

DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO COM CARBOIDRATO E SUBSEQÜENTE RESPOSTA GLICÊMICA DURANTE ATIVIDADE *INDOOR*

DIFFERENT SUPPLEMENTATION STRATEGIES WITH CARBOHYDRATE AND SUBSEQUENT GLICEMIC ANSWER DURING INDOOR ACTIVITY

Ronaldo Júlio Baganha*
Gabriel Ferreira Souza e Santos**
Rafael Augusto Coutinho Moreira**
Alessandro Silva Tiburzio**
Renata de Macedo***

RESUMO

Durante a prática esportiva o metabolismo aumenta de maneira a suprir toda a demanda metabólica imposta pelo aumento no metabolismo muscular. A utilização de glicogênio muscular e glicose sanguínea aumenta e uma queda tanto no glicogênio quanto na concentração glicêmica pode precipitar a fadiga. Estudos têm mostrado que a suplementação com carboidrato retarda a fadiga, preserva os estoques de glicogênio e fornece energia extra aos tecidos em atividade. O objetivo do presente estudo foi estudar os efeitos da suplementação com carboidrato sobre a glicemia sanguínea de atletas ciclistas durante a prática do ciclismo *indoor*. Os atletas pedalarão em uma bicicleta estacionária por 120 minutos, intensidade mínima de 60% e máxima de 75% da frequência cardíaca máxima. Os resultados sugerem que suplementação com carboidrato não afeta de forma significativa a concentração glicêmica de atletas ciclistas durante 120 minutos de atividade *indoor*.

Palavras-chave: Carboidrato. Glicogênio muscular. Fadiga.

INTRODUÇÃO

Ao iniciar qualquer evento atlético, o corpo, na tentativa de manter uma condição estável, inicia vários ajustes, entre os quais se podem citar aumento da frequência cardíaca, volume sistólico, pressão arterial, taxa de sudorese e metabolismo energético (McARDLE; KATCH; KATCH, 2003).

O exercício físico demanda intenso consumo de adenosina trifosfato (ATP). Nos músculos esqueléticos existem sistemas eficientes que permitem a constante ressíntese do ATP. Estes sistemas são: fosfagênio (ATP, creatina fosfato), glicolítico e oxidativo (POWERS; HOWLEY, 2006).

O ATP é a fonte imediata de energia utilizada nos processos de contração muscular, e devido a seus limitados estoques, sua contínua ressíntese é essencial para a manutenção da contração muscular durante o exercício físico (HARGREAVES, 2005).

O carboidrato dentro do organismo se apresenta principalmente de três maneiras: glicose sanguínea; glicogênio hepático e glicogênio muscular, sendo este último a fonte primária e mais disponível de glicose e energia para o metabolismo muscular (BACURAU, 2001).

A contribuição do glicogênio para a produção de energia durante o exercício de intensidade moderada a alta é importante, já que

* Mestrando em Educação Física - Núcleo de Performance Humana, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, SP, Brasil. Professor do Curso de Educação Física da Universidade do Vale do Sapucaí, Univás-MG, Brasil.

** Especialista em Fisiologia do Exercício, UNICAMP. Professor da Academia Ana Maria, Pouso Alegre-MG, Brasil.

*** Especialista em Treinamento Desportivo. ESEFM. Professor da Academia Ana Maria, Pouso Alegre, MG, Brasil.

ele pode ser degradado tanto anaerobiamente quanto aerobiamente (WILLIAMS, 2004).

Segundo Rankin (1997), a utilização de carboidrato durante o exercício depende principalmente de dois fatores: duração e intensidade do exercício. Já Wolinsky e Hickson (1996) afirmam que a velocidade de utilização dos estoques de carboidratos no organismo é determinada por quatro fatores: duração e intensidade do exercício; nível de condicionamento físico e níveis iniciais de glicogênio muscular.

A disponibilidade reduzida dos principais agentes bioquímicos envolvidos na produção de energia (creatina fosfato, glicogênio muscular e glicose sanguínea) pode limitar a oferta de ATP durante o exercício e comprometer os músculos esqueléticos em atividade (HARGREAVES, 2005).

