

Estudo dos mecanismos termorreguladores e de seus efeitos quando crianças e adolescentes carvoeiros evitam a ingestão hídrica durante a atividade laboral

Ada Ávila Assunção¹
Hugo Alejandro Cano Prais²
Elizabeth Costa Dias³

Resumo

Este estudo é parte do projeto de investigação "Trabalho Precoce na Atividade Carvoeira em Minas Gerais", desenvolvido como parte do Programa de Apoio à Pesquisa e Formação de Recursos Humanos na Área de Saúde e Segurança no Trabalho (RH-SST 01/96), apoiado pelo CNPq, CAPES, Ministério do Trabalho e FUNDACENTRO, dentro do esforço brasileiro pela erradicação do trabalho infantil intolerável.

O estudo do processo de produção de carvão, em regime artesanal e de exploração familiar, mostrou a presença de crianças e adolescentes inseridas precocemente na produção carvoeira, expostos, entre outros fatores de risco, às altas temperaturas. Os efeitos para a saúde decorrentes dessa exposição são agravados pelo esforço físico exigido para a realização das tarefas, pela imaturidade dos mecanismos de proteção, como a dissipação do calor pela evaporação, prejudicada pela presença da poeira do carvão sobre a superfície corporal e crenças e hábitos culturais que limitam a ingestão/reposição hídrica, superpostas às más condições gerais de vida.

O estudo envolveu a observação direta da atividade, a revisão da literatura especializada e entrevistas realizadas com os trabalhadores, seus familiares, e membros da comunidade local. Ao final, são propostas algumas medidas para prevenção e controle do problema.

Palavras-chave: regulação térmica, carvão vegetal, trabalho precoce.

Abstract

This study is part of an investigation of a project "Precocious work in the charcoal activity in Minas Gerais", developed as part of the Program of Research Support to the Human resources Formation in the Health Area and Work Security (RH-SST 01/96), supported by CNPq, CAPES, Labor Ministry and FUNDACENTRO, inside the Brazilian effort to the eradication of the childlike work.

The study of the charcoal production in artisan regime and the familiar exploration, shows the children and teens presence insert precocious in the charcoal production, exposed, among other risk factors, under high temperatures. The after-effects to the health are aggravated by the physical effort required to the realization of the tasks, by the immaturity of the protection mechanisms as the hot dissipate by the evaporation, prejudice by the presence of the charcoal dust, on the corporal surface and belief and cultural habits that limited the ingestion replacement hydric, superposed to the bad general conditions of life.

The study involved the direct observation of the activity, the specialized literature revision realized with workers, their parents and local community members. At the end, are proposed some deals to avoid and control of the problem.

Key-words: thermal regulation, vegetal charcoal, precocious work.

¹ Professora do Departamento Medicina Preventiva e Social, da Faculdade de Medicina da UFMG, Médica do trabalho, Doutora em Ergonomia, Médica do trabalho, membro do Laboratório de Ergonomia ANTROPOS/UFMG

^MMédico-Residente no Programa de Psiquiatria do Hospital das Clínicas – UFMG

³ Professora do Departamento de Medicina Preventiva e Social, Faculdade de Medicina da UFMG, Médica do trabalho, Doutora em Saúde Pública, Coordenadora do Projeto

Introdução

A economia do município sede do trabalho de campo da pesquisa gira, essencialmente, em torno do carvão. A atividade carvoeira é responsável pelo recolhimento de impostos que constituem a maior fonte de renda da Prefeitura municipal e pela oferta da quase totalidade dos postos de trabalho formais e informais.

Segundo relatório da Agência Terra, a cadeia produtiva da siderurgia a carvão vegetal (madeira-carvão-ferro gusa/ferro ligas/aços) tem um faturamento anual em torno de 4 bilhões de dólares, arrecada aos cofres públicos em torno de 600 milhões de dólares de impostos e emprega em torno de 120 mil pessoas. É importante lembrar que o carvão vegetal representa em torno de 70% do custo total da produção do ferro gusa/ferro ligas (GUERRA, 1995).

Por trás dessas cifras, entretanto, esconde-se uma realidade cruel da absorção de crianças e adolescentes como força de trabalho, através do regime de exploração familiar e pela contratação informal de adolescentes para prestação de "pequenos serviços".

O conceito de trabalho infantil não é tão simples e claro como pode parecer a primeira vista. É muito mais cultural, social e econômico, do que biológico ou uma questão de idade cronológica. Para a equipe responsável por esta pesquisa, a atividade carvoeira da forma como se desenvolve na região, não é trabalho humano e muito menos, trabalho para crianças ou adolescentes.

