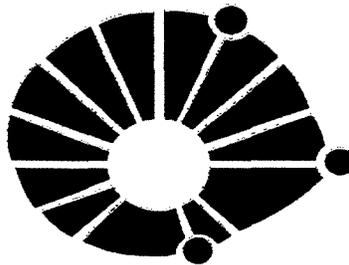


FACULDADE DE ODONTOLOGIA
DE PIRACICABA



UNICAMP

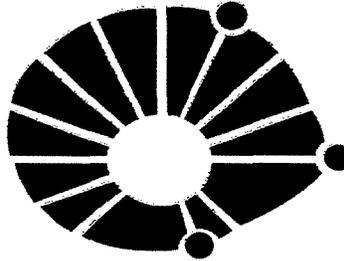
OSMAR ANTONIO GAIOTTO JÚNIOR
- MÉDICO -

**CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA
CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE
ÍONS POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO
HUMOR VÍTREO**

PIRACICABA
- 2000 -

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

FACULDADE DE ODONTOLOGIA
DE PIRACICABA



UNICAMP

OSMAR ANTONIO GAIOTTO JÚNIOR
- MÉDICO -

**CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA
CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE
ÍONS POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO
HUMOR VÍTREO**

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-036/83
CPG, 30/05/2000

Assinatura do Orientador

Tese apresentada à Faculdade
de Odontologia de Piracicaba da
Universidade Estadual de
Campinas para obtenção do
grau de Doutor em Odontologia
Legal e Deontologia.

ORIENTADOR: Professor Doutor Eduardo Daruge

PIRACICABA
- 2000 -

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

67721000

UNIDADE	B.O.		
N.º CHAMADA:	UNICAMP		
	G128c		
V.	Ex.		
TOMBO BC/	42100		
PROC.	96-278100		
C	<input type="checkbox"/>	D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00		
DATA	24/09/00		
N.º CPD			

CM-00144232-3

Ficha Catalográfica

G128c Gaiotto Júnior, Osmar Antonio.
Contribuição à estimativa da cronotanatognose através da dosagem de íons potássio por analisador íon-seletivo no humor vítreo. / Osmar Antonio Gaiotto Júnior. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2000.
83p. : il.

Orientador : Prof. Dr. Eduardo Daruge.
Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Tanatologia. 2. Morte. 3. Cronologia. I. Daruge, Eduardo. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB / 8 – 6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba / UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 22 de Fevereiro de 2000, considerou o candidato OSMAR ANTONIO GAIOTTO JUNIOR aprovado.

1. Prof. Dr. EDUARDO DARUGE

2. Prof. Dr. NELSON MASSINI

3. Profa. Dra. CLAUDIA MARIA DE ALMEIDA SAMPAIO

4. Prof. Dr. ROBERTO JOSÉ GONÇALVES

5. Prof. Dr. EDUARDO DARUGE JUNIOR

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

DEDICO ESTE TRABALHO

À minha mãe Henriette e ao meu saudoso pai Osmar, por tudo que sou e pelo que por mim fizeram.

Aos meus irmãos Mara, Marise e Paulo, companheiros de viagem na família que constituímos.

À minha esposa Vera, pela atenção, amor e carinho que sempre teve por mim, além da paciência por me esperar quando atrasado e por me acalmar quando apressado...

Aos meus filhos Danilo e Danielle, saudade quando ausente e alegria quando presente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço
a **Deus**
por iluminar meu caminho

Ao Professor
Dr. Eduardo Daruge
pela orientação e paciência a mim dispensados.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.

Ao diretor da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, Prof. Dr. Antonio Wilson Salum.

Ao diretor associado da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, Prof. Dr. Frab. Norberto Boscolo.

À coordenadora dos cursos de Pós-Graduação da FOP - UNICAMP, Prof^a. Dr^a. Altair Antoninha Del Bel Cury.

A todos os professores do Departamento de Odontologia Social da FOP - UNICAMP.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Odontologia Legal e Deontologia.

Ao grande amigo Prof. Dr. Eduardo Daruge Jr., pelo apoio e companheirismo.

Ao Engenheiro Agrônomo e Analista de Sistemas Dr. Marcelo Corrêa Alves.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação da FOP - UNICAMP.

Ao meu irmão, Paulo César Gaiotto pela inestimável colaboração neste trabalho, minha gratidão e afeto.

À minha irmã, bióloga Mara Elisabeth Gaiotto da faculdade de Medicina da UNESP, pela grandiosa ajuda e colaboração na execução deste trabalho, meu carinho e admiração pelo profissionalismo e dedicação exemplares.

Ao colega e amigo Luís Francesquini Jr. pela importante colaboração.

À funcionária da Biblioteca da FOP - UNICAMP, Heloísa Maria Ceccotti.

Aos funcionários e amigos da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, especialmente Célia Regina Manesco e Dinoly Albuquerque Lima.

SUMÁRIO

CAPÍTULOS	Pgs.
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	pág. 01
RESUMO	pág. 03
ABSTRACT	pág. 05
1. INTRODUÇÃO	pág. 07
2. REVISÃO DA LITERATURA	pág. 14
3. PROPOSIÇÃO	pág. 26
4. MATERIAL E MÉTODOS	pág. 28
5. RESULTADOS OBTIDOS	pág. 34
6. DISCUSSÃO DE RESULTADOS	pág. 47
7. CONCLUSÕES	pág. 55
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	pág. 57
APÊNDICE	pág. 67

LISTAS

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ASSUNTOS		PÁGINA
Figura 1	Aspecto Geral da Cabeça do Coelho.	pág. 30
Figura 2	Aspecto Geral do local de punção da agulha, para coleta de humor vítreo	pág. 32

ASSUNTOS		PÁGINA
Grade I	Dados obtidos da amostra após 2 horas	pág. 36
Grade II	Dados obtidos da amostra após 4 horas	pág. 37
Grade III	Dados obtidos da amostra após 6 horas	pág. 38
Grade IV	Dados obtidos da amostra após 8 horas	pág. 39
Grade V	Dados obtidos da amostra após 10 horas	pág. 40
Grade VI	Valores Médios encontrados	pág. 41

ASSUNTOS		PÁGINA
Tabela 1	Estatísticas descritivas	pág. 74
Tabela 2	Quadro de análise de variância	pág. 77
Tabela 3	Resultado do Teste de Tukey	pág. 78
Tabela 4	Quadro de análise de variância dos modelos de Regressão estudados	pág. 80
Tabela 5	Parâmetros estimados segundo modelo linear	pág. 82
Tabela 6	Resultado da análise de variância para o estudo de regressão linear	pág. 83

ASSUNTOS		PÁGINA
Gráfico 1	Linha de Regressão interpolada pela Regressão Linear	pág. 42
Gráfico 2	Linha de Regressão interpolada pela Regressão Linear	pág. 43