Durante execução de exercícios com duração superior a 60 minutos a utilização do glicogênio muscular tende a diminuir, devido ao declínio em seus níveis musculares (MURRAY, 1996). Essa redução na utilização do glicogênio muscular é compensada por uma maior dependência da glicemia (COYLE, 1997). A glicose é um substrato fundamental para o cérebro. Uma queda na glicemia (hipoglicemia) que a leve abaixo dos valores fisiológicos (70mg/dl) reduz seu fornecimento ao cérebro e afeta de forma negativa a *performance* física, podendo levar à instalação da fadiga (BIESEK et al., 2005; NYBO; SECHER, 2004).

Segundo Hargreaves (2000a), o consumo de carboidratos antes ou durante exercícios extenuantes melhora o desempenho atlético. Isto é observado pela capacidade de manter, ou mesmo de melhorar a capacidade de trabalho durante a prática de exercícios, ou aumentar o tempo de exercício até a instalação da fadiga.

Os carboidratos ingeridos podem contribuir com uma porcentagem significativa no fornecimento de energia durante o exercício, variando de 20% a 70% (WILLIAMS, 2002). Segundo Hargreaves (2000b), a ingestão de carboidratos a uma velocidade de 30 – 60g por hora melhora o desempenho atlético. Jeukendrup, Raben e Gijzen (1999) sugerem que os carboidratos consumidos durante o exercício contribuem efetivamente como substrato energético na ressíntese do ATP pelas fibras musculares exercitadas.

A suplementação com carboidrato durante o exercício é eficiente na prevenção da fadiga (EL SAYED; RATTU; ROBERTS, 1995). A fadiga é um processo multifatorial que reduz a *performance* durante o exercício. Definida como falha ou incapacidade de gerar força, está ligada à depleção dos substratos energéticos e/ou acúmulo de metabólitos (HARGREAVES, 2005).

O consumo de carboidrato durante exercícios com duração superior a 60 minutos assegura o fornecimento de energia exógena nos estágios finais do exercício, fornecendo glicose para os músculos em atividade quando seus estoques de glicogênio estão baixos. Quanto menores os estoques de glicogênio nos músculos, maior é a taxa de utilização de glicose sanguínea (GUERRA, 2002).

O objetivo do presente estudo foi estudar os efeitos de duas diferentes estratégias de suplementação com carboidrato durante a prática do ciclismo *indoor* sobre a glicemia sanguínea de atletas ciclistas.

MÉTODOS

Amostra

Participaram do estudo oito atletas do sexo masculino, praticantes de ciclismo, de idade média de 26 anos, saudáveis. Os atletas foram esclarecidos sobre os possíveis desconfortos e riscos e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido sobre toda a metodologia adotada no estudo. O presente estudo atendeu as “Normas para realização de pesquisa em seres humanos” estabelecidas pela Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde de 10/10/1996 (Brasil), tendo sido seu projeto de pesquisa submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Sapucaí em Pouso Alegre (MG) e aprovado na reunião de 13 de março de 2006, sob o protocolo número 580/06.

A tabela abaixo apresenta as características antropométricas dos atletas.

Tabela 1 - Média e desvio-padrão das características antropométricas dos atletas.

	Idade (anos)	Altura (m)	Peso (Kg)	IMC (Kg/m ²)
Média	26	1,73	69,53	23
Desv Pad	6	0,1	7	2

Procedimentos

Na semana que antecedeu o início do estudo, os atletas submeteram-se a uma coleta de dados para que fosse caracterizada a amostra. Foram coletados os seguintes dados: idade (anos), estatura (metros), peso corporal (quilogramas) e IMC (índice de massa corporal; Kg/m^2). Para medida da altura foi utilizado um estadiômetro Sanny® e para medida do peso corporal foi utilizada uma balança digital Filizola®.