Entre os resultados das observações diretas e das observações sistemáticas das tarefas, e das entrevistas, sublinha-se, neste artigo, a exposição simultânea aos esforços físicos e às temperaturas elevadas durante a retirada do carvão do forno ainda aquecido. Os trabalhadores evitam ingerir água durante a atividade de trabalho pela manhã, a despeito da sudorese intensa observada durante a análise das tarefas. Eles receiam pelo choque térmico, ou de "cozinhar as tripas".

Embora, faltem elementos para a compreensão da origem deste comportamento, estima-se o prejuízo para o organismo sob exigências físicas e térmicas, principalmente, quando se trata de crianças e adolescentes.

Métodos

O estudo do processo de trabalho na produção artesanal de carvão, nas denominadas "carvoarias volantes" pela queima de mata nativa, o cerrado e ou eucalipto, foi realizado através de observação direta do processo, de entrevistas com o trabalhadores ativos e afastados, seus familiares, relatos das histórias de vida, com ênfase na história ocupacional, familiares de carvoeiros, agentes da administração do município e encarregados e responsáveis pela produção, nas empresas (DIAS et al. 1999).

A observação direta de alguns postos de trabalho e as entrevistas com o trabalhadores permitiram a elaboração do fluxograma (fases e sub-fases) da produção do carvão vegetal, no sentido de identificar os fatores de risco para a saúde possivelmente associados ao trabalho. Em seguida, duas das atividades consideradas mais arriscadas ou perigosas, as fases de abastecimento do forno e retirada do carvão, foram objeto de análise ergonômica, sendo as observações sistemáticas realizadas com a ajuda de cronômetro, papel e lápis, permitindo quantificar, estimando o peso das mesmas, o número de "toras" transportadas manualmente.

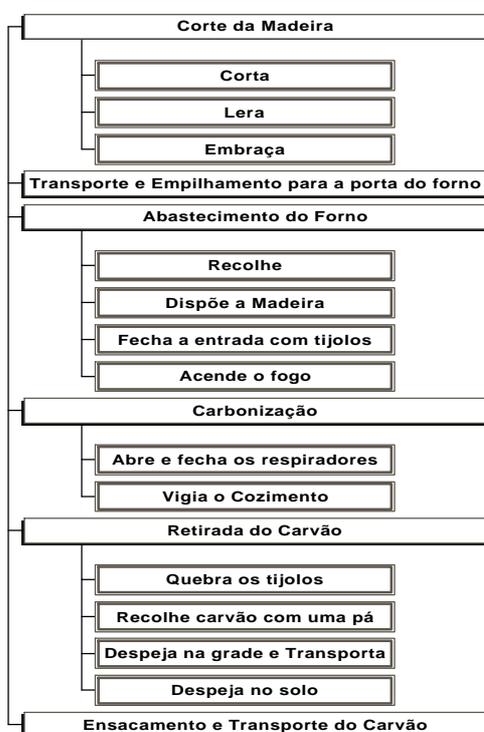
Deste resultado, elaborou-se a questão que se tornou objeto deste artigo: *Quais seriam os efeitos da exposição à temperatura ambiente somados aos efeitos dos esforços físicos sobre a saúde dos trabalhadores, com o "hábito" de evitar a ingestão de água, inseridos precocemente nesse tipo de produção?*

Serão detalhadas as atividades de abastecimento do forno e de retirada do carvão do mesmo, pois são as principais etapas de exposição aos riscos relatados e observados.

A exposição ao calor e as exigências de esforço físico no processo de produção artesanal de carvão vegetal

O processo produção de carvão vegetal na carvoarias volantes distingue-se daquele realizado nas carvoarias de grande porte pela baixa ou ausente tecnologia incorporada e pelas rela-

ções de trabalho informais. A carbonização da madeira é realizada em fornos denominados de "rabo quente", de baixo custo e construídos artesanalmente. O rendimento térmico desses fornos é muito baixo (30%), sendo a produção absolutamente dependente do esforço físico do trabalhador. Além disso, ao contrário do que ocorre em carvoarias industriais, os subprodutos da carbonização da madeira, tais como o ácido pirolenhoso, alcatrão e diversos gases da combustão, não são aproveitados (GUERRA, 1995).



As fases e sub-fases da produção do carvão vegetal estão sintetizadas no fluxograma mostrado na Figura ao lado, envolvendo o corte e transporte da madeira; o abastecimento do forno; a queima ou carbonização e a retirada do carvão e ensacamento.

