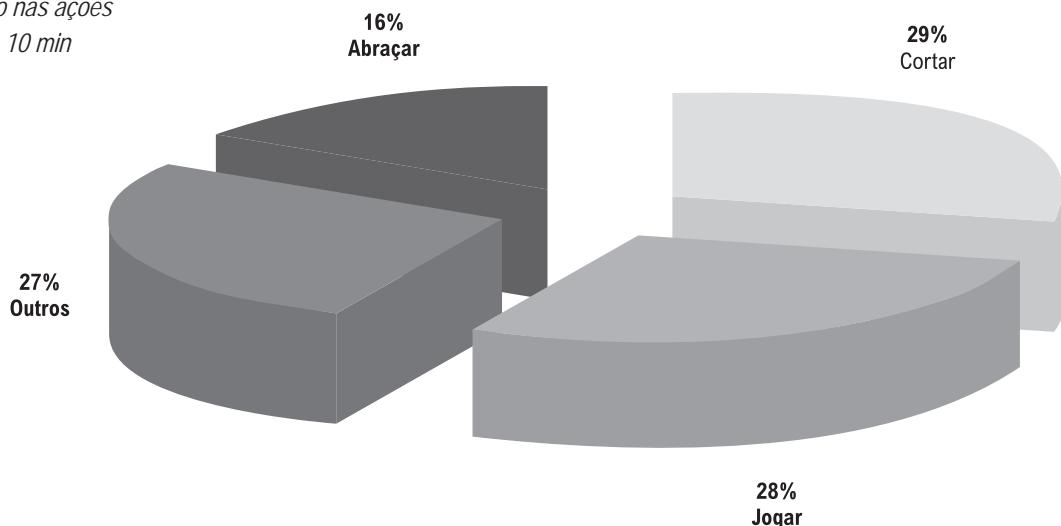
Según los datos de arriba, se puede calcular que el trabajador cortó en 10 minutos 398,66 kilos de caña, para lo que utilizó al menos 131 golpes de machete y realizó 138 flexiones de columna.

En la tabla 1 se puede dimensionar el tamaño del ciclo de trabajo en el corte de caña. Al sumar los tiempos promedios de las acciones que conforman la actividad, se llega a un ciclo promedio de 5,6 segundos. Vale resaltar que ciclos inferiores a 30 segundos representan riesgos de lesiones osteoarticulares (ANDERSSON, 1991).

Las informaciones obtenidas en la observación sistemática, comparadas con los datos de producción del trabajador observado, posibilitaron informaciones relevantes sobre la carga de trabajo y posible desgaste de los trabajadores. Para la jornada diaria de 8 horas, se estimó que el trabajador realizó 3.994 flexiones de columna y 3.792 golpes de machete. Los gráficos 2 y 4 señalan el % de tiempo para algunas variables medidas por medio de la codificación de la película con el uso del software CAPTIV.

1. La cuantificación es conservadora, pues en la codificación de la película no se identificó cada golpe de machete, sino la acción de golpear durante el tiempo en que el trabajador cortaba la caña para terminar el ciclo unitario de cada manojo. Algunas situaciones pueden requerir hasta 3 golpes de machete para terminar el corte de un manojo de caña.

(%) do tempo total usado nas ações  
do corte de cana- tempo 10 min



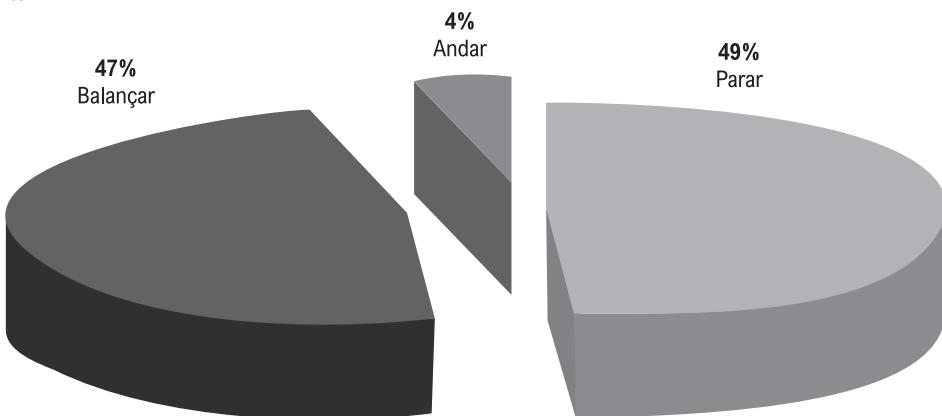
*Gráfico 2 - Acciones de corte de caña*

Se observa que el trabajador permanece la mayor parte del tiempo en la actividad de corte con machete, que representa el 29% del tiempo total, seguido de la acción de tirarla, que representa la segunda acción y que ocupa el 28% del tiempo. La acción de abrazar la caña representa el 16% del tiempo. En la acción de tirarla el trabajador sostiene en los brazos el manojo de caña cortada y lanza el material en el contrasurco. Esto significa que al final del día el trabajador carga toda la cantidad

de caña cortada. En el caso estudiado, el trabajador AES, al final del día, había movido 11,54 toneladas de caña de azúcar.

El equipo de 10 trabajadores que se observó el 18 de mayo, produjo una media diaria de 14 toneladas de caña cortada. Un trabajador cortó el 18 de mayo 18.200 kilos de caña, sumando 335 metros lineales en el área plantada, que incluye 5 calles por área.

(%) de tempo na variável deslocamento  
- tempo total 10min.



*Gráfico 3 – Desplazamiento durante el corte de caña*

El gráfico revela que el trabajador permanece la mayor parte del tiempo, el 49% del tiempo, en posición estática (parado), seguida de la posición bamboleándose (47%), cuando el

trabajador mueve el cuerpo para alcanzar la posición de golpe con el machete. El menor porcentaje del tiempo se utiliza para caminar, que representa el 4% del tiempo.

(%) do tempo na variável postura

- 10 min.

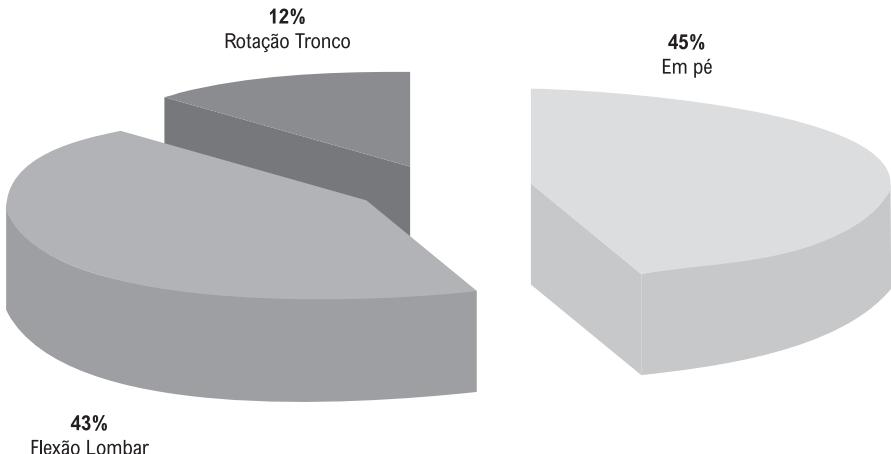


Gráfico 4 – Postura usada para el corte de la caña

El gráfico revela que el trabajador permanece el 45% del tiempo en pie y el 43% del tiempo en postura crítica de flexión lumbar, que representa riesgo de lesión al sistema

osteointegrante, además de la desfavorable posición de rotación del tronco realizada durante el 12% del tiempo.

### 3.2 Sobrecarga térmica

En una propiedad rural arrendada en la Ciudad de Salto (SP), en el mes de mayo de 2007, con ocasión del inicio de la cosecha de la caña en la región, se efectuaron las mediciones del Índice de Temperatura de Bulbo Húmedo y de Globo, por medio del instrumento Termómetro de Globo Modelo TGD Digital, de la marca Instrutherm, ubicado en el área expuesta al sol, regulado a la altura de 1,20 metro, que corresponde a la posición en la que mantienen el tronco los trabajadores durante la mayor parte de la jornada.

La sobrecarga térmica el 15 de mayo, medida por medio del Índice de Temperatura de Bulbo Húmedo y de Globo – WBGT, alcanzó, a las 12:00 horas, los 27,4°C. El valor mínimo se alcanzó a las 7hs de la mañana, con 16,8°C.

El 18 de mayo, el valor mínimo se verificó a las 7:30 hs de la mañana, con 17,1°C, y el valor máximo se alcanzó a las 14:00 horas, con el índice de 27,9°C. Vale resaltar que la Norma Reguladora nº 15 del Ministerio de Trabajo y Empleo establece que para una actividad considerada pesada, como es el corte de la caña, el límite del WBGT es de 25,0°C, a partir del que se deben adoptar providencias como hidratación, pausas para el descanso en la sombra, entre otras. Para valores de WBGT entre 26,0°C y 27,9°C, la NR 15 establece un régimen de 30 minutos de descanso cada 30 minutos de trabajo.

A su vez, la Norma Americana de la ACGIH (1999) define, para actividades que requieren vestimentas cerradas y equipos pesados de protección, como es el caso de los trabajadores

en el corte de la caña (guantes, mangotes, perneras, gorro y pantalones), la reducción de 2°C en el límite máximo del WBGT, por medio del factor denominado 'clo'. De esta manera, se debe considerar como límite de exposición a la sobrecarga solar el valor de WBGT de 23,0°C. Al observar las tablas 2 y 3 vemos que el 15 de mayo el límite es excedido desde las 10h00 hasta las 12h30 y el día 18 desde las 9h00 hasta las 15h30.

### 3.3 Carga cardiovascular

El 15 de mayo los trabajadores comenzaron sus actividades hacia las 7h00. Cada trabajador se detuvo para almorzar en horario y periodo distintos y finalizó sus actividades hacia las 16:00 horas.