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
RESUMO

RESUMO

RESUMO

RESUMO

Este trabalho constituiu-se na determinação da concentração de íons potássio no humor vítreo de coelhos após a morte procurando correlacioná-la com a estimativa do tempo decorrido de morte. A coleta de humor vítreo foi realizada nos olhos de 40 (quarenta) coelhos em intervalos de 2/2h iniciando-se com 2 horas até 12 horas após a morte. O mecanismo de morte foi trauma crânio encefálico seguido de decapitação de maneira idêntica em todos eles. Foi utilizada a técnica de dosagem íons de potássio através de analisador de eletrólitos íon-seletivo e os resultados foram analisados estatisticamente. Os resultados demonstraram que ocorreu variação estatisticamente significativa na concentração de íons-potássio relacionada ao tempo decorrido de morte. Estes resultados foram comparados com aqueles obtidos com a técnica de fotometria de chama, levando-nos conclusão que os resultados pelo analisador íon-seletivo são mais específicos e tem mais acuracidade.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE
ÍONS POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
ABSTRACT

ABSTRACT

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE
ÍONS POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
ABSTRACT

ABSTRACT

This study was built up on the determination of the potassium ion concentration at rabbits humour vitreous after its death trying to correlate it with the death time estimation. The humour vitreous collection of forty rabbits was made during an interval of two hours starting with two hours until the first twelve hours after death. The death mechanism was a cranial traumatism followed by a decapitation in the same way for each of them. We performed the determination of potassium concentration by ion - selective analyser and the results were studied by statistical methods, demonstrating that it has occurred a statistically important variation in the potassium ion concentration related with the death time. This results were compared with those ones taken by the flame photometry technique, showing us that the results made by the ion - selective analyser are more specific and have more accuracy.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DAS CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Seja qual for o seu mecanismo, morte natural (patológica) ou violenta, a morte é, em última análise, a cessação dos atos vitais ou seja, a função cerebral, de respiração e circulação. Como ponderava **THOINOT**, ela não é um momento, mas um verdadeiro processo e a morte do todo, do conjunto, não coincide com a morte das partes. (**ARBENS**, 1988).

Cessada a respiração e a atividade cardíaca, têm início a morte dos tecidos e órgãos, num processo dinâmico de fenômenos físico e químicos, sendo a regra, a ordem de sensibilidade como segue: células nervosas em primeiro lugar, epitélios glandulares , endotélios, miocárdio, músculo esquelético, pele, espermatozóides, epitélios ciliados, leucócitos.

INTRODUÇÃO

Após a morte, a célula sofre um processo de dissolução (lise), sendo que os órgãos, tecidos e células não cessam suas atividades simultaneamente (daí ser possível o seu aproveitamento em transplantes) e sim de maneira gradativa, constituindo os chamados **fenômenos cadavéricos**, que se dividem em abióticos (avitais ou vitais negativos) e transformativos. Os abióticos, por sua vez, se dividem em imediatos (perda da consciência, perda da sensibilidade, abolição da motilidade, parada da respiração, parada da circulação) e consecutivos (resfriamento do corpo, rigidez, desidratação, manchas de hipóstases ou livor cadavérico e mancha verde abdominal).

Os **fenômenos transformativos** podem ser de duas ordens: os destrutivos (autólise, putrefação e maceração) e conservadores (mumificação e saponificação). (FRANÇA, 1977).

A cronotanatognose, ou seja, o estudo dos fenômenos cadavéricos correlacionando-os com o tempo de morte, é um dos mais controversos e intrigantes assuntos, havendo a necessidade de

INTRODUÇÃO

realizar-se uma análise completa de todos os sinais que a compoem pela inexistência de método único que a determine com precisão. (▼SCHLEYER, 1963) .

O tempo de processo autolítico é determinado por vários fatores, entre eles: fatores anatômicos locais (globo ocular, esôfago, estômago), peculiaridades específicas de células e tecidos, fatores bioquímicos (principalmente glicólise), fatores “ante” e “pós-mortem”, especialmente temperatura e ph. (▼COE,1980)

Durante o processo de morte, são constatados fenômenos vitais ou biologicamente explicáveis, denominadas reações supravitais ou atividade supravital conforme ▼SCHLEYER, (1963) cuja duração varia consideravelmente em diferentes tecidos, localizações topográficas distintas devido aos depósitos energéticos e velocidade de glicólise diversos, segundo (▼MADEA et al. , 1989).

Devido a isto, ao estudarmos os processos autolíticos, correlacionando-os com o tempo decorrido de morte, devemos ter em

INTRODUÇÃO

mente estas considerações, pois sem a devida diferenciação das estruturas estudadas, o local de coleta do tecido, fatores “ante” e “post-mortem” (principalmente temperatura e ph), a margem de erro do processo autolítico estudado irá aumentar consideravelmente, quanto maior for o intervalo “post-mortem”. (SCHEYER, 1963 e COE, 1980.)

Assim sendo, o humor vítreo, por suas características peculiares (topografia isolada e anatomicamente bem protegida com resistência a contaminação bacteriológica por degradação bacteriana, HARPER, (1989) ; estrutura bioquímica peculiar, fluído colóide com poucas células e vascularização ausente, WURSTER et al. (1985) , BALAZS et al. (1984), BERMAN et al. , (1970) pelo acesso fácil e técnica de coleta simples, torna-se um valioso meio para o estudo da concentração de íons pós-mortem, além do que o processamento é economicamente viável.

INTRODUÇÃO

Entre os vários eletrólitos existentes no vítreo, sódio, potássio, cálcio e cloro, (↑SIMON e ROYO (1985), o potássio sofre difusão pós-morte da retina para o corpo vítreo, e, de maneira menos expressiva, do cristalino para o vítreo, (↑BITO, 1970).

Em vida, há diferenças de concentração entre os compartimentos oculares com influxo de potássio através do corpo ciliar e cristalino por transporte ativo celular e do vítreo para a retina por difusão, pois a concentração no humor vítreo é maior do que no plasma.

No período “pós-morte” o processo se inverte pela parada do transporte ativo do cristalino, e o gradiente de potássio na interface vítreo-retiniana se inverte, havendo posteriormente equilíbrio por difusão. (↑BITO ,1977).

A correlação entre o aumento da concentração de íons no humor vítreo e o tempo estimado de morte, tem sendo estudado por diversos autores. (↑COE, 1989).

INTRODUÇÃO

Nosso trabalho basicamente procurou avaliar quantitativamente, íons-potássio no humor vítreo de coelhos, no período “pós-morte” e comparativamente quanto à técnica empregada (fotometria de chama X analisador de elétrons - íon-seletivo), mantendo-se as mesmas condições quanto ao mecanismo e tempo decorrido de morte (imediatamente posterior e até 10 horas da morte), devido ao maior interesse médico legal no estudo deste período.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
REVISÃO DA LITERATURA

REVISÃO DA LITERATURA

REVISÃO DA LITERATURA

Entre os autores que estudaram o íon potássio no globo ocular de coelhos , destacamos inicialmente os trabalhos de REDDY e KINSEY (1960), que, através da fotometria de chama, obtiveram valores de potássio no vítreo de coelhos albinos entre 37,0 e 74,5 mg%, constatando ser bem superiores às do humor aquoso e sangue e também bastante superiores aos encontrados em humanos.