As condições ambientais nas baterias dos fornos de produção do carvão vegetal são insalubres. Além da exposição às altas temperaturas, os trabalhadores estão expostos a outros fatores de risco como:

- gases da combustão contendo hidrocarbonetos poliaromatizados, substâncias reconhecidamente cancerígenas;
- esforços físicos importantes;
- péssimas de condições de conforto, como escassez de água potável e ausência de banheiros.

Os resultados da análise ergonômica do trabalho nas fases de **abastecimento do forno** e **retirada do carvão** após a sua combustão, realizadas a céu aberto, colocam em evidência as fortes exigências físicas das tarefas.

Pode-se esperar uma importante produção interna de calor pelo esforço físico e pela exposição à temperatura ambiente. A ausência de reposição hídrica intensifica, certamente, os efeitos sobre a saúde. A

situação analisada, ou seja, a atividade real, não permite, e não seria objetivo dos autores, mensurar a carga térmica. Pode-se, no entanto, baseado nos achados de literatura, nos resultados da análise da atividade, e nas queixas dos trabalhadores estimar o carga de trabalho.

Segundo NADEL & CULLEN (1994), a atividade física pode gerar de 80 a 700 kcal/hora de calor, a exposição completa ao sol pode gerar mais 150 kcal/hora. Cada caloria por quilograma de peso corporal adicionada, elevará a temperatura corporal em 0,8° C, um trabalho pesado pode gerar uma taxa de calor de 210-400 kcal/hora.

Durante uma atividade física extenuante, grande quantidade de energia é produzida, sendo que 75 % desta energia é convertida em calor e não em trabalho (BARROW & CLARK, 1998). O organismo terá que mobilizar os mecanismos termorreguladores, sendo, entre eles, o mais importante, a sudorese, para garantir a manutenção da sua temperatura interna. Para evitar os efeitos nocivos deste potente mecanismo da termorregulação, a reposição hídrica é fundamental. Como afirmado anteriormente, os trabalhadores evitam a ingestão da água.

Os procedimentos adotados pelo trabalhador durante o **abastecimento do forno** são os seguintes:

- preparo do forno;
- transporte manual da madeira estocada na área externa até a porta do forno;
- transporte manual da madeira estocada na porta do forno até o interior do mesmo;
- enchimento do forno respeitando uma organização minuciosa das madeiras;
- fechamento do forno;
- ateamento do fogo e controle da queima.

Nestes procedimentos são utilizadas ferramentas manuais como garfo, pá, enxada, rastelo, rodo para limpar o forno. O trabalhador deve limpar o interior do forno retirando completamente o

carvão produzido no processo anterior. A seguir, ele dispõe folhas secas no chão, preparando uma espécie de "tapete", que tem o objetivo de diminuir as perdas de calor para o solo. Manualmente, o trabalhador pega uma, duas, ou três "toras" de madeira que estão localizadas na parte externa do forno, dependendo, é claro, do peso das mesmas, pois elas são de diferentes dimensões. E, após preencher a abertura do forno, recomeça a transportar manualmente, a madeira recentemente acomodada na porta do forno para o interior do mesmo. Ele transporta, então, a mesma madeira duas vezes, acentuando a carga física.

Durante esta operação, o trabalhador assume posturas penosas: ele sobe e permanece sobre as pilhas das toras e, aos poucos, vai lançando-as pelo solo, o mais próximo possível da entrada do forno. Ou então, à medida que o processo avança, e a "pilha" de madeira diminui, ele retira bruscamente uma das "toras" fazendo com que as outras, na seqüência, rolem pelo solo.

O empilhamento das "toras" na entrada do forno não é feito de forma aleatória, exigindo um saber-fazer construído através da experiência. São selecionadas cuidadosamente, e a disposição delas na porta do forno é feita de maneira a aproximá-las do espaço do forno que está sendo preenchido naquele momento. Este empilhamento é feito até que a porta do forno permita a passagem do trabalhador da área externa para o interior do mesmo, quando o processo de enchimento propriamente dito será realizado. O espaço por onde o trabalhador adentra ao forno é pequeno, de maneira que ele é obrigado a deitar-se sobre as "toras" recentemente empilhadas, deslizar-se sobre as mesmas para, finalmente, atingir o interior do forno. Nesta etapa, as crianças podem ajudar.

No interior do forno a disposição das mesmas dá-se de forma centrípeta, ou seja, o espaço próximo às paredes é preenchido primeiramente, e aos poucos, o trabalhador avança para o centro do forno, a partir de onde a disposição obedecerá um padrão *parte externa, parte interna*, no sentido da porta.