La carga de trabajo física fue obtenida por medio del estudio de la frecuencia cardiaca de una muestra de 10 trabajadores, a lo largo de la jornada de trabajo, que trabajaban en la actividad del corte manual de caña de azúcar. Los trabajadores que participaron en el estudio tenían la edad media de 27,7 años, estatura media de 1,73 m y peso medio de 67,1 kg. El equipo obtuvo estos datos el día de la evaluación.

Para la obtención de la frecuencia cardiaca de los trabajadores se utilizaron diez monitores de frecuencia cardiaca, de la marca Polar Team System®, los cuales se fijaron en 10 trabajadores en el inicio y se sacaron al final de la jornada de trabajo.

Los valores de la frecuencia cardiaca se almacenaron en intervalos de 5 segundos durante todo el periodo de trabajo y, al final, se descargaron en la computadora por medio de

una interfaz para la compilación y análisis de los resultados, según la metodología que propuso Apud et al.(1989).

En paralelo, se anotaron los momentos de parada del trabajador, como comida y desplazamiento en autobús. Esta descripción tuvo como único objetivo registrar los tiempos consumidos en cada actividad física e identificar la secuencia de las operaciones realizadas. Además, ayudó posteriormente en los análisis de los datos obtenidos por medio del monitor de frecuencia cardiaca. Los trabajadores aceptaron totalmente el aparato en términos de comodidad

en sus actividades, sin perjudicar sus acciones laborales. Además, se mostraron muy dispuestos a colaborar con el estudio.

La productividad media en términos de metros de caña fue de 115,2 metros por trabajador, lo que correspondió a la media de 8.588 toneladas de caña cortada por trabajador del grupo. Los mismos trabajadores establecieron la secuencia de sus actividades, según las condiciones del lugar, número de calles, tipo de caña, clima, sensación de hambre/sed y cansancio..

Trabajador	Frecuencia cardiaca media de trabajo (FCmt)	Frecuencia cardiaca reposo (FCrp)	Frecuencia cardiaca máxima teórica (FCmax)	Carga cardiovascular en % (CCV)	Producción (ton)	Edad (años)
1	97	59	197	27,53	2,736	23
2	121	53	200	46,25 *	10,303	20
3	115	54	188	45,52 *	11,380	32
4	114	65	182	41,88 *	7,848	38
5	121	65	192	44,09 *	9,464	28
6	125	61	183	52,45 *	7,968	37
7	99	51	199	32,43	4,408	21
8	103	50	197	36,05 *	8,825	23
9	112	67	199	34,09 *	8,992	21
10	113	49	186	46,71 *	13,960	34
Media grupo	112	57,4	192,3	40,70 *	8,588	27,7

Cuadro 2 – Datos generales de los trabajadores del corte manual de caña de azúcar

Para obtener el CCV se utilizó la fórmula propuesta por Apud (1989):

$$CCV = \frac{FCmt - FCrp}{FCmax - FCrp} * 100$$

Donde:

CCV: carga cardiovascular en %

FCmt: frecuencia cardiaca media durante la jornada de trabajo

FCrp: frecuencia cardiaca de reposo

FCmax: frecuencia cardiaca máxima teórica estimada por medio de la fórmula (220 – edad)

Se observa en el cuadro 2 que 8 trabajadores excedieron la carga cardiovascular estimada por Rodgers (1986), con valores superiores al 33% de la potencia aerobia para trabajos con jornadas de 8 horas. Entre los ocho trabajadores, cuatro produjeron más toneladas y el trabajador 10 alcanzó la

producción de 13.960 toneladas de caña. Según este autor el 33% es el límite aceptable del porcentaje de la máxima capacidad aeróbica utilizada para una jornada de trabajo.

Especificamente para la cosecha de la caña de azúcar, Lambers et al. (1994) sugirieron el valor del 30% de la capacidad funcional

máxima como límite para la actividad laboral de cortadores manuales de caña de azúcar sudafricanos.

El tipo de caña cortada hasta el inicio de la tarde fue “rollo”, que representa una extrema dificultad para el cortador, pues éste tiene que bajarse más veces para lograr separar los manojo.

En el mismo día, en las dos últimas horas de trabajo, la caña cortada fue de tipo “en pie”, lo que aumenta la producción por parte de los cortadores, para que su día de trabajo sea más provechoso y alcance la meta diaria establecida por el inspector.

La carga cardiovascular de los trabajadores 1 y 7 quedó por debajo de los 33%, pero se observa que su producción por tonelada/día fue muy inferior en relación con los demás trabajadores. Por opción, ellos no cortaron la caña “en pie” en las últimas dos horas, teniendo una producción pequeña en relación con el restante del grupo.

Entre los demás trabajadores se encontró un exceso en la carga cardiovascular que llegó, en el caso del trabajador “6”, a 52% de la CCV, con una producción de 7,9 toneladas. También el cortador con mayor productividad excedió la carga límite, con el 46,7 % de la CCV, con 13,9 toneladas de caña cortada en el día.

Muller (1961) subraya que la diferencia entre la frecuencia cardiaca de reposo y la frecuencia cardiaca media de trabajo debe ser de un máximo de 35 latidos por minuto, como límite de actividad continua para los hombres. Los resultados revelan que los diez trabajadores del grupo piloto excedieron este límite de salud en situaciones de trabajo continuo.

La totalidad del grupo presentó una carga cardiovascular promedia del 40,70%, excediendo el límite deseable para la salud.

Cuando las evaluaciones fisiológicas revelan una carga de trabajo superior a la capacidad del trabajador en determinada condición, se hace necesario utilizar principios ergonómicos para obtener una adecuada carga de trabajo (GRANDJEAN, 1998). También según este autor, hay dos maneras eficientes para optimizar la carga de trabajo: modificar la planificación del sistema o método de trabajo para reorganizarlo ergonómicamente o introducir herramientas o máquinas auxiliares.

#### 4. Conclusiones y sugerencias

En la muestra analizada, el grupo excedió, en su totalidad, la carga cardiovascular prescrita del 33% e, individualmente, 8 entre 10 trabajadores excedieron este límite. En el método

de diferencia entre latido en reposo y en trabajo, todos excedieron los 35 latidos propuestos como límite para la salud. El estudio está en curso (FAPESP 06-51684-3) y aumentó el tamaño de la muestra para obtener importantes datos estadísticos, que se publicarán al terminar el estudio en noviembre de 2009.

Es necesario estudiar los parámetros bajo distintas temperaturas, sobre todo en los días más calientes. La sobrecarga térmica medida por medio de temperatura ambiente, Índice de Temperatura de Bulbo Húmedo y de Globo – WBGT, incluso si evaluado en días y regiones consideradas de temperatura amena, señala la necesidad de acciones de control, como pausas de 30 minutos bajo la sombra, cada 30 minutos de trabajo, durante una importante parte de la jornada, lo que es incompatible con el pago por producción.

La observación sistemática preliminar realizada en campo por medio de la filmación y codificación con el software L2100 posibilitó la obtención precisa de datos importantes, como el tamaño del ciclo de trabajo, la cantidad de flexiones y golpes de machete, distancia recorrida durante la jornada, etc. Se obtuvo, entre otras informaciones, un ciclo medio de corte de caña de 5,6 segundos, que caracteriza la actividad como extremadamente repetitiva y con riesgo de lesiones osteomusculares.

En el caso del corte manual de caña de azúcar, el aspecto de la organización del trabajo que determina y condiciona la carga y el desgaste de los trabajadores es el pago según producción. Bajo el estímulo financiero en la carrera por el incremento de sus ganancias diarias, los trabajadores tienden a exceder sus límites fisiológicos, es decir, pierden la referencia de las señales propias del cuerpo.

Sin las estrategias de autorregulación, los trabajadores ignoran las señales de cansancio, de incomodidad, de calambres, que podrían señalar el límite del riesgo, la necesidad de pausas, hidratación, etc. Los trabajadores son, entonces, empujados por una mano invisible – el pago según producción – al ignorar estos avisos, poniendo en riesgo su salud. Vale resaltar que el pago según producción adoptado en el sector viola la legislación vigente, ya que la Norma Reguladora nº 17 – Ergonomía – del Ministerio de Trabajo y Empleo (BRASIL, 1990) revela que en las actividades que requieren sobrecarga muscular estática o dinámica del cuello, hombros, dorso y miembros superiores e inferiores, todo y cualquier sistema de evaluación de desempeño para efectos de remuneración y ventajas de todo tipo debe tener en cuenta las repercusiones sobre la salud de los trabajadores. Por lo tanto, este estudio ya revela la necesidad de alteración de esta forma de remuneración.

## Referencias Bibliográficas

- ALVES, F. Por que morrem os cortadores de cana?. *Saude Soc.*, vol.15, no.3, p.90-98, 2006.
- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. AGIH. Limites de Exposición para substâncias químicas e agentes físicos, ACGIH, 1999.
- ANDERSON V.P. Cumulative trauma disorders. New York: Taylor & Francis, 1991.
- APUD E., BOSTRAND L., MOBBS I.D. and Strehlke B. Guidelines on Ergonomic Study in Forestry, pp. 18–22. International Labour Office, Geneva, 1989.
- APUD, E. Temas de ergonomía aplicados al aumento de la productividad de la mano de obra en cosecha forestal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 3., 1997, Vitória. Anais.. Vitória: SIF/DEF, 1997.
- ATAN, L. C. L. Risco de litíase em trabalhadores de ambiente com alta temperatura. Tese da Escola Paulista de Medicina, São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 2003.
- BERGERON, M., MCKEAG, D.; Casa, D. CLARKSON, P. Youth Football: Heat Stress and Injury Risk. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 37(8):1421-1430, August 2005
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras da Portaria 3214/78. NR 17 Ergonomia. 1990. Disponible en [www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_17.asp](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_17.asp)
- BOUCHAMA, A. Heat stroke N. Engl. J. Med. 346 (25):1978-1988, 2002.
- CARTER, R; CHEUVRONT, S; WILLIAMS, J. Epidemiology of Hospitalizations and Deaths from Heat Illness in Soldiers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 37(8):1338-1334, 2005.
- CROCKFORD, C. W. Protective clothing and heat stress: introduction. *Ann. occup. Hyg.*, v. 43, n. 5. p. 287-288, 1999.
- FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. World Health Organ Tech Rep Ser 1985;724:1-206.
- GOLDBERG, S. Descomplicando a fisiologia. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- GRANDJEAN, E. Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFOUR J.; KERGUELEN, A. Compreender o Trabalho para Transformá-lo – A Prática da Ergonomia. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.
- HAVENITH, G. Heat balance when wearing protective clothin. *Ann. occup. Hyg.*, v. 43, n. 5, p. 289-296, 1999.
- LAMBERS, M.I., CHEEVERS, E.J., COOPOO, Y. Relationship between energy expenditure and productivity of sugar cane cutters and stackers. *Occupational Medicine* 44, 190–194, 1994.
- MULLER, E. A. Die physische ERMUDUNG. In Handbuch der gesamten Arbeitsmedizin, Band 1. Urban und Schwarzenberg, Berlin, 1961.
- RODGERS, S. Ergonomic design for people at work. New York: John Wiley & Sons, 1986.
- WOOD, L. Heat Resistant. *Occupational Health*. v.56, n. 7, p. 25-29, 2004.