BOTING et al. (1963), estudando o transporte catiônico no cristalino do coelho, vitela e gato, encontraram quantidades significativas de sódio e potássio no epitélio do cristalino e, em menor quantidade na cápsula e processos ciliares.

FOWLKS (1963), estudando a movimentação iônica no globo ocular, estabeleceu que substâncias de baixo peso molecular movimentam-se no sentido do corpo ciliar para o disco óptico BITO e DAVSON (1964) encontraram valores médios de potássio de 22 mg% na câmara posterior, 17 mg% na câmara anterior, 20,5 mg% no

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CROMATOGRAFIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
REVISÃO DA LITERATURA

vítreo anterior e 19 mg% no vítreo posterior em olhos de coelhos albinos.

Atribuíram estas diferenças de valores à ação do cristalino como sendo elemento que mantém o gradiente de concentração entre o humor aquoso e o humor vítreo.

▼PRESTE e TRAVERSO (1966) , encontraram em coelhos valores de potássio de $5,14 \pm 0,16$ meq/l no vítreo imediatamente após a morte e também que a concentração de potássio aumentou em um período de 24 horas após a morte e explicaram este fato como consequência dos fenômenos autolíticos.

▼KOMURA e OSHIRO (1977), analisaram 30 amostras de humor aquoso e vítreo de olhos de coelhos, em exames periódicos em temperaturas de 2°C, 6°C, 23°C e 27°C e concluíram que não houve variação significativa para os valores de potássio com relação à variação de temperatura no humor aquoso e nem no vítreo.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
REVISÃO DA LITERATURA

▼ HONDA et al. (1983), estudando as concentrações de íons sódio, potássio, magnésio e cálcio antes e depois da extração do humor vítreo através de vitrectomia em coelhos, sugeriram que a variação de valores iônicos encontrados é decorrente de gradientes de concentração entre o corpo vítreo e adjacentes, sendo a parede posterior do globo ocular, a via principal. Demonstraram também que o transporte ativo de íons pelo corpo ciliar, contribui significativamente pelo equilíbrio iônico.

▼ GAIOTTO, P. (1997), estudando a concentração de íon potássio no humor vítreo de 40 coelhos com IPM de 2 até 12 horas, com mesmo mecanismo de morte (trauma crânio encefálico), com padronização de variáveis (sexo, temperatura ambiente) , com a técnica de fotometria de chama encontrou variação na concentração de íons potássio em relação ao tempo decorrido de morte, constatando aumento nesta concentração, porém este aumento respondeu por

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
REVISÃO DA LITERATURA

apenas 13% da variação de tempo, sendo que os outros 87% não foram determinados pelo experimento, com um R^2 baixo (13,07).

Entre os autores que estudaram a concentração de íons potássio no **vítreo HUMANO** e sua correlação com o intervalo “pós-morte”, destacamos inicialmente o trabalho de **JAFFE** (1962), que analisando 36 amostras de vítreo de olhos de 31 cadáveres em intervalos “pós-morte” (IPM) de até 125 horas, cuja idade variou de 17 à 81 anos, concluiu que a concentração de potássio aumenta em proporção aritmética, com o aumento do decorrer do IPM.

Atribuiu a este fato a difusão de potássio das células retinianas para o interior do corpo vítreo. Verificou não haver diferenças estatisticamente significativas entre cadáveres mantidos refrigerados ou em temperatura ambiente.

ADELSON et al. (1963), analisando 349 amostras de humor vítreo de 209 cadáveres, concluíram que existe uma relação estreita

entre potássio vítreo e o intervalo “pós-morte” dentro das primeiras 24 horas após a morte.

▼STURNER (1963), analisando 54 cadáveres em IPM superior a 108 horas, concluiu haver proporção aritmética, inclusive chegando à fórmula $IPM = 7,14 \cdot [K^+] - 39,1$, com coeficiente de correlação (r) = 0,987, e intervalo de 95% de limite de confiança de mais ou menos 9,5 horas.

▼HUGHES (1965), estudando 135 cadáveres em IPM de mais ou menos 20 horas, estabeleceu que o aumento de potássio não pode ser correlacionado com consistência suficiente com o IPM estudado.

▼HANSSON et al. (1966), analisando 203 cadáveres com IPM de 3 a 310 horas, estabelecendo um intervalo de confiança de 95% de mais ou menos 40 horas; e em 180 casos com IPM maior ou igual a 120 horas, obtiveram aumento linear de potássio vítreo. Concluíram também que após 48 horas, houve grande dispersão nos valores de potássio e que a idade, sexo e raça não exerceram

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
REVISÃO DA LITERATURA

influência nos resultados, ao contrário da duração do período agônico, que poderia influenciar os resultados.

▼ MARTCHENCO (1966), analisou 300 amostras de vítreo com IPM entre 6 e 48 horas, concluindo que dependendo da causa e tipo da morte, os valores podem ser diferentes e que não houve variação quanto ao sexo, idade e condições de conservação de corpos.

▼ LIE (1967), em 88 amostras de vítreo, com IPM de 2 a 95 horas, não encontrou diferenças significativas entre os dois olhos e a temperatura do cadáver. Conclui como causas de erro na determinação de potássio vítreo: distribuição irregular de potássio no vítreo (aspirações menores que 0,5 ml podem dar diferenças significativas); aspiração forçada (levariam a sucção forçada de células da retina aumentando a concentração de potássio na amostra), mistura de sangue ou aquoso ao vítreo, devido a sucção por agulha em local não apropriado.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
REVISÃO DA LITERATURA

▼LEAHY e FARBER (1967), analisando 52 cadáveres em IPM de até 30 horas de pacientes que faleceram no momento da entrada no hospital, determinaram que a concentração de potássio do vítreo aumenta, porém de maneira dispersa, não sendo estatisticamente significativa.

▼COE (1969), analisou 160 amostras de pacientes hospitalizados com mortes súbitas ou violentas e sem antecedentes de distúrbios eletrolíticos, com IPM de até 100 horas, observando aumento de potássio com grande variação individual, de padrão aritmético.

▼KRAUSE et al. (1971), analisando 262 amostras com IPM de até 230 horas, concluíram por aumento exponencial de potássio, estabelecendo as equações $\{K^+\} = 2,96 + 1,65 \cdot VH$ ou $h = (\{K\} - 2,96)^2$, com coeficiente de correlação $(r) = 0,7$ e sugeriram que o emprego de vários métodos em conjunto levaria a uma estimativa mais precisa de IPM.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
REVISÃO DA LITERATURA

✦ADJUDANTIS E COUSTELINIS (1972), analisando 120 olhos, com IPM de até 120 horas, em intervalos de 3 em 3 horas, detectaram um aumento linear de potássio neste estudo, porém não se revelaram diferenças estatisticamente significativas entre os 2 olhos, nem em fatores como causa de morte, idade e sexo.