Como o forno possui o forma de uma meia esfera, o trabalhador cuida em dispor as "toras", primeiramente, em sentido vertical, para em seguida fazer o que eles chamam de "*chapéu*" do forno, ou seja, as "toras" de menor dimensão em sentido horizontal, sobre as toras anteriormente colocadas em sentido vertical. Elas devem ser rigorosamente dispostas bem próximas uma das outras para garantir uma combustão dentro dos critérios de qualidade exigidos pelas siderúrgicas.

Observou-se o trabalhador deslocar-se seis vezes transportando a madeira para a entrada do forno; e em seguida para o interior do mesmo, até que o forno estivesse completamente abastecido.

As etapas são caracterizadas em ciclos: transporte da madeira até a porta, transporte da madeira para o interior. A Tabela 1, apresentada a seguir, mostra o peso (estimado) transportado manualmente no enchimento de um forno e o tempo empregado para tal atividade - 41 minutos e 24 segundos - para se transportar, ao todo, 7357 quilos, pois, como descrito anteriormente, o trabalhador realiza o enchimento em dois procedimentos, tendo que transportar a mesma madeira duas vezes.

Tabela 1: Número de "toras" transportadas em cada etapa do enchimento por peso aproximado da unidade e por tempo de duração de cada etapa

ETAPAS	DURAÇÃO	N.º. DE TORAS		
		20 quilos	12 quilos	3 quilos
1	7min. 4seg	7	45	42
2	7min. 95seg.	15	61	55
3	3min. 82seg.	13	69	56
4	9min. 21seg.	18	89	47
5	6min. 08seg.	12	60	12
6	7min. 14seg.	24	83	19
Total	41min. 24 seg.	1780 quilos	4884 quilos	693 quilos

Após a queima da madeira, a qual pode durar até três dias, dependendo das condições climáticas, do estado da madeira e do forno, etc., inicia-se a fase de retirada do carvão. Após o reconhecimento do "bom momento" para se interromper a combustão, o trabalhador abre a porta do forno, quebrando a parede do mesmo. Em algumas situações, dependendo da urgência do pedido ou do estado do "cozimento da madeira", seguindo as exigências de qualidade do produto, o car-

vão é retirado ainda aquecido. A tarefa é feita manualmente, o objetivo é retirar o carvão do forno e deixá-lo na parte externa, a fim de permitir o resfriamento, e facilitar o transporte e ensacamento. Nesta fase, as crianças participam. No quadro desta pesquisa, não observou-se crianças trabalhando diretamente, à exceção de adolescentes conduzindo tratores. Mas, sabe-se pelos seus próprios relatos nas escolas, ou pelos relatos dos adultos carvoeiros, e dos profissionais de saúde, que eles trabalham, quando não vigiados, temendo os efeitos da fiscalização que proíbe o trabalho de menores.

Os procedimentos adotados pelo trabalhador durante a retirada do carvão são os seguintes:

- abertura do forno;
- transferência do carvão da parte interna para a "grade" situada na porta do forno;
- transporte da "grade" contendo o carvão situada na porta do forno para a área externa e derramamento do mesmo pelo solo.

A análise do processo de trabalho, mostra que a retirada do carvão é a fase crítica de exposição aos riscos térmicos e aos gases originados na combustão da madeira, sob exigência de esforços físicos importantes.

Considerando que as condições de trabalho podem acentuar os efeitos das exigências das tarefas sobre o corpo do trabalhador e que as condições de vida, por sua vez, podem agravar os efeitos das condições de trabalho observa-se, no caso dos trabalhadores na produção do carvão, um efeito sinérgico. Neste caso, indivíduos mal alimentados, com uma dieta à base de amido, os efeitos da exposição à altas temperaturas serão agravados.

Observa-se que em todas as fases da produção do carvão vegetal os deslocamentos são numerosos e fatigantes. Essas atividades também contribuem para o aumento do metabolismo corporal, e como decorrência, aumento da produção interna de calor, o que explica a intensa sudorese observada durante a realização do trabalho. Durante toda a atividade, a superfície corporal se mantém coberta pela poeira da terra e do carvão, provavelmente dificultando a evaporação do suor. É importante lembrar que o trabalhador manipula o produto ainda aquecido (às vezes em brasa) e que em se tratando de crianças e adolescentes além dos riscos de queimaduras, os mecanismos internos protetores da exposição aos riscos identificados ainda não estão completamente desenvolvidos nessa fase da vida, intensificando os efeitos da ausência de água e da dificuldade de fazer evaporar o suor.

Estudo clínico-ocupacional de 35 crianças e adolescentes.

Apesar do estudo realizado não ter sido desenhado para descrever a epidemiologia das alterações de saúde provocadas pela exposição a temperaturas elevadas, os resultados obtidos revelam uma prevalência importante de queixas de cefaléia, desmaios, câibras, queimaduras e problemas dermatológicos entre trabalhadores jovens e adultos.