## CASOS DE 2004

1. José Everaldo Galvão, 38 años, natural de Araçuaí-MG, fallecido en abril de 2004, en el hospital de Macatuba-SP. Causa de la muerte: paro cardiorrespiratorio. Enterrado en Araçuaí - MG.
2. Moises Alves dos Santos, 33 años, natural de Araçuaí-MG, fallecido en abril de 2004, en el hospital de Valparaiso-SP. Causa de la muerte: paro cardiorrespiratorio. Enterrado en Araçuaí – MG.

3. Manoel Neto Pina, 34 años, natural de Caturama - BA, fallecido en mayo de 2004, en el hospital de Catanduva-SP. Causa de la muerte: paro cardiorrespiratorio. Enterrado en Palmares Paulista-SP.

## CASOS DE 2005

4. Lindomar Rodrigues Pinto, 27 años, natural de Mutans – BA, fallecido en marzo de 2005, en Terra Roxa\_SP. Causa de la muerte: paro respiratorio. Enterrado en Mutans-BA

5. Ivanilde Veríssimo dos Santos, 33 años, natural de Timbiras-MA.

Causa de la muerte: pancreatitis aguda.

Enterrada en julio de 2005 en Pradópolis-SP

6. Valdecy de Paiva Lima, 38 años, natural de Codó-MA.

Fallecido en julio de 2005, en el Hospital São Francisco de Ribeirão.

Causa de la muerte: accidente cerebral hemorrágico.

Enterrado en Codó-MA.

7. José Natalino Gomes Sales, 50 años, natural de Berilo - MG.

Fallecido en agosto de 2005, en el hospital de Batatais-SP.

Causa de la muerte: paro cardiorrespiratorio.

Enterrado en Francisco Badaró - MG

8. Domício Diniz, 55 años, natural de Santana dos Garrotes - PE.

Fallecido en septiembre de 2005, durante el traslado al hospital en Borborema, SP.

Causa de la muerte: desconocida.

Enterrado en Borborema-SP

9. Valdir Alves de Souza, 43 años.

Fallecido el 04 de octubre de 2005, en Valparaíso-SP.

No tenemos más informaciones.

10. José Mario Alves Gomes, 45 años, natural de Araçuaí-MG.

Falleció en Rio das Pedras el 21 de octubre de 2005.

Causa de la muerte: desconocida.

Fue enterrado en Araçuaí-MG

11. Antonio Ribeiro Lopes, 55 años, natural de Berilo-MG.

Falleció el 23 de noviembre de 2005 en Guariba - SP.

Causa de la muerte: edema hemorrágico pulmonar y cardiopatía dilatada descompensada.

Fue enterrado en Guariba-SP.

## CASOS DE 2006

12. Juraci Santana, 37 años, natural de Elesbão Veloso - PI.

Falleció el 29 de junio de 2006, en la ciudad de Jaborandi - SP.

Causa de la muerte: desconocida.

Fue enterrado en Elesbão Veloso - PI

13. Maria Neusa Borges, 54 años, habitante de Monte Alto.

Falleció el 24 de julio.

Causa de la muerte: desconocida.

Fue enterrada en Monte Alto-SP

14. Celso Gonçalves, 41 años.

Falleció el 26 de julio de 2006 en Taiaçú-SP.

Causa de la muerte: desconocida.

Fue enterrado en Monte Alto, SP

15. Oscar Almeida, 48 años.

Falleció en Itapira el 15 de septiembre de 2006.

Causa de la muerte: desconocida.

Fue enterrado en Conchal, SP

## CASOS 2007

16. José Pereira Martins, 51 años, natural de Araçuaí-MG, habitante de Guariba – SP.

Falleció el 28 de marzo de 2007.

Causa de la muerte: infarto del miocardio.

Fue enterrado en Guariba-SP.

17. Lourenço Paulino de Souza, 20 años, natural de Axixá do Tocantins – TO. Vivía en Colina – SP.

Falleció el 24 de abril de 2007.

Causa de la muerte: desconocida.

Fue enterrado en Vila Tocantins - TO

18. Adailton Jesus dos Santos, 34 años, natural de São Raimundo Nonato – PI. Vivía en Cravinhos.

Falleció el 19 de mayo de 2007, en el Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto.

Causa de la muerte: choque anafiláctico provocado por infección.

Fue enterrado en São Raimundo Nonato – PI

19. José Dionísio de Souza, 33 años, natural de Salinas – MG. Vivía en la ciudad de Ipaussu, en el interior de São Paulo.

Falleció el 20 de junio de 2007.

Causa de la muerte: desconocida.

Su cuerpo fue trasladado al pueblo de Fruta de Leite – MG.

20. Edilson Jesus de Andrade, 28 años, natural de Tapiramutá-BA. Vivía en Guariba.

Falleció el 11 de septiembre de 2007.

En el certificado de defunción del hospital figura como causa de la muerte una enfermedad autoinmune, llamada púrpura trombocitopenia idiopática.

Su cuerpo fue enterrado en Guariba.

## CASOS 2008

21. Mariano Baader, 53 años, falleció el 19 de mayo de 2008. Vivía en Presidente Prudente [SP]. En el certificado de defunción del hospital figura como causa de la muerte paro cardiorrespiratorio por causa desconocida.

---

1. Introduction: Displacement of food production	
1.1 . Ethanol to fuel cars or to feed people?	133
<i>Angela Cordeiro</i>	
2. Impacts on workers health	
2.1. Contribution to the discussion on policies in the sugar-alcohol industry and the repercussions for workers health	147
<i>Soraya Wingester Vilas Boas and Elizabeth Costa Dias</i>	
2.2 Impact over the worn conditions: physical wear of sugar-cane cutters	160
<i>Erivelton Fontana de Laat, Rodolfo Andrade de Gouveia Vilela, Alessandro Josi Nunes da Silva and Verônica Gronau Luz</i>	
3. Impacts on the environment	
3.1. Air pollution:	
Impact of sugar cane burns on health	171
<i>Sonia Corina Hess</i>	
<i>Water resources:</i>	
3.1. Ethanol production and impacts on water resources	174
<i>Maria Aparecida de Moraes Silva and Rodrigo Constante Martins</i>	

---

---

# **IMPACT OVER THE WORKING CONDITIONS: PHYSICAL WEAR OF SUGAR-CANE CUTTERS.**

*Erivelton Fontana de Laat*

*Doctorate Student PPGEP-UNIMEP*

*Professor of the UNICENTRO Physical Education Department*

*Rodolfo Andrade de Gouveia Vilela*

*PPGEP-UNIMEP*

*Coordinator of the Piracicaba City Hall Worker-Health Program*

*Alessandro José Nunes da Silva*

*Piracicaba Worker-Health Reference Center*

*Verônica Gronau Luz*

*Masters Student in Collective Health-UNICAMP*

## **1. Introduction**

Between the 2004 and 2008 crops, Migrante of Guariba Pastoral - SP confirmed the deaths of 21 manual sugar-cane-cutting workers in the region of São Paulo, who were young workers aged between 24 and 50 that had migrated from other regions of the country.<sup>1</sup>

The death certificates only contain inconclusive specialist opinions regarding the cause of the deaths with a summarized report of the deaths due to cardiac arrest, respiratory failure or stroke. Friends and family members, nonetheless, reported that before they died these workers had complained of excess work, body aches, cramps, being out of breath, and fainting spells (ALVES, 2006).

To understand the physical wear to which the workers are submitted and how that could be related with these deaths, it is crucial to discuss the physical load aspects of these cutters and how their work process is. Two important work-load and physical-wear indicators of the sugar-cane cutters are the body temperature and the heart rate.

The present article presents partial research results within the lines of public policies (FAPESP nº 06-5168-3) that are being developed by UNIMEP having the Piracicaba City Hall, through the Worker-Health Reference Center (CEREST Piracicaba), as a partner institution, and the support of the Ministry of Health, Piracicaba Regional and Managerial Employment and the Labor Public-Prosecution Service from the 15th Region as support institutions. The deadline for the conclusion of the project is November 2009.

### **1.1. Considerations on body temperature, heart rate and exposure to heat**

The human body has a complex temperature-control system, being called thermal-regulation mechanism. It involves nervous and chemical systems, including special temperature receptors, glands and blood vessels in the brain, spinal cord and in several other regions of the body. Body-temperature regulation is a highly complex mechanism, mainly mediated by the hypothalamus through heat production, conservation and dissipation areas.

The internal temperature should be kept at 36.5° C and 37° C, and if it is above or under these limits, there is the appearance of organic dysfunctions, sometimes with tragic consequences. Hypothermia could be one of these consequences, being installed when the body reaches high temperatures (over 41° C) with risks to one's life. In these situations, the heat produced by muscular work, exposure to the sun and high environmental temperatures exceeds the body's capacity to dissipate it (GOLDBERG, 1997).

Hyperthermia may appear in a manual sugar-cane cutter, since he or she does intense and extended exercise exposed to low humidity and high temperatures without the adequate hydration and with terrible sweating due to the heavy clothing. The situation is made even worse by the stimulus of the workers' payment, based on the sugar cane that is cut per day.