O estudo se desenvolveu em três etapas distintas durante sete dias. Nos dias marcados para a realização de cada uma das etapas, os atletas chegaram ao local de atividade às 17h30min, e a atividade teve início às 19 horas. Em cada uma das etapas fora observadas duas fases: a de preparação e a de atividade. Na fase de preparação os atletas receberam duas hidratações, contendo cada uma delas 250 mL de bebida com 6% de concentração de carboidrato, às 18 horas e às 18h30min, e ainda receberam monitores cardíacos TIMEX® para posicionar sobre o tórax. Na fase de atividade, os atletas pedalarão em uma bicicleta estacionária (*indoor*) a uma intensidade mínima de 60% e máxima de 75% da frequência cardíaca máxima, proposta por Tanaka et al. (2001), por um período de 120 minutos. Em cada uma das etapas, nos minutos 0, 20, 40, 60, 80 e 100 os atletas foram suplementados com 200 mL de bebida (contendo ou não carboidrato).

Na primeira etapa os atletas foram suplementados com placebo (1200 mL), na segunda etapa a suplementação foi mista, ou seja, as três primeiras suplementações foram com bebida placebo (600 mL) e as três suplementações subsequentes foram com bebida contendo carboidrato a 6% de concentração (600 mL), e na terceira etapa a suplementação foi fornecida o tempo todo, com bebida contendo carboidrato a 6% de concentração (1200 mL). Na primeira, segunda e terceira etapas as quantidades aproximadas de carboidrato ingeridas foram, respectivamente, 0, 36 e 72 gramas. Durante todo o tempo de atividade foi monitorada a frequência cardíaca.

Para as 48 horas que antecederam os dias de atividade cada atleta recebeu uma dieta para seguir. A dieta foi prescrita com 65% de carboidrato, 20% de gordura e 15% de proteína.

Cada um deles foi orientado individualmente a não realizar esforços físicos nesse período.

Determinação da glicemia

Para determinação da glicemia foi utilizado o aparelho Accutrend CGT Roche® e suas respectivas fitas, seguindo-se as instruções de uso. A concentração de glicose plasmática foi expressa em mg/dL e foi determinada a partir do princípio de medição *fotômetro de reflectância*. As amostras de sangue foram coletadas nos minutos: 0 (antes da atividade); 30, 60 e 90 durante a atividade e 120 no seu final.

Tratamento estatístico

O presente estudo observou as considerações básicas no tratamento estatístico para manutenção da cientificidade da pesquisa. O teste utilizado foi o teste *ANOVA one-way* (análise de variância) com nível de significância de 5%, isto é, 95% de certeza para as afirmativas que o presente estudo venha a denotar.

RESULTADOS

Independentemente da estratégia de suplementação com carboidrato, não foram observadas diferenças significativas na concentração glicêmica dos atletas durante 120 minutos de atividade *indoor* (GRÁFICO 2). Na primeira etapa do estudo, na qual a suplementação foi feita com placebo, a glicemia permaneceu com uma concentração inferior durante todo o tempo de atividade em relação às demais etapas, porém essa diferença não foi significativa. Na segunda etapa houve queda na glicemia nos minutos 30 e 60 e aumento nos minutos 90 e 120, demonstrando que a suplementação com carboidrato favoreceu a concentração glicêmica nos estágios finais da atividade. Na terceira etapa também se verificou queda na glicemia nos minutos 30 e 60 e aumento nos minutos 90 e 120 sugerindo que a glicose exógena favoreceu a concentração glicêmica nos estágios finais da atividade. A intensidade alvo predeterminada através da frequência cardíaca para realização da atividade foi mantida em cada uma das três etapas (GRÁFICO 1).

Os gráficos abaixo apresentam respectivamente a variação da frequência cardíaca em batimentos por minuto (bpm) e da glicemia

sanguínea (mg/dL) em cada uma das etapas do estudo nos diferentes tempos de atividade.

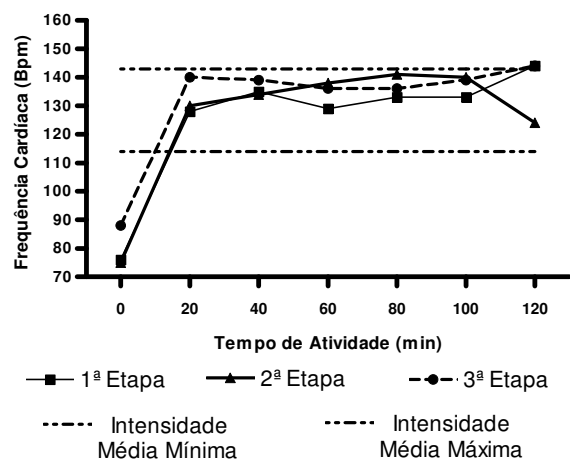


Gráfico 1: Variação da frequência cardíaca (bpm) em cada uma das etapas do estudo, nos diferentes tempos de atividade.