As crianças, os adolescentes e os jovens entrevistados trabalham em média no carvão há 4 anos. O tempo de trabalho na atividade carvoeira varia de 1 a 12 anos, o que está relacionado com a idade de início no trabalho e a idade do entrevistado.

A idade de início no trabalho varia de 4 a 12 anos. A maior parte dos entrevistados (23; 65,7%), declarou estar atualmente envolvida com a atividade carvoeira, e uma outra parte (20%) disse já ter trabalhado nessa atividade. O restante (14,3%), nunca trabalhou em carvoaria ou não quis informar. O envolvimento desse último grupo com a atividade carvoeira é indireto, ou seja, através da família.

A maioria relata cefaléias, fadiga física, lassitude, tonteira e mal estar geral associando tais queixas aos ambientes quentes das carvoarias.

Outros problemas de saúde associados ao trabalho nas carvoarias foram identificados nos depoimentos e ao exame das famílias como, por exemplo, aqueles relacionados à exposição contínua ao sol intenso, às altas temperaturas, os esforços físicos excessivos.



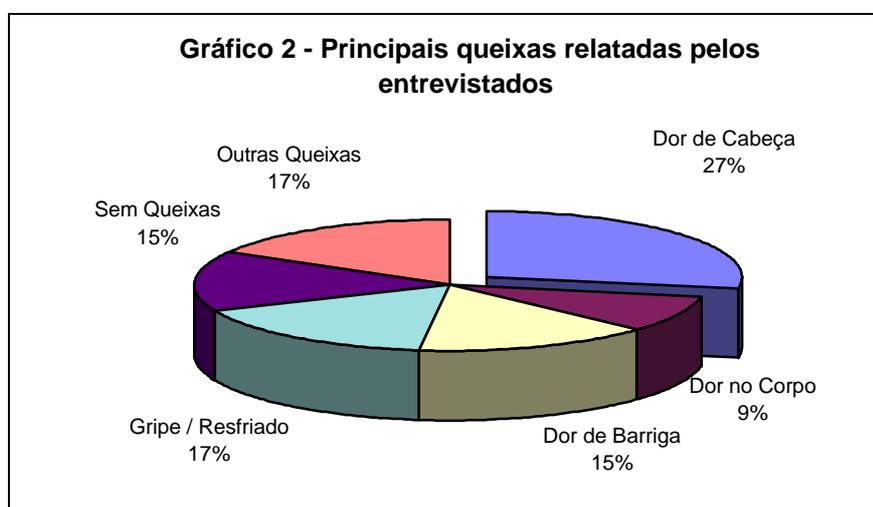
Dentre aqueles que estavam trabalhando no momento (33), seja na atividade carvoeira ou na lavoura, a maior parte declarou trabalhar sob regime informal (81,8%). Apenas 18,2% possuía um trabalho inserido no mercado formal. Em relação às operações desenvolvidas pelos jovens trabalhadores, destacamos:

Figura 2: Operações realizadas pelas crianças, adolescentes e adultos jovens entrevistados N= 35.

ATIVIDADES	NÚMERO	%
Encher o forno	27	77,14%
Esvaziar o forno	19	54,3%
Barrelar	7	20%
Puxar lenha	17	48,6%
Cortar lenha	8	22,9%
Plantar eucalipto	1	2,9%
Dirigir trator	2	5,7%
Fechar o forno	5	14,3%
Empilhar lenha	3	8,6%
Vigiar o forno	1	2,9%
Agricultura de Subsistência	22	62,9%
Trabalho Doméstico	9	25,7%

Pela análise dos problemas apresentadas no Gráfico 2, chama a atenção a grande porcentagem da queixa de cefaléia. Todos os relatos de cefaléia frontal (100%) foram associados pelos entrevistados à exposição às altas temperaturas, em especial ao esforço físico realizado sob sol intenso. A grande maioria descreveu a cefaléia como de início abrupto, em geral ao fim do dia, responsiva a analgésicos comuns (Dipirona) e de caráter recorrente.

O Gráfico 2 abaixo mostra as queixas principais relatadas pelo grupo entrevistado.



Discussão

No indivíduo submetido a temperaturas elevadas como, por exemplo, excesso de sol, proximidades de fontes de calor como caldeiras ou fornos, pode haver elevação da temperatura corporal, que é denominada de **Hipertermia**. Ou seja, a temperatura corporal é maior que 37,2°C (BOGLIOLO, 1994). Quando a temperatura corporal atinge ou ultrapassa 40°C, ocorre vasodilatação periférica, abertura de capilares, seqüestro de grande quantidade de sangue para a periferia, iniciando um processo de insuficiência circulatória periférica (choque térmico). O estado de insuficiência circulatória se complica quando há sudorese profusa levando à redução do volume plasmático.