Initially, symptoms such as intense thirst, fatigue and cramps appear, then, the body thermal-regulation mechanism starts failing and there is the appearance of signs of nausea, vomiting, irritability, mental confusion, lack of motor coordination, delirium and fainting. The skin usually becomes very hot and red, sometimes with chills even in hot environments. There is abundant sweating, until the moment when dehydration sets in, when the skin becomes dried out. This is a dangerous phase, since the absence of sweating does not allow for adequate heat loss, putting the life at risk due to severe hyperthermia. Then, the motor activities stop and the person has to be treated immediately (BOUCHAMA, 2002).

Severe hyperthermia tragically affects the lives of apparently healthy individuals, such as athletes (BERGERON et al., 2005), military (CARTER et al., 2005) and industrial workers. From 1995 to 2001, 21 young American-football players died of heatstroke in the United States (BERGERON et al., 2005) and these tragic deaths continue happening. Besides that, despite the fact that the total number of hospital admissions caused by these illnesses has fallen in the last few years among the military population in the US, the incidence of hospital admissions caused by heatstroke increased fivefold (CARTER et al., 2005).

Even hydration performed during extended activities in the heat, which favors the thermal-regulatory and exercise-performance responses, is insufficient to avoid fatigue or thermal shock in situations of extreme thermal stress.

Thus, in activities in which the use of strict safety equipment, as in the case of sugar-cane cutting, there is a greater probability of having health problems caused by heat. It is estimated that the probability of presenting an illness related to excessive heat would be one in every one thousand workers that use personal-protection equipment per year worked under this condition (CROCKFORD, 1999).

Nevertheless, the limits established in the thermal comfort and extreme temperature legislations are based on the acute reactions of workers exposed to heat and not on its chronic effects. Therefore, it can be said that literature on continued and extended exposure of workers to heat still needs future studies (WOOD, 2004).

Another problem of the use of safety equipment by rural workers in hot climate countries would be the fact that the performance of professional activities in places with hot and muggy climate would be unhealthier than the same activities performed in better conditions. A worker performing a moderate activity in less severe conditions, wearing light clothes, would take 90 minutes in average to increase his body temperature in 1.5° C. If this same worker wore impermeable and synthetic clothing, this time would fall to 20 minutes. With that, the type of equipment, together with the environmental conditions, influence the time limit a worker could be exposed to these environmental conditions within the thermal-comfort range (HAVENITH, 1999).

The extended exposures to the sun, besides causing burns, stains and allergies and even skin cancer, may be a risk factor for the onset of kidney stones. According to Altan (2004), the loss of liquid through intense sweating leads to dehydration, and as a consequence, the urine becomes highly concentrated, favoring the formation of kidney stones. In this research with workers from the steel milling industry, it was shown that they have nine times more chances of developing renal problems than those that work far from the incandescent metal.

The heart rate is characterized by the number of times the heart contracts and relaxes, that is, the number of times the heart beats per minute. And it is subdivided into basal heart rate, rest heart rate, reserve heart rate and maximum heart rate (GOLDBERG, 1997).

During physical or training activities of any kind, both aerobic and anaerobic, the heart rate suffers changes, and most of the times it tends to increase. And in some individuals, that could become a health risk, since the heart rate can increase a lot and put the person in dangerous situations, even with

risks to his or her life in more severe cases. Since the heart exerts more effort than what is tolerable, it does not have time to recover between one contraction and another, resulting in the lack of blood flow in the myocardium, the thickest layer of the organ wall.

Just like the effects of environment temperature, heart rate effects are acute, there are no long-term studies on the excess beats in manual activities and the data that exists are on former high-performance athletes.

According to Apud (1997), a worker that requires a mean heart rate lower than 75 beats per minute should be rated as very light, from 75 to 100 as light, from 101 to 125 as average to heavy, from 126 to 150 as heavy and as of 151, extremely heavy. This author suggests a 40% limit of the individual cardiovascular capacity as being acceptable for work performed in an 8-hour shift. In general, a rest period should follow the work cycles and short and frequent pauses

are more indicated than a smaller number of long pauses (LAVILLE, 1977).

GRANDJEAN (1998) recommends a frequency of 35 bpm (heartbeats per minutes), above the heart rate at rest, as a continuous-activity limit for men.

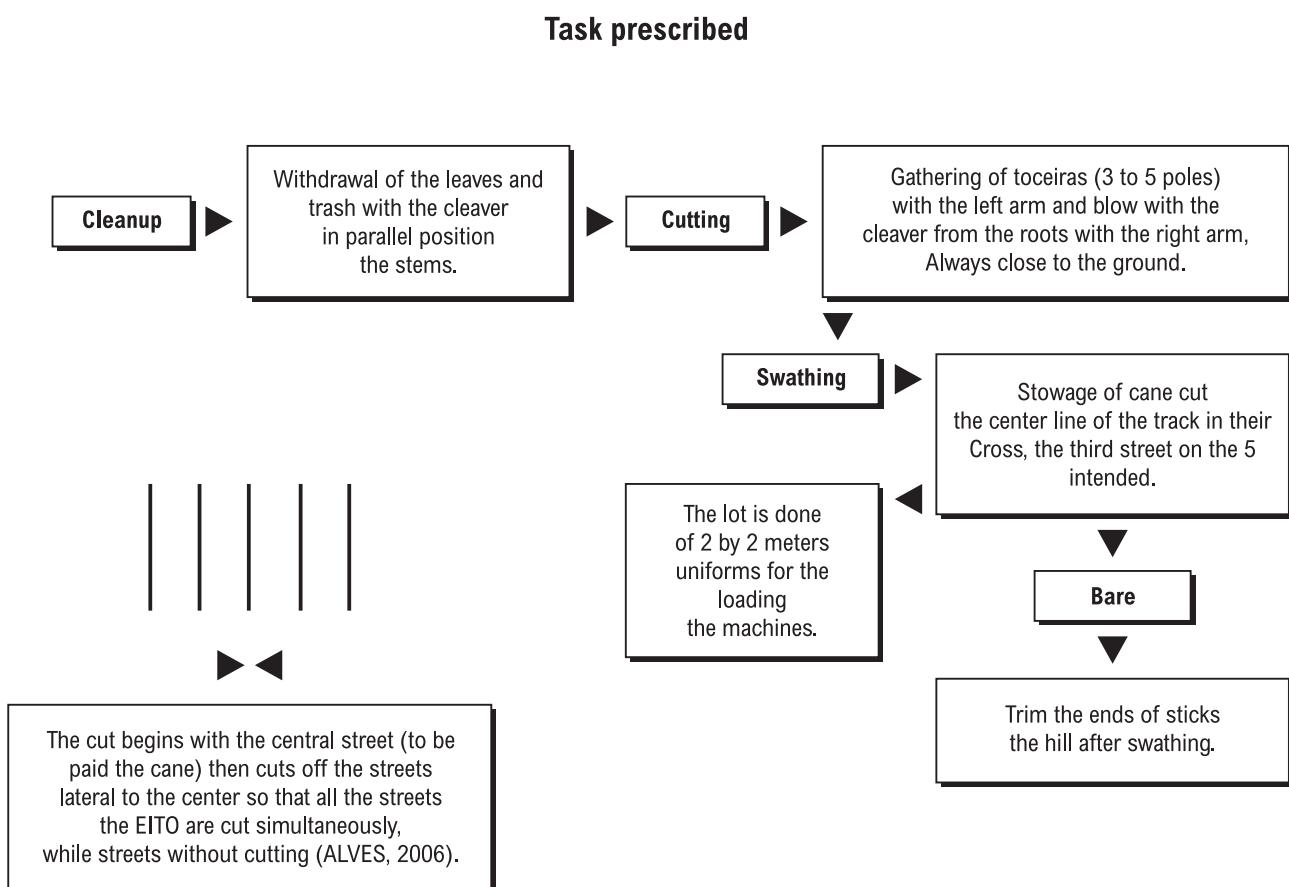
## 2. Methodology

After an inter-institutional articulation by CEREST Piracicaba with the Ministry of Labor and Employment – Regional Piracicaba Labor Management, one of the audited companies was hired to perform the study. It is the company Empreiteira Rural Rossi that acts in the city of Elias Fausto, which besides enabling the access to the workers also expressed interest in continuing with the study. The Globe Thermometer Damp Bulb Index – IBUTG and work heart rate measurements and activity analysis of the sugar-cane cutters were performed.

## 3. Results

### 3.1. Analysis of the manual sugar-cane cutting activity

The activities of the cutters observed are composed of:



In the flow chart, the basic steps are presented: cleaning, cutting, pile alignment and cutting of the tips of the cane. To the left, the disposition of the rows in the land parcel.

Below are the results of the systematic observation of the manual sugar-cane cutting activity. The observation used video recording with a Sony DCR camera and post-coding of the film through the Captiv L2100 software. The labor situation, object of the study approaching ergonomics, includes, among others, labor organization, the forms of compensation, production tasks and goals, equipment and tools, individual/team work, temporal embarrassments and the environment.

Figure 1 shows the film post-coding screen using the L2100 Software. To the right, the colored buttons used to mark the length, with the film in slow motion, of the variables of the selected activities for the systematic observation, as proposed by the ergonomic method (GUERIN et al, 2001).

Graph 1 shows a coding result of 10 min. of registered systematic observation with a film camera. The CAPTIV software allowed for the quantification of the length of each observable variable, as well as its statistical processing.