✦KOMURA e OSHIRO (1977) em análise de 90 amostras com IPM de 30 horas, estabeleceram correlação linear entre potássio e vítreo e IPM, com a variação sendo maior em temperaturas mais altas (de 26° à 29°C) do que em mais baixas (de 13° à 17°C).

✦GREGORI et al. (1978), em amostra de 47 cadáveres, utilizando o método de espectrofotometria de absorção atômica, concluíram também haver correlação linear de aumento da concentração de potássio vítreo e o IPM. Observaram que esta técnica pode ser um método mais preciso para a estimativa do tempo de morte do que a fotometria de chama.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
REVISÃO DA LITERATURA

▼FOERCH et al. (1979), em análise de 50 amostras de vítreo, estabeleceram correlação linear entre potássio vítreo e IPM, mesmo resultado obtido por ▼BLUMENFELD et al. (1929), com 129 amostras de crianças entre 1 e 13 anos, com IPM de 11 horas à 17 horas, ▼FORMAN e BUTTS, (1980) em 82 amostras de vítreo, ▼FARMER et al. (1980), em IPM de 24 horas à 120 horas.

▼MADEA et al. (1989), em 405 amostras com IPM de 130 horas, divididos em 3 grupos: Grupo I = o total de amostras; Grupo II = com níveis de uréia no humor vítreo maior que 100mg% e episódio terminal menor que 6 horas e Grupo III = com uréia maior que 100 mg% no humor vítreo, concluíram que existem variações estatisticamente significativas entre os dois olhos, bem como, os índices de uréia menor que 100 mg% como sendo o mais preciso padrão para análise de distúrbio eletrolítico, prévio a morte que possa interferir nos níveis de potássio vítreo “pós-morte”, melhorando os limites de confiança de 95% na análise de potássio vítreo e sua

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
REVISÃO DA LITERATURA

correlação com o IPM.

↑ SPARKS *et al.* (1989), analisando 91 amostras com o IPM de 60 horas, juntamente com os níveis de methoxy - tyramine (3-mt) do putamen cerebral , concluíram que a análise conjunta destes dois fatores melhora a estimativa do tempo decorrido de morte.

↑ MONTALO *et al.* (1989), analisando 289 amostras do IPM de 80 horas, estabeleceram intervalos de mais ou menos 8 à mais ou menos 23 horas com 95% de intervalo de confiança nos vários subgrupos estudados (idade, sexo, tipo de morte, condições climáticas).

↑ GAMERO *et al.* (1990), em 60 amostras com IPM de 24 horas, determinaram que a melhor correlação entre o potássio vítreo e IPM, ocorre em casos de morte menor que 17 horas.

↑ ROGNUM *et al.* (1991), em 87 amostras com IPM de 120 horas, realizaram coletas repetidas (duas vezes por olho), em temperaturas diferentes (5°C, 10°C, 15°C e 23°C), concluindo que

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
REVISÃO DA LITERATURA

quanto maior a temperatura ambiente, maior será a velocidade de aumento dos níveis de potássio no humor vítreo.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
PROPOSIÇÃO

PROPOSIÇÃO

PROPOSIÇÃO

O propósito deste trabalho constituiu-se em realizar um estudo experimental em coelhos da variação da concentração do íon potássio no humor vítreo, procurando-se controlar ou reduzir as variáveis que pudessem interferir no resultado como: idade, tipo de morte, temperatura, sexo e confrontar os resultados obtidos dentro das mesmas pré-condições pela técnica de fotometria de chama com a de analisador de eletrólitos íon-seletivo, objetivando determinar-se a importância do íon potássio no humor vítreo como um determinante do tempo decorrido de morte e da variabilidade de resultado obtida de acordo com a técnica laboratorial empregada na determinação da concentração deste íon no humor vítreo.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL E MÉTODOS

A amostra utilizada em nosso experimento, constituiu-se de 40 coelhos albinos da raça NORFOLK, linhagem Botucatu, com idade de 40 dias, sendo 20 fêmeas e 20 machos, peso entre 900g e 1150g, recém-desmamados, fornecidos pelo Biotério do Campus de Botucatu da Universidade Estadual Paulista.

Os animais foram submetidos ao mesmo procedimento de morte que foi traumatismo crânio encefálico por ação vulnerante de instrumento contundente, isto é, pela energia cinética promovida pelo deslocamento acelerado de um “cêpo” (pedaço) de madeira na mão do executor em direção à região occipital do crânio do coelho.

Em seguida os animais foram submetidos à decapitação com um instrumento cortante, isto é, pela ação de uma faca, anotando-se o exato momento da hora do óbito, constatado pela parada cardíaca (figura 1).

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
MATERIAL E MÉTODOS

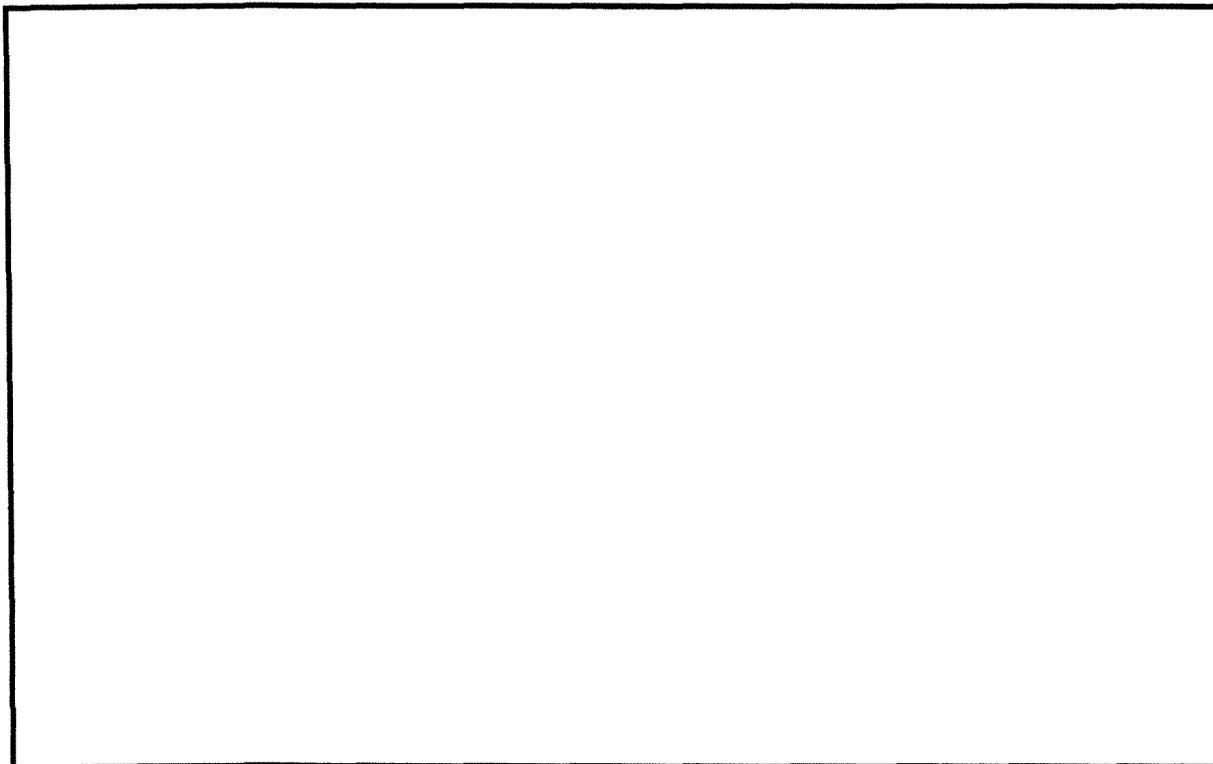


FIGURA 1 - Aspecto geral da cabeça do coelho no momento exato do óbito.