A hipóxia pode decorrer da insuficiência circulatória causando lesões no sistema nervoso, podendo o paciente apresentar meningismo e convulsões, facilitados pelo abaixamento do limiar de excitabilidade dos neurônios também induzido pela alta temperatura.

Se a hipertermia é decorrente de exercício físico forçado em ambiente quente, as consequências são ainda mais graves: maiores serão a desidratação e o desequilíbrio eletrolítico, com instalação de hipocalcemia e acidose láctica (ácido láctico produzido pelos músculos).

Entre os efeitos sobre o organismo humano da exposição a altas temperaturas estão as síndromes hipertérmicas; as desordens dermatológicas causadas pelo estresse térmico; as queimaduras e os efeitos teratogênicos. Serão descritos, a seguir, aspectos de cada uma dessas manifestações.

Síndromes Hipertérmicas.

Quando a temperatura corporal é maior que 41°C pode ocorrer a Síndrome de Lesão pelo Calor. Nessa temperatura, enzimas sofrem desnaturação, comprometendo a função mitocondrial, membranas celulares são desestabilizadas e as vias metabólicas dependentes de oxigênio são interrompidas. Podem se manifestar por:

- *Cãibras pelo calor*: é o espasmo doloroso de grupos musculares típicos de trabalhadores jovens, não aclimatados, que se exercitam, de maneira excessiva, sob clima quente. O espasmo está relacionado com a perda excessiva de sódio, cloreto e água. Os pacientes apresentam vômitos, náuseas e fadiga, sendo que os sintomas se iniciam logo após o término da tarefa;
- *Exaustão pelo calor*: nos trabalhadores jovens, a exaustão ocorre após trabalho extenuante, principalmente, em indivíduos não aclimatados. Os pacientes costumam se queixar de cefaléia, vômitos, cãibras, fadiga e náuseas. Eles se apresentam apáticos, com palidez cutânea e sudorese profusa. Outros achados clínicos são: hipotensão ortostática, temperatura corporais de 37,2°C a 39°C, estado mental alterado, incoordenação e fraqueza generalizada. Este tipo de exaustão pelo calor é marcadamente caracterizada por um predomínio da depleção de sódio no organismo;
- *Desidratação*: ocorre devido à incapacidade do organismo de repor as perdas hídricas pelo suor, com subsequente hipovolemia e hipernatremia. Outros sinais são: oligúria, hipertermia, hiperventilação e tetania. Pode envolver em casos mais graves alterações psicopatológicas como delírios. A este problema soma-se a grande ocorrência de diarreia entre crianças que facilita a espoliação hidroeletrolítica, provavelmente tornando os jovens trabalhadores mais suscetíveis a estes sintomas. É por esta razão que se deve estimular a pré-hidratação no sentido de garantir um balanço hídrico. A desidratação de mais de 3% do peso corporal é um importante fator de risco para as afecções das altas temperaturas. Se a perda de líquidos não for reposta, o risco de afecções relacionadas ao calor é maior (BARROW & CLARK, 1998);
- *Tetania pelo calor*: desordem benigna caracterizada por parestesia oral, melhorando com a remoção para ambientes mais frescos. Ocorre devido a alcalose provocada por uma hiperventilação. É um quadro comum em trabalhadores não aclimatados;
- *Síncope pelo calor*: também bastante comum em trabalhadores não aclimatados. Ocorre como resultado de uma vasodilatação e um retorno venoso diminuído durante um primeiro episódio de estresse térmico.

Desordens Dermatológicas causadas pelo Estresse Térmico.

- *Miliária Rubra*: dermatose desencadeada pela transpiração excessiva. Caracteriza-se por erupção eritematosa com vesículas contendo suor (miliária cristalina) ou erupção eritematosa

com micropápulas (milária rubra). As lesões são mais observadas nas áreas de dobras (em colar no pescoço, na virilha, na região glútea e nas axilas), podendo disseminar-se. A miliária é desencadeada por temperatura ambiental elevada, calor úmido, febre, excesso de roupas e uso de roupas impermeáveis;

- *Intertrigo*: afecção das dobras da pele, desencadeada pela maceração resultante da umidade. Frequentemente, está associada à Miliária, pois os fatores desencadeantes são os mesmos. A área acometida torna-se vermelho vivo, podendo-se infectar-se secundariamente por bactérias ou *Candida sp.*

As queimaduras resultam da ação local do calor sobre o corpo, sendo sua gravidade dependente da extensão e profundidade da lesão.