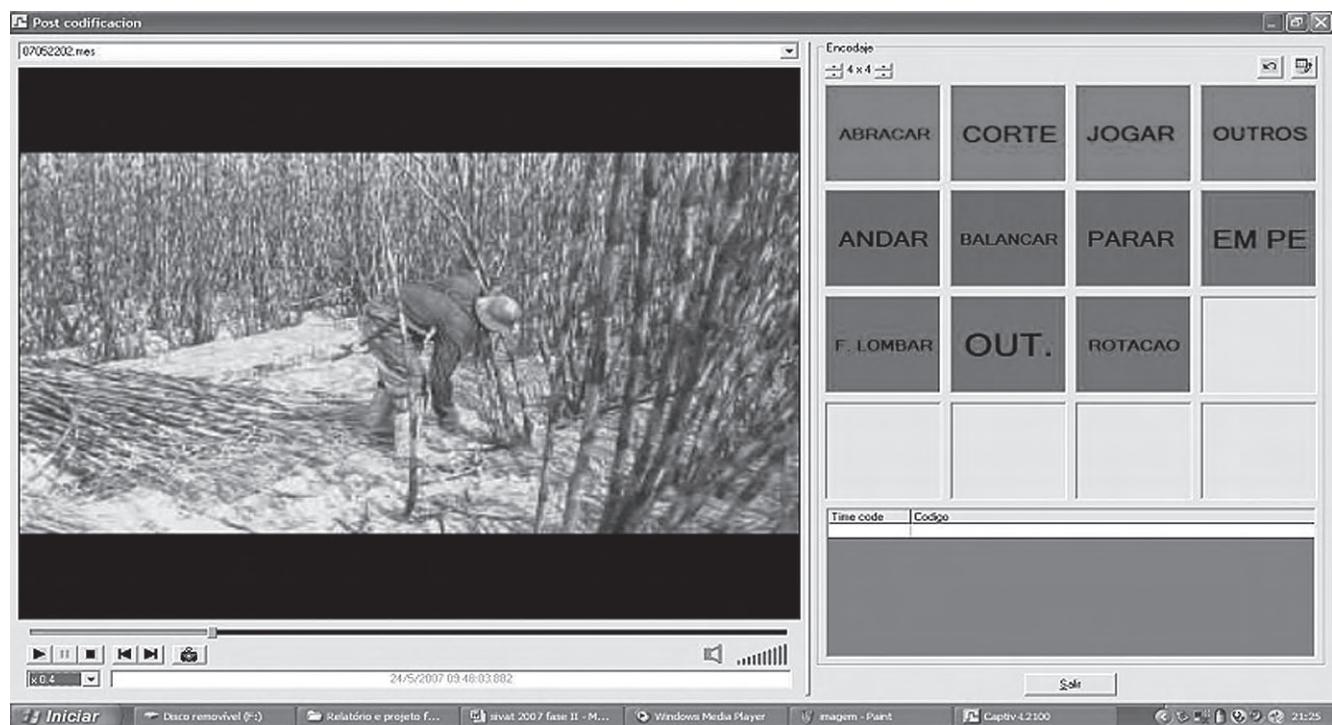
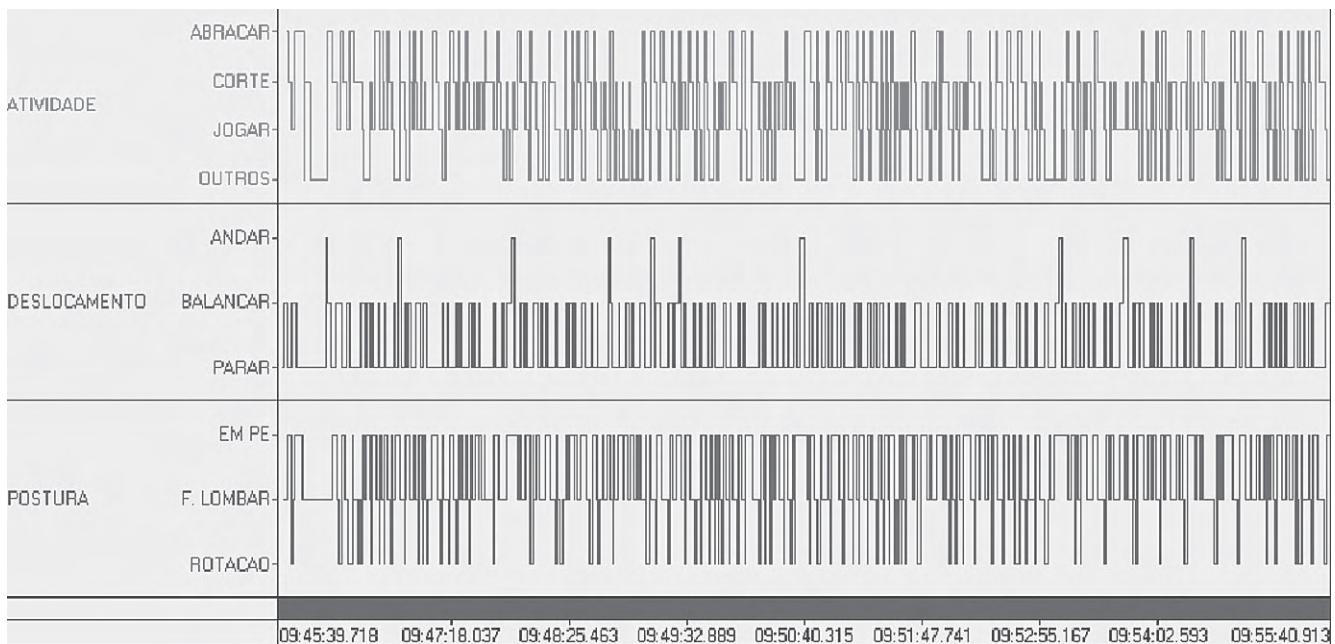


Figure 1 – Coding screen



*Graph 1 – Observation variables by time*

Based on the registration of the company data, we obtained the daily production of a worker with whom the systematic observation and filming was performed in the morning, May 2007. The production data were obtained the following day based on the average of meters cut daily obtained from the

company. In this case study, the worker cut 46 (forty six) meters in 5 sugar-cane rows in one hour in the morning, from 7:37 am to 8:37 pm. The daily production totaled 11.54 tons of sugar cane, according to the chart:

Name Initials	Production in meters x Kg	Produção em ton
AES	125m x 52 kg + 70m x 72kg	11,540 ton

*Chart 1 – production of the case*

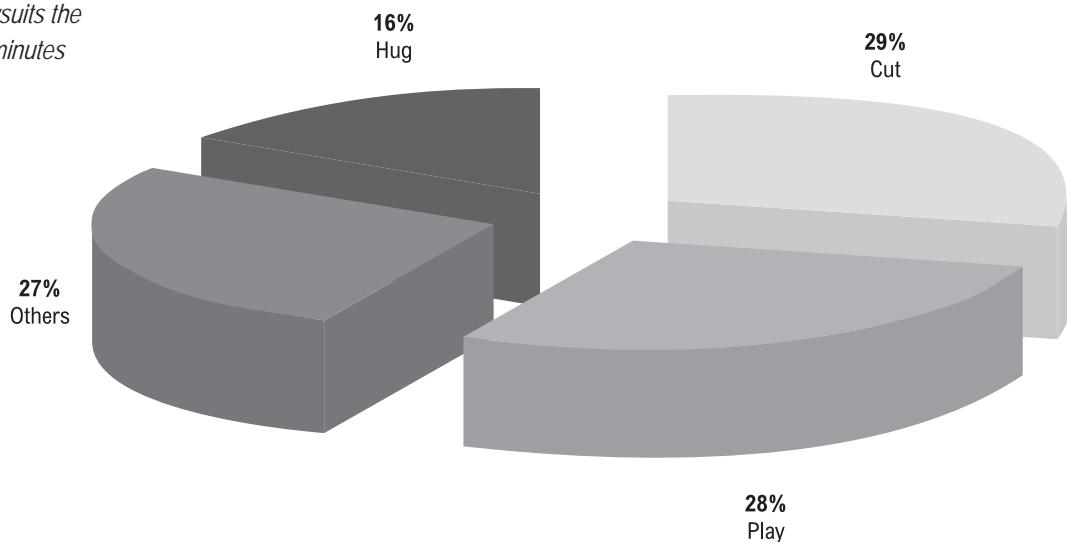
From the above data, it is possible to calculate that in 10 minutes, the worker cut 398.66 kilos of sugar cane, and for such, he performed at least 131 machete strokes and bent over 138 times.

Based on table 1, one can see the extension of the work cycle in sugar-cane cutting, and adding the average times of each action that composes the activity, we arrive at a 5.6-second average cycle. It is worth pointing out that cycles shorter than 30 seconds represent osteo-articular injury risks (ANDERSSON, 1991).

The information obtained from the systematic observations, crossed with the production data of the worker observed, yield important information on the work load and a possible wear of the workers. For the daily 8-hour shift, it is estimated that the worker bent over 3,994 times and made 3,792 knife movements. Graphs 2 thru 4 indicate the percentage of time for a few variables measured through the film coding using the CAPTIV software.

1. A quantificação é conservadora, pois na codificação do filme não foi identificado cada golpe de podão e sim a ação de golpear no tempo que o trabalhador cortava a cana para concluir o ciclo unitário de cada feixe. Algumas situações podem exigir até 3 golpes de podão para concluir o corte de um feixe de cana.

*%) Total Time Used in lawsuits the Court of Cana - Time 10 minutes*



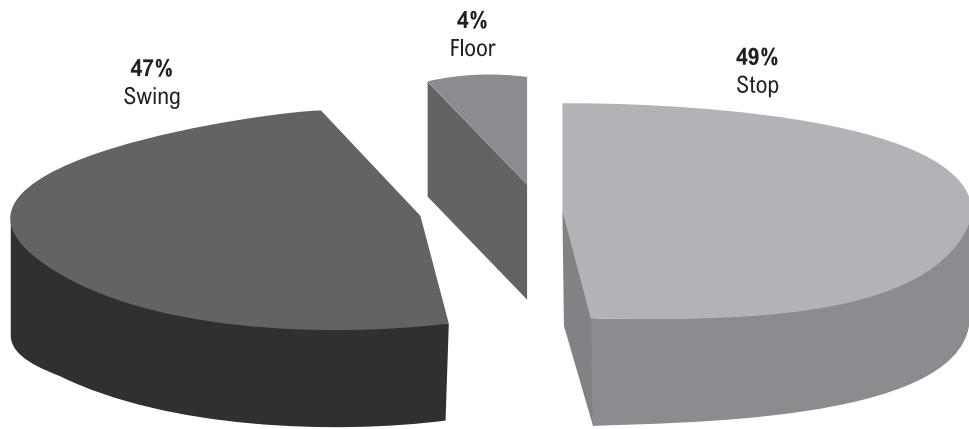
*Graph 2- Sugar-cane cutting actions*

It was observed that the worker spends most of the time in the activity cutting with the knife, which represents 29% of the total time, followed by the action of throwing, which represents 28% of the time. The action of embracing the cane represents 16% of the time. In the throwing action, the worker holds the bundle of cut sugar cane with his or her arms and throws the material on the pile. That means that by the end of the day, the worker carries the entire amount of

cut cane, and in the studied case, worker AES handled 11.54 tons of sugar cane by the end of the day.