Foram constituídos 05 grupos, cada um com 08 animais, sendo 04 machos e 04 fêmeas, sendo os mesmos devidamente identificados com fitas adesivas, individuais, numeradas de um a quarenta, anotando-se os respectivos grupos e sexo, sendo realizado no momento do óbito a coleta do humor vítreo do olho direito de todos os quarenta animais e, a seguir, em intervalos de 02 horas (grupo I), 4

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
MATERIAL E MÉTODOS

horas (grupo II), 6 horas (grupo III), 8 horas (grupo IV) e 10 horas (grupo V), "post-mortem"; foram também realizadas coletas do olho esquerdo e os animais foram mantidos à temperatura ambiente de 26°C à 29°C até o horário da coleta sistematizada das amostras de cada grupo.

A técnica da coleta do humor vítreo utilizada foi a descrita por COE (1969), realizada através de punção na esclera a 3 mm de limbo esclerocorneano, com uma agulha de calibre 13X4,5 (26^{1/2} Gauge) acoplada em seringa descartável de 3,0 ml, devidamente esterilizada, com aspiração lenta e gradual, de cerca de 0,3 a 0,5 ml de humor vítreo, para se evitar "contaminação" de espécime com fragmentos de retina ou outras partículas, tendo-se o cuidado de introduzir a agulha integralmente no globo ocular, atingindo o bisel o centro do mesmo, obtendo-se desta maneira apenas amostras incolores de humor vítreo (figura2).

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
MATERIAL E MÉTODOS

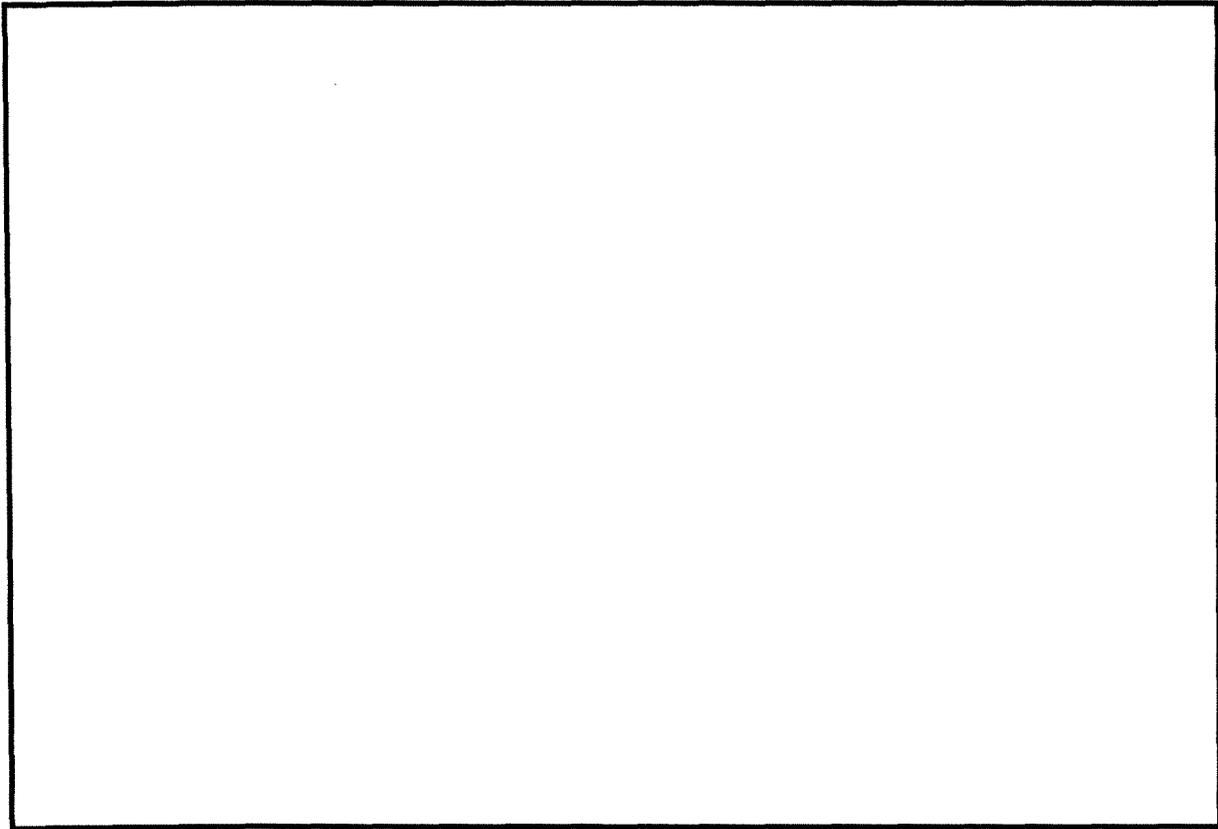


FIGURA 2 - Aspecto geral do local da punção da agulha para a obtenção do humor vítreo.

A coleta deste material foi sempre analisada a olho nú, com o auxílio de uma lupa, com o objetivo de se evitar a presença de outras substâncias orgânicas no sangue.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
MATERIAL E MÉTODOS

As amostras coletadas foram colocadas em tubos de ensaio, centrifugadas e mantidas congeladas em - 70° C até o momento de serem analisados.

As análises foram realizadas em aparelho analisador de íon-seletivo, de maneira padronizada, onde os tubos de ensaio eram colocados diretamente no "PROBE" do aparelho através da qual a amostra é aspirada por bomba a vácuo.