Com a morte celular há proteólise e liberação de peptídeos quimiotáticos para macrófagos, iniciando o processo de reabsorção do tecido morto e o processo de reparação cicatricial. As manifestações sistêmicas das queimaduras dependem da intensidade e extensão da lesão. Há o fator neurogênico (dor) e o fator hipovolêmico (perda de líquido pela lesão) do choque. Em queimaduras graves, é comum a infecção das lesões, podendo evoluir para septicemia, pois ocorre baixa de imunidade (BOGLIOLO, 1994).

A literatura médica tem dado destaque a um possível efeito teratogênico da exposição às altas temperaturas em fetos humanos em desenvolvimento (NADEL & CULLEN, 1994). Estudos experimentais em animais de laboratório sugerem um potencial significativo de retardo do desenvolvimento do sistema nervoso central, mesmo em se tratando de exposições breves às temperaturas elevadas, nos primeiros meses de gestação. Tem sido aventada a hipótese de que trabalhadoras grávidas expostas a ambientes com temperaturas elevadas, até o início do segundo trimestre de gravidez, estão sob o risco de teratogênese.

Além das manifestações mencionadas, em casos de hipertermia aguda podem ser observadas insuficiência e necrose hepática e pancreatite. Também pode ocorrer fibrinólise, estimulação da atividade plaquetária e coagulação intravascular disseminada (CID). Os músculos esqueléticos e o miocárdio podem romper-se, levando a rabdomiólise e necrose miocárdica. A função renal, já alterada pela oligúria pré-renal, pode ser ainda piorada pela liberação de mioglobinas e ácido úrico desse processo citado. Também o sistema nervoso central é afetado pelo calor (edema cerebral citotóxico). Sabe-se ainda que a espermatogênese é inibida em altas temperaturas.

Os organismos humanos são homeotérmicos graças ao sistema de regulação neuro-endócrino altamente integrado para manter sua homeostasia térmica. Para evitar que o organismo se torne hipertérmico ou hipotérmico é preciso manter um equilíbrio entre a perda e o ganho de calor. Assim, a temperatura corporal é mantida em $36,5 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$.

Informações provenientes de receptores centrais e periféricos são integrados pelo hipotálamo, que efetua alterações no tônus autônomo e na função endocrinológica para manter estável a temperatura corporal. O controle comportamental, quer dizer, respostas voluntárias também são importantes. Eles incluem a mudança para ambiente menos quente, mudança de roupas, diminuição da atividade, ingestão de água, etc. (MOLITCH, 1997).

O controle da temperatura corporal exige desvio do fluxo sangüíneo dos leitos profundos para os superficiais, bem como a regulação da conservação de líquidos corporais (aumento da sudorese no calor). Assim, a termorregulação está diretamente ligada ao controle da pressão arterial, do volume e da composição eletrolítica.

De grande importância para se entender os efeitos do calor sobre o organismo, em especial sobre o trabalhador precoce, é o conhecimento do conceito de aclimação. Para de tornar aclimatado, um indivíduo deve se submeter a um aumento gradual tanto de calor quanto de exercícios. Além disso, tem que ocorrer em um ritmo regular por um período de aproximadamente 2 semanas para ser maximizado. Apesar de algumas mudanças poderem surgir somente pelo estresse térmico, como durante os dias quentes, independentemente da atividade física, somente a exposição regular ao calor juntamente ao esforço físico leva à aclimação, elevando substancialmente a tolerância ao calor.

A aclimação é caracterizada por: atividade cardiovascular aumentada, com maior consumo de oxigênio pelos músculos, aumento do volume plasmático, aumento do volume de ejeção e da contratilidade; suor alterado com menor quantidade de sódio; e aumento da filtração glomerular em 20% (NADEL & CULLEN, 1994).

Segundo BARROW & CLARK (1998), os adultos necessitam entre quatro a sete períodos de exposição durando entre 1 a 4 horas cada um para se aclimatarem. As crianças precisam de um tempo maior.

Quer dizer, crianças e adolescentes são mais suscetíveis aos efeitos do calor, pois em relação aos adultos nesta faixa etária os indivíduos apresentam:

- Pouca capacidade de estimular a sudorese;
- Baixo débito cardíaco como resposta ao aumento do metabolismo;
- Maior produção de calor face a mesma quantidade de trabalho a que se expõe um indivíduo adulto,
- Necessidade de alto ganho de temperatura interna para desencadear os mecanismos protetores.