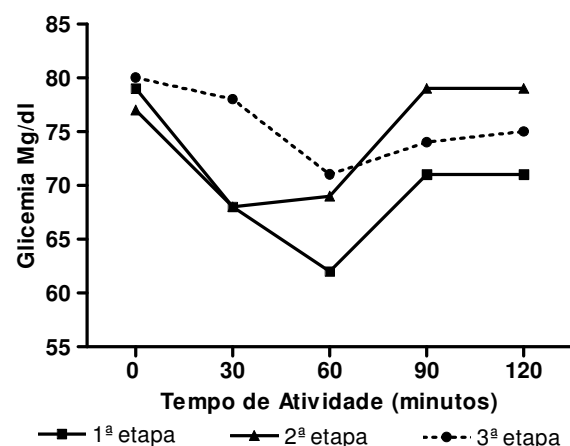


Gráfico 2: Variação da glicemia (mg/dl) em cada uma das etapas do estudo, nos diferentes tempos de atividade. *Diferença significativa na glicemia ao longo da atividade após análise de variância (ANOVA one-way). ($p \leq 0,05$).

DISCUSSÃO

A homeostase durante a atividade física se torna um desafio, já que todos os sistemas são afetados (McARDLE; KATCH; KATCH, 2001).

Durante a contração muscular, o consumo de glicose aumenta em relação ao repouso isso parece acontecer devido a translocação do GLUT – 4 (principal transportador de glicose no músculo esquelético) para a membrana do

protoplasma (PEREIRA; LANCHÁ JUNIOR, 2004).

A glicoregulação durante o exercício envolve um complexo sistema neuro-endócrino, sendo os hormônios insulina e glucagon os principais responsáveis por essa efetiva regulação (COKER; KJAER, 2005) e a concentração de glicose sanguínea o sinal mais importante (DAVIS, 2001).

O propósito primário para ingestão de carboidrato durante exercícios de longa duração é manter a glicemia e fornecer carboidrato para os músculos em atividade (COGGAN; COYLE, 1991).

Segundo Duvillard, Braun e Markofski (2004), em atividades com duração superior a 60 minutos, os atletas devem ingerir de 600 a 1200 mL de bebida contendo carboidrato para manutenção do desempenho atlético.

A suplementação com carboidrato nas etapas dois e três do presente estudo favoreceu a glicoregulação e provavelmente possibilitou efeito poupador de glicogênio muscular e hepático, fornecendo glicose exógena para os tecidos em atividade.

Estudo realizado por Van Loon, Jeukendrup e Saris (1999) mostrou que durante a prática do ciclismo a utilização de glicose exógena chegou a 25% do total de energia fornecida como substrato energético.

Segundo Coyle (1997), após uma a três horas de ciclismo a 65 – 80% do Vo_{2max} , as reservas de glicogênio podem ser depletadas. A suplementação com carboidrato fornece glicose para manter a glicemia e a sua oxidação a nível muscular. A ingestão de carboidratos a uma velocidade de 30 a 60 gramas por hora melhora o desempenho atlético (COYLE, 1994; HARGREAVES, 2000b).

Em um estudo com corredoras, Andrews, Sedloch e Flynn et al. (2003) concluíram que a ingestão de carboidrato manteve a glicemia mais elevada em relação ao grupo placebo e ainda aumentou o uso de carboidrato durante a atividade.

No presente estudo, acredita-se que todo o carboidrato ingerido foi absorvido, transportado, captado pelos tecidos em atividade e utilizado como energia exógena, contribuindo desta forma com o metabolismo energético.

Um trabalho realizado com ciclistas e corredores com 60 minutos de duração e intensidade no lincear demonstrou maior utilização da glicose no grupo que ingeriu carboidrato (64g) quando comparado ao grupo placebo (ARKINSTALL; BRUCE; NIKOLOPOULOS et al., 2001).