As leituras foram realizadas automaticamente no analisador de ELETRÓLITOS AVL 9180, não havendo assim qualquer contato manual ou diluição por parte do operador do aparelho, sendo os resultados exibidos no visor do mesmo e anotados. Para transformar os valores de mEq/l em mg%, utilizou-se a seguinte fórmula, baseada no padrão Tritsol 9976 Merck:

$$\text{mg\%} = \text{mEq / l} : 0,25$$

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
RESULTADOS OBTIDOS

RESULTADOS OBTIDOS

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CROMOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
RESULTADOS OBTIDOS

RESULTADOS OBTIDOS

Os valores obtidos com o analisador de íon seletivo, estão expressos nas grades a seguir onde:

Nº → número da etiqueta adesiva que identifica o coelho

G → número do grupo

F → fêmea

M → macho

V → amostra do humor vítreo

O.D. → olho direito

O.E. → olho esquerdo

K⁺ → concentração de íons potássio obtida na amostra de humor vítreo, em mg%

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
 POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
RESULTADOS OBTIDOS

GRADE I - Dados obtidos da amostra após 2 horas

GRUPO 1 - Potássio - mg%						
Nº	G/Sexo	Amostra	Hora(O.D.)	K ⁺ (O.D.)	Hora(O.E.)	K ⁺ (O.D.)
1	G5F	V	08h25min	57,6	10h25min	40,0
2	G5F	V	08h28min	45,2	10h28min	44,4
3	G5F	V	08h30min	73,2	10h30min	60,0
4	G5F	V	08h32min	30,8	10h32min	49,6
5	G5M	V	08h37min	38,4	10h37min	40,10
6	G5M	V	08h39min	43,2	10h39min	38,8
7	G5M	V	08h41min	34,0	10h41min	58,4
8	G5M	V	08h43min	56,0	10h43min	77,2

Valor médio =

↓
 Inicial
 47,3

↓
 Após 2h
 51,0

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
 POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
RESULTADOS OBTIDOS

GRADE II - Dados obtidos da amostra após 4 horas

GRUPO 2 - Potássio - mg%						
Nº	G/Sexo	Amostra	Hora(O.D.)	K ⁺ (O.D.)	Hora(O.E.)	K ⁺ (O.D.)
9	G2F	V	07h33min	56,0	11h33min	42,4
10	G2F	V	07h35min	39,2	11h35min	60,0
11	G2F	V	07h37min	46,0	11h37min	54,8
12	G2F	V	07h39min	28,80	11h39min	45,2
13	G2M	V	07h41min	44,80	11h41min	44,0
14	G2M	V	07h43min	40,0	11h43min	43,2
15	G2M	V	07h45min	33,6	11h45min	46,0
16	G2M	V	07h47min	51,6	11h47min	51,6

Valor médio =

↓
 Inicial
 42,5

↓
 Após 4h
 48,4

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
 POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
RESULTADOS OBTIDOS

GRADE III - Dados obtidos da amostra após 6 horas

GRUPO 3 - Potássio - mg%						
Nº	G/Sexo	Amostra	Hora(O.D.)	K ⁺ (O.D.)	Hora(O.E.)	K ⁺ (O.D.)
17	G4F	V	08h05min	52,4	14h05min	66,0
18	G4F	V	08h07min	37,2	14h07min	61,6
19	G4F	V	08h10min	35,2	14h10min	78,4
20	G4F	V	08h11min	32,8	14h11min	67,2
21	G4M	V	08h14min	44,0	14h14min	92,8
22	G4M	V	08h19min	45,6	14h19min	68,4
23	G4M	V	08h20min	51,6	14h20min	72,0
24	G4M	V	08h22min	50,4	14h22min	77,6

Valor médio =

↓
 Inicial
 43,6

↓
 Após 6h
 73,0

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
 POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
RESULTADOS OBTIDOS

GRADE V - Dados obtidos da amostra após 10 horas

GRUPO 5 - Potássio - mg%						
Nº	G/Sexo	Amostra	Hora(O.D.)	K ⁺ (O.D.)	Hora(O.E.)	K ⁺ (O.D.)
33	G1F	V	07h13min	39,6	17h	80,8
34	G1F	V	07h15min	34,8	17h13min	100,0
35	G1F	V	07h20min	41,6	17h15min	68,0
36	G1F	V	07h22min	54,0	17h20min	67,2
37	G1M	V	07h25min	37,2	17h22min	68,4
38	G1M	V	07h27min	30,0	17h25min	56,4
39	G1M	V	07h30min	49,2	17h27min	86,8
40	G1M	V	08h43min	58,0	17h30min	93,6

Valor médio =

↓
 Inicial
 43,0

↓
 Após 10h
 77,6

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
RESULTADOS OBTIDOS

GRADE VI - Valores médios encontrados

Fotometria de chama X Analisador íon seletivo

	VALORES INICIAIS		VALORES FINAIS	
	Fotom.Chama	A. Íon Seletivo	Fotom. Chama	A. Íon Seletivo
GRUPO 1 (2h)	37,6	47,3	65,2	51,0
GRUPO 2 (4h)	39,5	42,5	47,5	48,4
GRUPO 3 (6h)	43,6	74,5	74,5	73,0
GRUPO 4 (8h)	33,3	36,5	52,9	56,9
GRUPO 5 (10h)	42,7	43,0	87,0	77,6
VALOR MÉDIO	38,14	42,58	65,42	61,38