Conclusões

Considerando a multiplicidade de efeitos para a saúde, decorrentes da exposição ocupacional à altas temperaturas e o pequeno número de estudos sobre a natureza e a distribuição do problema em trabalhadores, particularmente nas crianças e adolescentes inseridos na produção de carvão vegetal, sugere-se que estes sejam acompanhados para o melhor conhecimento do problema.

Por outro lado, a exposição às altas temperatura é apenas um dos riscos a que os trabalhadores estão expostos na atividade carvoeira. A inserção precoce no trabalho por si, constitui um risco ao desenvolvimento das crianças e adolescentes. Outros fatores de risco, entre eles, as exigências físicas do trabalho, a exposição aos fumos, somados à condição de miséria em que vivem as famílias carvoeiras, corroboram para o agravamento das condições de saúde das crianças e adolescentes, sendo difícil o estabelecimento de uma relação causal exclusiva entre a exposição às altas temperaturas e as patologias observadas.

A produção do carvão vegetal da maneira que está estruturada nas carvoeiras artesanais constitui uma atividade insalubre para toda a família carvoeira e necessita ser abolida ou modificada. A incorporação tecnológica através da mecanização das fases críticas do processo, por exemplo pode contribuir para resolver a questão do estresse térmico, se associada a outras medidas que garantam melhores condições de trabalho como a limitação das jornadas de trabalho muito extensas, introdução de pausas, vestuário adequado, condições de conforto e água para reposição das perdas hidroeletrólíticas, orientação dos trabalhadores e melhoria das condições gerais de vida.

Quanto às crianças e adolescentes, é importante a criação da consciência de que o trabalho na produção de carvão deve ser incluído entre aqueles considerados intoleráveis, e garantidas à esses jovens o acesso à escola e aos meios para seu desenvolvimento bio-psíquico e social.

Bibliografia

- Assunção, A.A. *Análise ergonômica do trabalho em uma carvoeira*. Belo Horizonte, 1998, 35p (mimeo);
- Barrow, M.W.; Clark, K.A. *Heat-related Illnesses*. American family Physician. September 1, 1998/Volume 58, number 3;
- Dias, E. C. et al. – *Trabalho Precoce na atividade carvoeira em Minas Gerais: um estudo de caso dos impactos sobre a saúde das crianças e adolescentes e uma proposta de melhoria das condições de vida e trabalho*. Belo Horizonte, 1999. (mimeo)
- Guerra, C. B. (org.). *Meio Ambiente e Trabalho no "Mundo do Eucalipto"- Uma pesquisa da Associação Agência Terra*. Segunda edição. 1995;
- Guyton, A.C. *Temperatura corporal, regulação térmica e febre*. In: Tratado de Fisiologia Médica. Cap. 73, 699-709, 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992;
- Molitch, M.E. *Neuroendocrinologia. O sistema neuroendócrino*. In: Bennett, J.C.; Plum, F.(org). Cecil – Tratado de Medicina Interna, vol. 2., cap. 201,1322-1330, 20ª ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1997;
- Molteni, G.; Cesana, G. C.; Grieco, A. "*Fisiopatologie da alte e basse temperature*". In: Trattado di Medicina del Lavoro, cap. 40, 1093-1118. Padova, Piccin, 1981;

- Nadel, E.; Cullen, M. R. *Thermal stressors*. In: Textbook Of Clinical Occupational And Environmental Medicine, cap. 24. , 658-666. Philadelphia-Pennsylvania, Saunders, 1994;
- Pereira, F. E. L. Etiopatogênese geral das doenças. In: Filho, G. B.; Pitella, J. E.; Pereira, F. E. L.; Bambirra, E. A ; Barbosa, A, J. A. *Bogliolo – Patologia*, cap. 3, 20-45, 5ª ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1994;
- Rocha, A.M.F.; Gomes, J.F.A.; Corrêa, E.J. *Problemas dermatológicos mais Comuns*. In: Leão, E.; Corrêa, E.J.; Viana, M.B.; Mota, J.A.C. *Pediatria Ambulatorial*, cap. 35, 275-297, 2ª ed. Belo Horizonte, COOPMED,1989;
- Saper, C.B. *Distúrbios Autônomos e sua abordagem*. In: Bennett, J.C.; Plum, F.(orgs). Cecil – Tratado de Medicina Interna, vol. 2, cap. 402, 2216-2223, 20ª ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1997;
- Yoder, E. *Distúrbios causados pelo frio e pelo calor*. In: Bennett, J.C.; Plum, F.(orgs). Cecil – Tratado de Medicina Interna, vol. 2, cap. 71, 553-555, 20ª ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1997.