In the team composed of 10 workers that was being accompanied throughout 05/18, we had a daily average of 14 tons of cut sugar cane. Throughout 05/18, one worker cut 18.200 kilograms of cane, in a total of 335 linear meters in the land parcel that contains 5 rows.

*% of the time variable displacement  
- Total time 10 minutes.*



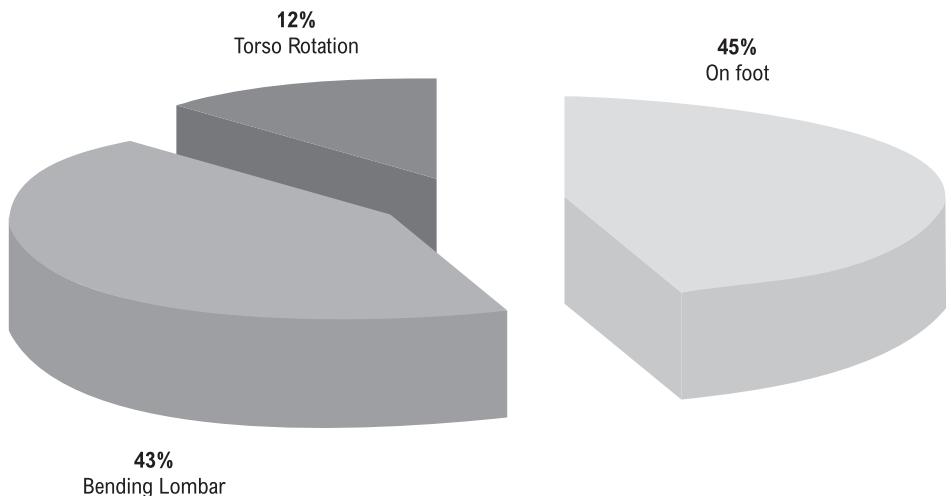
*Graph 3 – Movement during sugar-cane cutting*

The graph reveals that the worker stays most of the time in a static position (stopped), 49% of the time, followed by the swaying position (47%) when the worker moves his body

to reach the cutting position with the knife. The smallest percentage of time is used in walking, which represents 4% of the time.

(%) in the variable position of Time

- Time 10 minutes



**Graph 4 – Posture used in sugar-cane cutting**

The graph reveals that the worker spends 45% of the time standing and 43% of the time in a critical bent-over position, which represents an osteo-articular injury risk. Despite the

unfavorable position of rotation of the torso, it answered for 12% of the time.

### 3.2. Heat Overload

In a leased rural property in the City of Salto (SP), during the month of May 2007, in the beginning of the sugarcane harvest in that region, Globe Thermometer Wet Bulb Index measurements were made using a Digital TGD Model Globe Temperature of the Instrutherm brand, positioned in an area exposed to controlled sunlight at a height of 1.2 meters, which corresponds to the position of workers' torso during most of their work shift.

The heat overload on May 15, measured by the Globe Thermometer Wet Bulb Index – IBUTG, reached 27.4° at 12 noon. The minimum value of 16.8° C was reached at 7 a.m.

On May 18, the minimum registered value at 7:30 in the morning was 17.1° C, and the maximum value of 27.9° C was reached at 2:00 p.m. It must be highlighted that Regulatory Norm NR 15 of the Ministry of Labor and Employment defines a IBUTG limit of 25.0° C for activities considered labor intensive, such as cane cutting, for which measures such as hydration, rest intervals in a shaded area, among others, shall be adopted. For IBUTG values between 26.0° and 27.9°, NR 15 sets a work regime of 30 minutes of labor followed by 30 minutes of rest.

On the other hand, the American ACGIH Standard (1999) defines for activities that require closed clothing and heavy protection equipment, as in the case of cane-cutting workers (gloves, arm protection, leg protection, Sahara hat, cap and pants) a 2° C reduction of the maximum IBUTG limit, by means of the so-called 'clo' factor. Thus, a 23.0° C

IBUTG value shall be considered the exposure limit for solar overload. By observing tables 2 and 3, it can be seen that on May 15 the limit is exceeded between 10:00 a.m. and 12:30 p.m. and on the 18th from 9:00 to 3:30 p.m.

### 3.3. Cardiovascular load

On May 15, the workers began their activities at around 7 am. Each worker took his or her lunch break at different times and periods and finished their activities at around 4 pm.

The physical work load was indicated through checking the heart rate of a sample composed of 10 workers that worked in the manual sugar-cane cut activity throughout the work shift. The workers that took part in the research had a mean age of 27.7, an average height of 1.73 m and an average weight of 67.1 kg. Such data were surveyed by the team on the assessment day.

To check the workers' heart rate, ten heart-rate monitors of the Polar Team System® brand were used. They were put on 10 workers in the beginning and removed at the end of the work shift.

The heart-rate values were stored in 5-second intervals throughout the entire shift, and in the end, downloaded to a computer through an interface for compilation and analysis of the results, according to the methodology proposed by Apud et al.(1989).

Parallel to this, the workers' break times, such as for lunch and bus transportation, were registered. This

description solely aimed at registering the time consumed in each physical activity and identifying the sequence of the activities performed, later helping in the analyses of the data obtained with the heart-rate monitor. The device was perfectly accepted by the workers in regards to the comfort in their activities without hindering their work movements. The workers proved to be receptive in collaborating with the research.

The average production in terms of sugar-cane meters was of 115.2 meters per worker, which corresponded to an average of 8.588 tons of sugar cane cut per work group. The workers themselves established the sequence of their activities according to the conditions of the location, number of rows, type of sugar cane, climate, feeling of hunger/thirst and tiredness.

<b>Worker</b>	<b>Work heart rate (FCmt)</b>	<b>Rest heart rate (FCrp)</b>	<b>Maximum theoretical heart rate (FCmax)</b>	<b>Cardiovascular load in % (CCV)</b>	<b>Production (tons)</b>	<b>Age (years)</b>
1	97	59	197	27,53	2,736	23
2	121	53	200	46,25 *	10,303	20
3	115	54	188	45,52 *	11,380	32
4	114	65	182	41,88 *	7,848	38
5	121	65	192	44,09 *	9,464	28
6	125	61	183	52,45 *	7,968	37
7	99	51	199	32,43	4,408	21
8	103	50	197	36,05 *	8,825	23
9	112	67	199	34,09 *	8,992	21
10	113	49	186	46,71 *	13,960	34
Group Average	112	57,4	192,3	40,70 *	8,588	27,7

Chart 2 – General data on the manual sugar-cane cutting workers Para obtenção do CCV utilizou a formula proposta por Apud (1989):

To obtain the CCV, the formula proposed by Apud (1989) was used:

$$CCV = \frac{FCmt - FCrp}{FCmax - FCrp} * 100$$

Where:

CCV: cardiovascular load in %

FCmt: Average heart rate during the work shift

FCrp: rest heart rate

FCmax: Maximum theoretical heart rate estimated by the formula (220 – age)

In Chart 2, it can be observed that 8 workers exceeded the cardiovascular load estimated by Rodgers (1986), with values that extrapolate 33% of the aerobic power for 8-hour work shifts. Among the eight workers, four produced more in tons, and worker 10 reached a production of 13.960 tons of

sugar cane. According to this author, 33% is the acceptable limit of the maximum aerobic capacity percentage used for a work shift.

Specifically for sugar-cane harvest, Lambers et al. (1994) suggested the value of 30% maximum functional capacity

---

as the limit for the labor of South-African manual sugar-cane cutters.

The type of sugar cane that was cut until early afternoon was "rolo" (roll), which is extremely difficult for the cutter, since he or she has to bend over more times to be able to separate the bundles.

On the same day, in the last two hours of work, the sugar cane cut was of the "em pé" (standing) type, which increases the workers' production so that his or her day of work yields more and reaches the daily goal established by the inspector.

Workers 1 and 7 stayed below the 33% cardiovascular load, but it can be observed that their production per ton/day was much less, in comparison to other workers. By option, they did not cut the "em pé" cane in the last two hours, having low production in comparison to the rest of the group.

With the other workers, there was an extrapolation of the cardiovascular load that reached, in the case of worker "6," 52% of the CCV with a production of 7.9 tons. Moreover, the cutter with the greatest production was over the limit load with 46.7% of the CCV, with 13.9 tons of sugar cane cut in the day.

Muller (1961) indicates that the difference between the rest heart rate and the average work heart rate should be at most 35 beats per minute, as the limit of continuous activity for men. The results show that all ten workers in the pilot extrapolated this health limit in continuous work situations.

The group as a whole remained within an average cardiovascular load mean of 40.70%, exceeding the desirable health limit.

Whenever the physiological assessments indicate a work load superior to the worker's capacity in a determined condition, it becomes necessary to use the ergonomic principles to obtain an adequate work load (GRANDJEAN, 1998). Moreover, according to this author, there are two efficient ways to optimize the work load, changing the planning of the work system or method in such a way as to ergonomically reorganize it or introducing assisting tools or machines.

#### **4. Conclusions and suggestions**

In the analyzed sample, in average, the group exceeded the prescribed cardiovascular load of 33%, and individually, 8 of 10 workers exceeded this limit. In the method using

the difference between rest and work heart rates, all of them exceeded the 35 heart beats proposed as a limit for health. The study is ongoing (FAPESP 06-51684-3) and we increased the size of the sample in order to obtain significant statistical data that will be divulged in the conclusion of the research in November 2009.