Riddell, Bar-or e Schwarcz (2000) demonstraram, em um estudo com adolescentes, que a ingestão de carboidrato (3g/Kg de peso corporal) durante atividade em cicloergômetro com 120 minutos de duração aumentou a utilização de carboidratos no fornecimento energético em relação ao grupo-controle, sendo a energia exógena responsável por 23,5% do total de energia oxidada durante a atividade.

A dificuldade na utilização de técnicas mais avançadas de análise da utilização da glicose exógena nos impede de afirmar efetivamente qual sua contribuição na manutenção da glicemia e no efeito poupador de glicogênio. No

entanto, fica claro que a suplementação com carboidrato pode influenciar de forma positiva o desempenho físico de atletas, retardando ou até mesmo prevenindo a instalação da fadiga causada por falta de glicogênio muscular e hepático ou ainda por queda nos níveis glicêmicos.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a suplementação com carboidrato não afeta de forma significativa a concentração glicêmica de atletas ciclistas durante 120 minutos de atividade *indoor*; no entanto acredita-se que todo o carboidrato ingerido nas etapas dois (36 gramas) e três (72 gramas) contribuiu para manutenção da glicemia e forneceu energia exógena aos tecidos ativos, possibilitando um efeito poupador de glicogênio.

DIFFERENT SUPPLEMENTATION STRATEGIES WITH CARBOHYDRATE AND SUBSEQUENT GLICEMIC ANSWER DURING INDOOR ACTIVITY

ABSTRACT

During sports practice the metabolism increases in a way to provide for any metabolic demand imposed by the increase in the muscular metabolism. The use of muscular glycogen and blood glucose increase, and a fall in the glycogen as in the glycemic concentration can retract fatigue. Studies have been showing that supplement with carbohydrate delays fatigue, preserves the stocks of glycogen and supplies extra energy to the tissues in activity. The objective of the present study was to analyze the effects of carbohydrate supplement on the glycemic blood of professional cyclists during the practice of indoor cycling. The athletes pedaled in a stationary bicycle for 120 minutes, minimal intensity at 60 % and the maximum at 75 % of the utmost cardiac frequency. The results suggest that carbohydrate supplement does not affect in a significant form the glycemic concentration of those athletes during 120 minutes of indoor activity.

Key words: Carbohydrate. Glycogen. Fatigue.

REFERÊNCIAS

- ANDREWS, J. L.; SEDLOCK, D. A.; FLYNN, M. G. et al. Carbohydrate loading and supplementation in endurance-trained women runners. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 95, p. 584 – 590, 2003.
- ARKINSTALL, M. J.; BRUCE C. R.; NIKOLOPOULOS, V. et al. Effect of carbohydrate ingestion on metabolism during running and cycling. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 91, p. 2125 – 2134, 2001.
- BACURAU, R. F. **Nutrição e suplementação esportiva**. Guarulhos: Phorte, 2001.
- BIESEK, S.; ALVES, L. A.; GUERRA, I. **Estratégias de nutrição e suplementação no esporte**. Barueri: Manole, 2005.
- COGGAN, A. R.; COYLE, E. E. Carbohydrate ingestion during prolonged exercise: effects on metabolism and performance. **Exercise and Sports Sciences Reviews**, Massachusetts, v. 19, p. 1-40, 1991.

- COKER, R. H.; KJAER, M. Glucoregulation during exercise: the role of the neuroendocrine system. **Sports Medicine**, Auckland, Nova Zelândia, v. 35, no. 7, p. 575 – 583, 2005.
- COYLE, E. F. Carboidratos e desempenho Atlético. **Sports Science Exchange**, [USA], no. 9, p. 1 – 5, 1997.
- COYLE, E. E. Fluid and carbohydrate replacement during exercise: how much and why. **Sports Science Exchange**, [USA], v. 7, no. 3, p. 1 – 6, 1994.
- DAVIS, J. M. Carbohydrate, hormones, and endurance performance. **Sports Science Exchange**, [USA], v. 14, no. 1, p. 1 – 4, 2001.
- DUVILLARD, S. P. V.; BRAUN, W. A.; MARKOFSKI, M. et al. Fluids and Hydration in Prolonged Endurance Performance. **Nutrition**, New York, v. 20, p. 651-655, 2004.
- EL SAYED, M. S.; RATTU, A. J. M.; ROBERTS, I. Effects of carbohydrate feeding before and during prolonged exercise on subsequent maximal exercise