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
RESULTADOS OBTIDOS

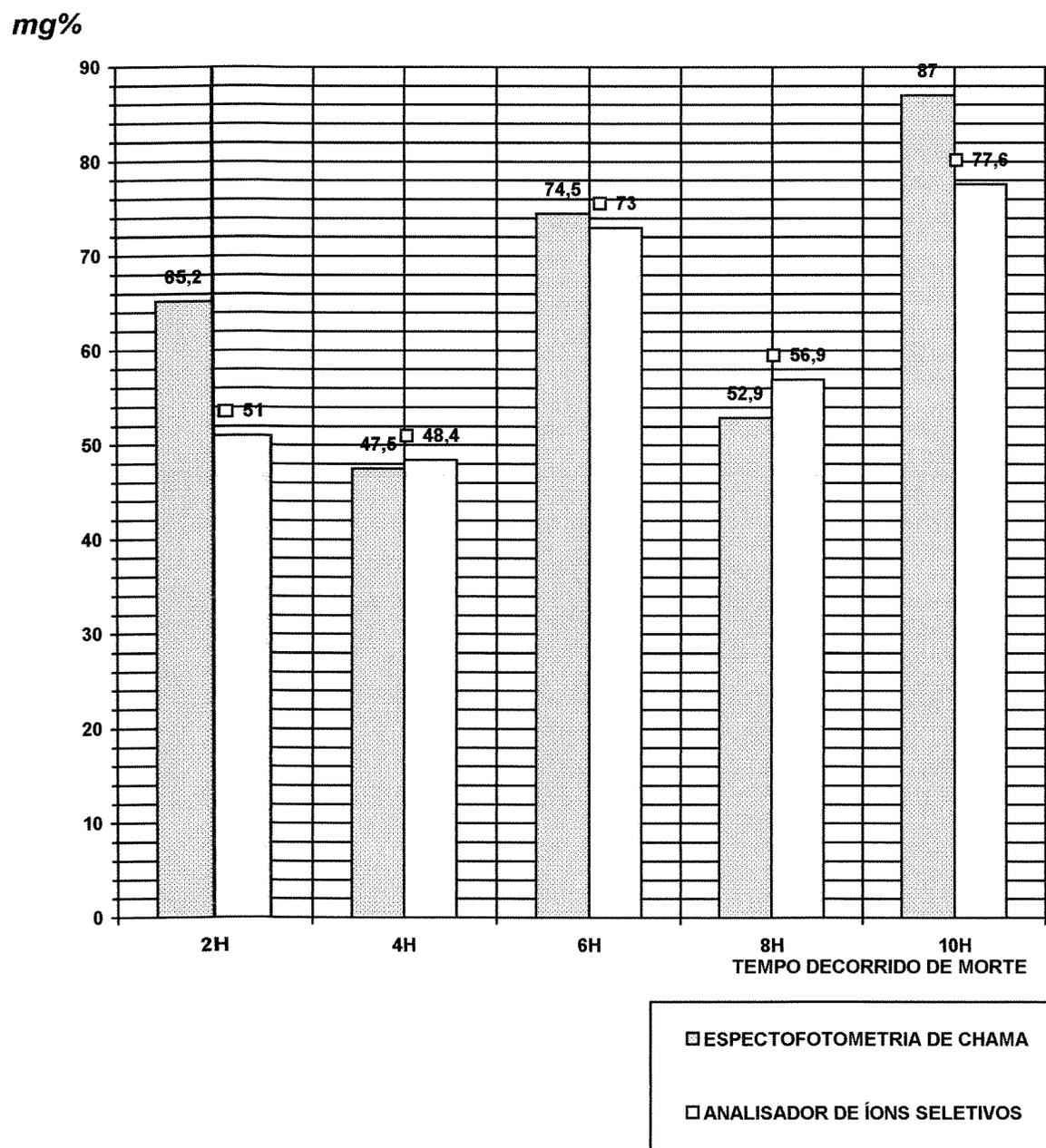


GRÁFICO 1:

VALORES MÉDIOS FINAIS DA FOTOMETRIA DE CHAMA

X

ANALISADOR DE ÍON-SELETIVO

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS POTÁSSIO POR ANALISADOR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
RESULTADOS OBTIDOS

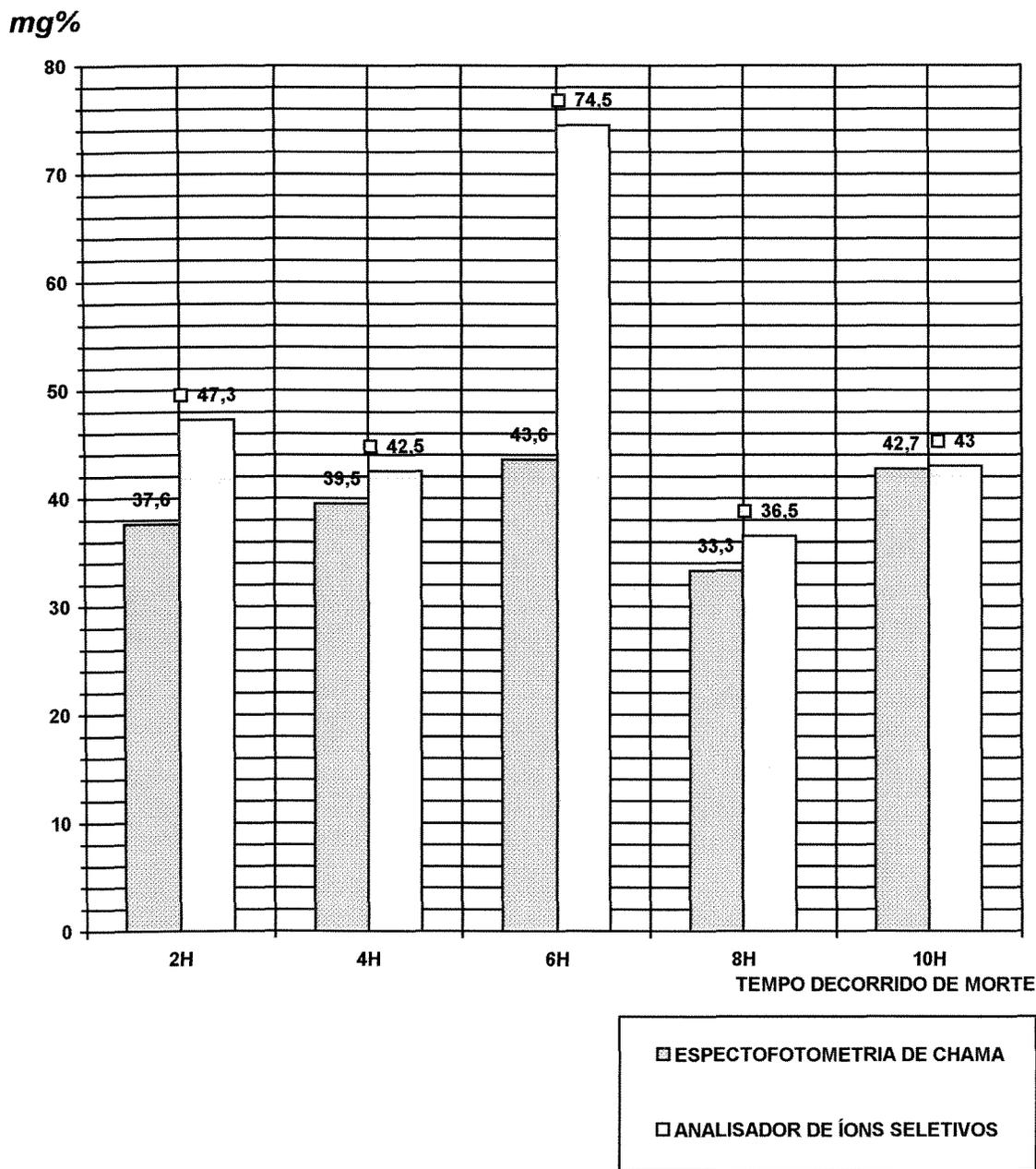


GRÁFICO 2:

VALORES MÉDIOS INICIAIS DA FOTOMETRIA DE CHAMA

X

ANALISADOR DE ÍON SELETIVO

RESULTADOS OBTIDOS

Os dados obtidos revelam que houve aumento no teor de potássio com o decorrer do tempo, tendo em vista os valores médios iniciais e após 2 horas, 4 horas, 6 horas, 8 horas e 10 horas (vide grades I,II,III,IV e V expostas da pág. 36 à pág. 40 .

Verificamos também que os valores médios iniciais foram mais elevados quando obtidos pelo analisador íon-seletivo do que pelo fotômetro de chama e que os valores médios finais tiveram variação pouco significativa (vide grade VI à pág. 41, gráfico 1 à pág. 42 e gráfico 2 à pág. 43).

ANÁLISES ESTATÍSTICAS EFETUADAS
(Vide Apêndice)

Após a compilação dos resultados obtidos, submetemos os dados obtidos à análise de dados que constou das seguintes técnicas estatísticas:

1. ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS: objetivaram descrever o conjunto de dados e subsidiar parâmetros para comparação de resultados. São elas: a média, desvio padrão, erro padrão da média, o intervalo de confiança e os valores mínimos e máximos da concentração de íon potássio.