It's urgent to study the parameters at different temperatures especially in hotter days, the thermal overload, measured through the temperature of the environment, Globe Thermometer Damp Bulb Index – IBUTG. Even when assessed in days and regions considered having mild temperature, control measures such as 30-minute breaks in the shadow after every 30 minutes of work during a good part of the shift are needed, which is incompatible with production-based payment.

The preliminary systematic observation performed in the field through filming and coding with the L2100 software enabled the precise collection of important data such as the size of the work cycle, the amount of times the workers bend over and perform strikes with the knife, distance walked throughout the shift, etc. Among other pieces of information, we can notice a 5.6-second average sugar-cane cut cycle was obtained, which characterizes the activity as being extremely repetitive and with the risk of osteo-muscular injuries.

In the case of manual sugar-cane cutting, the work organization aspect that determines and conditions the load and wear of the workers is the production-based payment. Under the financial stimulus in the race for an increase of their daily income, the workers tend to exceed their physiological limits, that is, they lose the reference of their own body signs. Without self-regulation strategies, the workers lose signs of fatigue, discomfort, cramps, which could indicate a risk threshold, the need for breaks, hydration etc. Thus, the workers are pushed by an invisible hand – production-based payment – to ignore these warnings, putting their health at risk. It is important to point out that the production-based payment adopted in the sector is contrary to the legislation in force, since Regulatory Norm nº 17 – Ergonomics – from the Ministry of Labor and Employment (BRAZIL, 1990) indicates that the activities that require excessive static or dynamic muscular efforts of the neck, shoulders, dorsum and upper and lower limbs, every single performance assessment system for the effect of compensation and advantages of any kind should take into account the repercussions on the workers' health. Therefore, this study already indicates the need to change this compensation method.

---

## References

- ALVES, F. Por que morrem os cortadores de cana?. *Saude Soc.*, vol.15, no.3, p.90-98, 2006.
- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. AGIH. Limites de Exposição para substâncias químicas e agentes físicos, ACGIH, 1999.
- ANDERSON V.P. Cumulative trauma disorders. New York: Taylor & Francis, 1991.
- APUD E., BOSTRAND L., MOBBS I.D. and Strehlke B. Guidelines on Ergonomic Study in Forestry, pp. 18–22. International Labour Office, Geneva, 1989.
- APUD, E. Temas de ergonomia aplicados al aumento de la productividad de la mano de obra en cosecha forestal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 3., 1997, Vitória. Anais.. Vitória: SIF/DEF, 1997.
- ATAN, L. C. L. Risco de litíase em trabalhadores de ambiente com alta temperatura. Tese da Escola Paulista de Medicina, São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 2003.
- BERGERON, M., MCKEAG, D.; Casa, D. CLARKSON, P. Youth Football: Heat Stress and Injury Risk. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 37(8):1421-1430, August 2005
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras da Portaria 3214/78. NR 17 Ergonomia. 1990. Acessível em [www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_17.asp](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_17.asp)
- BOUCHAMA, A. Heat stroke N. Engl. J. Med. 346 (25):1978-1988, 2002.
- CARTER, R; CHEUVRONT, S; WILLIAMS, J. Epidemiology of Hospitalizations and Deaths from Heat Illness in Soldiers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 37(8):1338-1334, 2005.
- CROCKFORD, C. W. Protective clothing and heat stress: introduction. *Ann. occup. Hyg.*, v. 43, n. 5. p. 287-288, 1999.
- FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. World Health Organ Tech Rep Ser 1985;724:1-206.
- GOLDBERG, S. Descomplicando a fisiologia. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- GRANDJEAN, E. Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG J.; KERGUELEN, A. Compreender o Trabalho para Transformá-lo – A Prática da Ergonomia. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.
- HAVENITH, G. Heat balance when wearing protective clothin. *Ann. occup. Hyg.*, v. 43, n. 5, p. 289-296, 1999.
- LAMBERS, M.I., CHEEVERS, E.J., COOPOO, Y. Relationship between energy expenditure and productivity of sugar cane cutters and stackers. *Occupational Medicine* 44, 190–194, 1994.
- MULLER, E. A. Die physische ERMUDUNG. In Handbuch der gesamten Arbeitsmedizin, Band 1. Urban und Schwarzenberg, Berlin, 1961.
- RODGERS, S. Ergonomic design for people at work. New York: John Wiley & Sons, 1986.
- WOOD, L. Heat Resistant. *Occupational Health*. v.56, n. 7, p. 25-29, 2004.

## CASES IN 2004

1. José Everaldo Galvão, 38 years of age, born in Araçuaí-MG, deceased in April 2004, at the hospital in Macatuba-SP. Cause of death: cardio-respiratory arrest. Buried in Araçuaí - MG.

2. Moises Alves dos Santos, 33 years of age, born in Araçuaí-MG, deceased in April de 2004, at the hospital in Valparaiso-SP. Cause of death: cardio-respiratory arrest. Buried in Araçuaí – MG.

3. Manoel Neto Pina, 34 years of age, born in Caturama - BA, deceased in May 2004 at the hospital in Catanduva-SP.  
Cause of death: cardio-respiratory arrest.  
Buried in Palmares Paulista-SP.

## CASES IN 2005

4. Lindomar Rodrigues Pinto, 27 years of age, born in Mutans – BA, deceased in March 2005, in Terra Roxa\_SP.  
Cause of death: respiratory arrest.  
Buried in Mutans-BA

5. Ivanilde Veríssimo dos Santos, 33 years of age, born in Timbiras-MA.  
Cause of death: acute pancreatitis.  
Buried in July 2005 in Pradópolis-SP

6. Valdecy de Paiva Lima, 38 years of age, born in Codó-MA.  
Deceased in July 2005 at Hospital São Francisco de Ribeirão.  
Cause of death: hemorrhagic stroke.  
Buried in Codó-MA.

7. José Natalino Gomes Sales, 50 years of age, born in Berilo - MG.  
Deceased in August 2005, at the hospital in Batatais-SP.  
Cause of death: cardio-respiratory arrest.  
Buried in Francisco Badaró - MG

8. Domício Diniz, 55 years of age, born in Santana dos Garrotes - PE.  
Deceased in September 2005, in transit to the hospital in Borborema, SP.  
Cause of death: unknown.  
Buried in Borborema-SP

9. Valdir Alves de Souza, 43 years of age.  
Deceased in October 04 2005 in Valparaíso-SP.  
We have no further information.

10. José Mario Alves Gomes, 45 years of age, born in Araçuaí-MG.  
Deceased in Rio das Pedras, in October 21 2005.  
Cause of death: ignored.  
Buried in Araçuaí-MG

11. Antonio Ribeiro Lopes, 55 years of age, born in Berilo-MG.  
Deceased on November 23 2005 in Guariba – SP.  
Cause of death: pulmonary hemorrhagic edema and decompensate dilated cardiopathy.  
Buried in Guariba-SP.

## CASES IN 2006

12. Juraci Santana, 37 years of age, born in Elesbão Veloso - PI.  
Deceased on June 29 2006, in the county of Jaborandi - SP.  
Cause of death: unknown.  
Buried in Elesbão Veloso - PI

13. Maria Neusa Borges, 54 years of age, resident in Monte Alto.  
Deceased on July 24.  
Cause of death: unknown.  
Buried in Monte Alto-SP

14. Celso Gonçalves, 41 years of age.  
Deceased on July 26 2006 in Taiaçú-SP.  
Cause of death: unknown.  
Buried in Monte Alto, SP

15. Oscar Almeida, 48 years of age.  
Deceased in Itapira on September 15 2006.  
Cause of death: unknown.  
Buried in Conchal, SP

## CASES IN 2007

16. José Pereira Martins, 51 years of age, born in Araçuaí-MG, resident in Guariba – SP.  
Deceased on March 28 2007.  
Cause of death: myocardial infarction.  
Buried in Guariba-SP.

17. Lourenço Paulino de Souza, 20 years of age, born in Axixá do Tocantins - TO and lived in Colina – SP.  
Deceased on April 24 2007.  
Cause of death: unknown.  
Buried in Vila Tocantins - TO

18. Adailton Jesus dos Santos, 34, born in São Raimundo Nonato – PI, deceased on May 19 2007, at Hospital das Clínicas in Ribeirão Preto. Lived in Cravinhos. Cause of death: anaphylactic shock cause by infection. Buried in São Raimundo Nonato – PI

19. José Dionísio de Souza, 33 years of age, born in Salinas – MG and lived in the city of Ipaussu, in the interior of São Paulo. Deceased on June 20 2007. Cause of death: unknown. His body was taken to the village of Fruta de Leite – MG.

20. Edilson Jesus de Andrade, 28 years of age, born in Tapiramutá-BA, deceased on September 11 2007. Lived in Guariba. The hospital death certificate indicates as the cause of death an auto-immune disease called idiopathic thrombocytopenic purpura. His body was buried in Guariba.

## CASES IN 2008

21. Mariano Baader, 53 years of age, deceased on May 19 2008. Lived in Presidente Prudente [SP]. The hospital death certificate indicates as the cause of death as cardio-respiratory arrest by undetermined cause.

---

# IMPACT OF SUGAR CANE BURNS ON HEALTH

*Sônia Corina Hess*

*(Chemical Engineer, Doctor of Chemistry, Professor at the Federal University of Mato Grosso do Sul)*

According to the Union of Sugar Cane Industry (UNICA), in the last sugar cane harvest in the state of São Paulo, 47% of the harvest was mechanized, while in 2006/07 this number was at 34% (UNICA, 2008). Studies by Dr. HELENA RIBEIRO of USP (2008) also show that sugar cane cutting is mechanized for only 25% of Brazil's harvest.

Researchers at UNESP in Araraquara have described how, during the harvest, the manually harvested cane fields undergo a pre-cut burn in order to facilitate the job of the cutters and reduce their risk of exposure to poisonous animals; this burn also increases the amount of sugar in the cane because the water evaporates (GODOI et al, 2004).