- performance capacity. **International Journal of Sports Nutrition**, Tallahassee, v. 5, p. 215-224, 1995.
- GUERRA, I. Importância da alimentação do atleta visando a melhora da performance. **Nutrição em Pauta**, São Paulo, n. 55, p. 63-66, 2002.
- HARGREAVES, M. Carboidratos melhoram o desempenho. **Sports Science Exchange**, [USA], no. 25, p. 1 – 2, 2000a.
- HARGREAVES, M. Ingestão de carboidratos durante os exercícios: efeitos no metabolismo e no desempenho. **Sports Science Exchange**, [USA], no. 25, p. 1 – 5, 2000b.
- HARGREAVES, M. Metabolic factors in fatigue. **Sports Science Exchange**, [USA], v. 18, no. 3, p. 1 – 7 2005.
- JEUKENDRUP, A. E.; RABEN, A.; GIJSEN, A. et al. Glucose kinetics during prolonged exercise in highly trained human subjects: effect of glucose ingestion. **Journal of Physiology**, Paris, v. 2, p. 579-589, 1999.
- MARINS, J. C. B. A participação dos carboidratos na hidratação: uma breve revisão. **Revista Mineira de Educação Física**, Viçosa, MG, v. 7, n. 1, p. 64 – 81, 1999.
- McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício, energia, nutrição e desempenho humano**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Nutrição para o desporto e o exercício**. Rio de Janeiro: Guanabara Koggan, 2001.
- MURRAY, B. Fluid replacement: the American College of Sports Medicine Position Stand. **Sports Science Exchange**, [USA], v. 9, no. 4, p. 1 – 6, 1996.
- NYBO, L.; SECHER, N. H. Cerebral perturbations provoked by prolonged exercise. **Progress in Neurobiology**, Oxford, v. 72, no. 4, p. 223- 261, 2004.
- PEREIRA, L. O.; LANCH JR., A. H. Effect of insulin and contraction up on glucose transport in skeletal muscle. **Progress in Biophysics & Molecular Biology**, Elmsford, v. 84, p. 1-27, 2004.
- POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício, teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. São Paulo: Manole, 2006.
- RANKIN, J. W. Glycemic index and exercise Metabolism. **Sports Science Exchange**, [USA], v. 10, no. 1, p. 1 – 7, 1997.
- RIDDELL, M. C.; BAR-OR, O.; SCHWARTZ, H. P. Substrate utilization in boys during exercise with glucose ingestion. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, Alemanha, v. 83, p. 441-448, 2000.
- TANAKA, H.; MONAHAN, K. D.; SEALS, D. R. Age-predicted maximal heart rate revisited. **Journal of the American College of Cardiology**, [USA], v. 37, no 1, p. 153-156, 2001.
- VAN LOON, L. J. C.; JEUKENDRUP, A. E; SARIS, W. H. M. et al. Effect of training status on fuel selection during submaximal exercise with glucose ingestion. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 87, no. 4, p. 1413-1420, 1999.
- WILLIAMS, C. Carbohydrate intake and recovery from exercise. **Science e Sports**, [Reino Unido], v. 19, p. 239-244, 2004.
- WILLIAMS, M. H. **Nutrição: para saúde, condicionamento físico e desempenho esportivo**. São Paulo: Manole, 2002.
- WOLINSKY, I; HICKSON, J. **Nutrição no exercício e no esporte**. São Paulo: Roca, 1996.

Recebido em 15/01/08

Revisado em 11/04/08

Aceito em 14/07/08

Endereço para correspondência: Ronaldo Júlio Baganha. Av.: Prefeito Cândido Garcia Machado, 36, Colinas de Santa Bárbara, CEP 37550-000, Pouso Alegre/MG. E-mail: ronaldobaganha@yahoo.com.br