According to several researchers (SILVA, 2005; ALVES, 2006; RIBEIRO, 2008), overworking and labor conditions explain the sudden deaths that have taken the lives of at least 19 rural sugar cane cutters in São Paulo since 2004. Moreover, according to Silva (2008), the labor conditions for the sugar cane workers have shortened the amount of time that these workers are able to work in this occupation, a time span that is now inferior to slavery, where workers were able to work for 10 to 12 years, up to 1850.

Many scientific papers have highlighted the fact that, in biomass burns, incomplete combustion results in the formation of potentially toxic substances, such as carbon monoxide, ammonia and methane, among others, and fine particulate, that is, particles smaller than or equal to 10 micrometers (PM10) (inhalable particles), is the most toxic and has been the most studied pollutant. The majority of this material (94%) is made up of fine and ultrafine particles, or rather, particles that affect the deepest areas of the respiratory system and are responsible for causing serious diseases (ARBEX et al, 2004; GODOI et al, 2004).

A study carried out in Piracicaba/SP showed that sugar cane burns in the region's cane fields had caused an increase in the concentration of PM10 particulate material in the atmosphere, and that this has led to an increased number of hospital visits by children and the elderly in order to treat their respiratory problems (CANÇADO et al, 2006a).

In Araraquara/SP, researchers found that the atmospheric pollution created by sugar cane burns has led to a significant increase in hospital visits for the treatment of asthma (ARBEX et al, 2007).

Many experimental and observation studies done by Brazilian medical researchers have shown consistent evidence on the effects of air pollution, especially fine particle material, on illness and mortality from cardiovascular diseases (cardiac, arterial and cerebrovascular). Both acute effects (increased hospitalizations and deaths due to arrhythmia, and cerebral and myocardial ischemic diseases) as chronic effects, from long-term exposure (increased mortality due to cerebrovascular and cardiovascular diseases), have been reported. The aforementioned studies have also shown an increased risk of mortality related to air pollution, which varied from 8% to 18%, for various types of cardiac diseases (CANÇADO et al, 2006b; CENDON et al, 2006; MARTINS et al, 2006).

The data above points to the fact that the exposure of sugar cane cutters to the particulate materials created during the sugar cane burn process is an important risk factor to consider when analyzing the association of possible causes of sudden death for some of these workers.

Even in 1991, British researcher Phoolchund (1991) described how "the workers in the sugar cane plantations show high levels of occupational accidents and are exposed to highly toxic pesticides. They also showed a high prevalence of lung cancer (mesothelioma), and this could be related to the practice of burning straw, during the sugar cane harvest." Recent studies have backed up that researcher's suspicions (ZAMPERLINI et al, 1997; GODOI et al, 2004).

Effectively, among the substances present in the fine particulate released during biomass (vegetation) burning, the polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are the most harmful to health, showing mutagenic and carcinogenic activities and working as deregulators of the endocrinological system (ZAMPERLINI et al, 1997; GODOI et al, 2004).

Another study done in Araraquara/SP, during the sugar cane harvest, found a concentration of the carcinogenic substance benzo[a]pyrene in the air that was greater than the concentration found in London and other large cities; it was moreover suggested that this substance originated in the sugar cane burns that take place in the region. The same source of atmospheric pollution has been considered responsible for the high concentration of total particles in suspension found in the study. This concentration reached an average of 103 micrograms per square meter, a value

---

greater than the limit of 80 micrograms per square meter established by resolution 03 of 1990, by the National Council on the Environment (CONAMA) (GODOI et al, 2004).

A study published in 2006 showed that non-smoking, healthy sugar cane workers who worked in the cane fields of the state of São Paulo during the harvest had carcinogenic substances in their urine, indicating intense exposure to the genotoxic and mutagenic PAHs that are present in the smoke, and in the period between harvests, these rates were much lower. This same study also proved that occupational conditions expose the sugar cane cutters to pollutants that lead to a potential risk for illness, mostly due to respiratory problems and lung cancer (BOSSO et al, 2006).

In addition to particulate materials, it is important to highlight another atmospheric pollutant that is extremely harmful to human health: ozone gas, which is formed from the reaction that takes place between atmospheric pollutants, chiefly carbon monoxide and nitrogen oxides, which are released during biomass burns. A study showed that during the sugar cane burns, large quantities of gases containing nitrogen (Nox) are released which are the precursors of tropospheric ozone and that around 35% of the nitrogen applied to the soil, in the form of fertilizer, is lost into the atmosphere in the form of gases during the cane burn. This loss not only represents a risk to public health, it also hurts rural producers (MACHADO et al, 2008). This data becomes more relevant

when a statistical study released in 2006 is considered, which shows that, even in very low concentrations, tropospheric ozone was still associated to an increased risk of premature death. The authors of the study have concluded that, based on this new data, the legal limits set in many countries for ozone concentrations in the atmosphere do not guarantee the population's safety (BELL et al, 2006).

In summary, based on the evidence above and on current scientific knowledge of the subject, notably the data referenced in this paper, it can be concluded that atmospheric pollution originating from the practice of burning sugar cane exposes the worker and the population to severe risks for illness from cardiovascular diseases (cardiac, arterial and cerebrovascular), showing serious effects (increased hospitalizations, myocardial and cerebral ischemic illnesses) as well as chronic effects, because long-term exposure may, in extreme cases, lead to death.

This being the case, it is advised that sugar cane burns be prohibited throughout Brazil and that, as an alternative, sugar cane be cut using small sized equipment which is already available on the market and which does not mean job cuts for sugar cane workers (see a prototype at <http://www.portalms.com.br/noticias/Novo-invento-pode-ser-solucao-para-evitar-a-queima-da-cana/Mato-Grosso-do-Sul/Tecnologia/16824.html>).

---

## 5. REFERENCES

- ALVES, F. Por que morrem os cortadores de cana? *Saúde e Sociedade*. V. 15, p. 90-98, 2006.
- ARBEX, M. A.; CANÇADO, J. E. D.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; SALDIVA, P. H. N. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. V. 30, p 158-175, 2004.
- ARBEX, M. A.; MARTINS, L. C.; OLIVEIRA, R. C.; PEREIRA, L. A. A.; ARBEX, F. F.; CANÇADO, J. E. D.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. L. F. Air pollution from biomass burning and asthma hospital admissions in a sugar cane plantation area in Brazil. *Journal of Epidemiology and Community Health*. V. 61, p. 395-400, 2007.
- BELL, M. L.; PENG, R. D.; DOMINICI, F. The exposure-response curve for ozone and risk of mortality and the adequacy of current ozone regulations. *Environmental Health Perspectives*. V. 114, p. 532-536, 2006.
- BOSSO, R. M. V.; AMORIM, L. M. F.; ANDRADE, S. J.; ROSSINI, A.; MARCHI, M. R. R.; LEON, A. P.; CARARETO, C. M. A.; CONFORTI-FROES, N. D. T. Effects of genetic polymorphisms CYP1A1, GSTM1, GSTT1 and GSTP1 on urinary 1-hydroxypyrene levels in sugarcane workers. *Science of the Total Environment*. V. 370, p. 382-390, 2006.
- CANÇADO, J. E. D.; SALDIVA, P. H. N.; PEREIRA, L. A. A.; LARA, L. B. L. S.; ARTAXO, P.; MARTINELLI, L. A.; ARBEX, M. A.; ZANOBETTI, A.; BRAGA, A. L. F. The impact of sugar cane-burning emissions on the respiratory system of children and the elderly. *Environmental Health Perspectives*. V. 114, p. 725-729, 2006a.
- CANÇADO, J. E. D.; BRAGA, A. L. F.; PEREIRA, L. A. A.; ARBEX, M. A.; SALDIVA, P. H. N.; SANTOS, U. P. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. *Jornal Brasileiro de Pneumologia (Online)*. V. 32, p. 5-11, 2006b.
- CENDON, S. P.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; CONCEIÇÃO, G. M. S.; CURY JÚNIOR, A.; ROMALDINI, H.; LOPES, A. C.; SALDIVA, P. H. N. Air pollution effects on myocardial infarction. *Revista de Saúde Pública*. V. 40, p. 414-419, 2006.
- GODOI, A. F. L.; RAVINDRA, K.; GODOI, R. H. M.; ANDRADE, S. J.; SANTIAGO-SILVA, M.; VAN VAECK, L.; VAN GRIEKEN, R. Fast chromatographic determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in aerosol samples from sugar cane burning. *Journal of Chromatography A*. V. 1027, p. 49-53, 2004.
- MACHADO, C. M. D.; CARDOSO, A. A.; ALLEN, A. G. Atmospheric emission of reactive nitrogen during biofuel ethanol production. *Environmental Science and Technology*. V. 42, p. 381-385, 2008.
- MARTINS, L. C.; PEREIRA, L. A. A.; LIN, C. A.; PRIOLI, G.; LUIZ, O. C.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. L. F. The effects of air pollution on cardiovascular diseases: lag structures. *Revista de Saúde Pública*. V. 40, p. 677-683, 2006.
- PHOOLCHUND, H. N. Aspects of occupational health in the sugar cane industry. *Occupational medicine*. V. 41, p. 133-136, 1991.
- RIBEIRO, H. Queimadas de cana-de-açúcar no Brasil: efeitos à saúde respiratória. *Rev. Saúde Pública*. V. 42, p. 370-376, 2008.
- SILVA, M. A. M. in ZAFALON, M. Cortadores de cana têm vida útil de escravo em SP. *Folha de São Paulo Newspaper*. 29/04/2007 – Dinheiro Section.
- SILVA, M. A. M. Trabalho e trabalhadores na região do “mar de cana e do rio do álcool”. *Agrária*. N. 2, p. 2-39, 2005.
- UNICA. Available at <http://www.portalunica.com.br>. Accessed on 03/May/2008.
- ZAMPERLINI, G. C. M.; SILVA, M. R. S.; VILEGAS, W. Identification of polycyclic aromatic hydrocarbons in sugar cane soot by gas chromatography-mass spectrometry. *Chromatographia*. V. 46, p. 655-663, 1997.