2. ANÁLISE DE VARIÂNCIA: objetivou determinar os fatores que afetaram o aumento de potássio no vítreo; no caso, o tempo decorrido de morte, foi o fator encontrado como explicação.

RESULTADOS OBTIDOS

3. ESTUDO DE REGRESSÃO LINEAR: Objetivou o desenvolvimento de um método (equação), para se estimar o tempo decorrido após a morte através dos teores de potássio no vítreo.

*DISCUSSÃO DE
RESULTADOS*

DISCUSSÃO DE RESULTADOS

O estudo de concentração de íons-potássio no humor vítreo vem sendo efetuado por diversos autores, tendo destaque os trabalhos pioneiros de JAFFE (1962) e SHLEYER (1963) que enfatizaram as vantagens de utilização do humor vítreo, em relação aos demais fluídos do organismo.

A relação entre o tempo decorrido de morte e o aumento da concentração de potássio no humor vítreo tem sido aritmética para alguns autores, inexistente para outros, exponencial para outros, sendo que para a maioria dos autores esta relação é linear.

Há necessidade de se considerar que principalmente após longos intervalos pós-mortem os resultados são muito variáveis, portanto a utilização deste método tem muitas controvérsias e tem sido avaliado com reservas.

Existe na verdade, grandes variações de resultados e considera-se que o tipo de morte (subita ou agônica) bem como a duração do

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
DISCUSSÃO DE RESULTADOS

episódio terminal, têm grande influência nestes resultados segundo
▼ADELSON et al. (1963).

Assim sendo, várias situações podem ter influência sobre os resultados finais, quais sejam:

- 1) duração do episódio terminal (período entre o início do óbito e seu término).
- 2) composição das amostras de em estudo (mortes súbitas, patológicas, etc...)
- 3) distúrbios hidroeletrólíticos prévios (indicados pelos níveis de uréia que é um indicador de distúrbio hidroeletrólítico prévio).
- 4) temperatura ambiente (variações podem alterar resultados).
- 5) estudos realizados com IPM diferentes.
- 6) idade (a concentração de potássio no vítreo aumenta mais rapidamente em crianças do que em adultos, possivelmente pelo menor diâmetro do globo ocular da criança).
- 7) álcool : possivelmente teria influência no momento da morte.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
DISCUSSÃO DE RESULTADOS

8) metodologia (instrumentos) para dosagem de íons potássio.

Este estudo, além de visar reduzir ou eliminar vários fatores que pudessem interferir nos resultados, tipo:

- 1) estudo em animais da mesma espécie, raça, idade, sexo.
- 2) mesmo mecanismo de morte: trauma crânio-encefálico.
- 3) técnica de coleta de humor vítreo padronizada e com utilização de materiais descartáveis e esterilizados.
- 4) padronização dos IPM analisados em 2, 4, 6, 8 e 10hs.
- 5) padronização de temperatura ambiente.
- 6) análise no mesmo aparelho - analisador íon seletivo e pelo mesmo operador.

Além disso, analisamos os resultados obtidos com técnicas diferentes: analisador íon-seletivo X fotometria de chama, dentro das mesmas pré-condições estabelecidas acima, com o objetivo de se avaliar possíveis resultados diferentes com relação ao tipo utilizado para a dosagem de potássio.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Os dados obtidos mostram que há aumento no teor de potássio com o decorrer do tempo e este aumento é estatisticamente significativo, sendo que os desvios padrão são bastante próximos entre si.

A análise de variância, que procura fornecer indícios da validade da utilização de fator tempo na explicação da variação de concentração de íon potássio, informou-nos que este fator foi estatisticamente significativo para explicar as diferenças de concentração $R^2 = 0,497524$, sendo que ficou demonstrado pelo valor de R^2 que cerca de 50% da variação de potássio pode ser atribuída ao tempo, ao passo que 50% da variação tem causa não identificada no modelo. É um valor razoável, desde que se leve em conta a natureza biológica dos dados.

O estudo da regressão linear permitiu estabelecer uma equação para determinar o tempo decorrido de morte, sendo esta:

$$y = 0,1002 \cdot x + 4.1155$$

y = tempo

x = concentração de potássio [K⁺]

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Para esta equação, o $R^2 = 0,3819$ e o valor deste, nos dá indícios de que se trata de uma estimativa estatisticamente significativa.

Comparando-se os valores obtidos neste estudo, com os obtidos pela fotometria de chama, em condições semelhantes por Gaiotto, P. (1997), encontramos que os valores iniciais em todos os grupos (2, 4, 6, 8 e 10hs), foram mais elevados quando obtidos no analisador íon seletivo, sendo que o valor médio obtido pela fotometria de chama foi 38,14 mg% e pelo analisador íon-seletivo 42,58 mg%. Observamos adicionalmente que os valores finais, tiveram variação pouco significativa, sendo em termos médios 65,42 mg% na fotometria de chama e 61,38 mg% no analisador íon-seletivo, que permite inferir que a análise íon-seletiva é mais específica e mais acurada tendo em vista os valores iniciais e a análise estatística com valores de R^2 mais elevados e que possivelmente fatores biológicos modificam os resultados subseqüentes, não podendo no entanto serem mensuráveis no modelo utilizado.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A técnica utilizada neste estudo pode ser facilmente executada pelo Médico-legista ou outro profissional na função de perito.

O método usado para dosagem de potássio, analisador íon-seletivo, vem sendo gradativamente utilizado em laboratórios de Análises Clínicas, portanto de fácil acesso e economicamente viável.

O globo ocular por suas características de resistência mais prolongada à contaminação de microorganismos da degradação bacteriana tem grande validade nos casos de condições adversas de encontro de cadáveres, inclusive nos casos de encontro somente do segmento cefálico, conforme demonstrado neste estudo.

A técnica de retirada do humor vítreo é esteticamente adequada, não promovendo mutilações ou deformações indesejáveis ao corpo a ser velado.

Finalizando, acreditamos que a dosagem de íons no humor vítreo, especialmente o íon potássio, aplicada a um conjunto de métodos e técnicas, inclusive com outros íons e líquidos biológicos sendo

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
DISCUSSÃO DE RESULTADOS

analisados, além de outros indicadores, contribuirá significativamente para uma estimativa mais precisa do tempo decorrido de morte.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
CONCLUSÕES

CONCLUSÕES

CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento deste estudo, obtivemos a conclusão que a estimativa do tempo decorrido de morte através da determinação da concentração do íon potássio no humor vítreo de coelhos pelo analisador íon seletivo propiciou uma técnica de estimativa objetiva, e de utilidade junto às técnicas subjetivas de rotina, que é mais seletiva e que tem mais acuracidade que a fotometria de chama (R^2 mais elevado) e que poderá eventualmente tornar-se mais precisa, como técnica de Cronotanatognose.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*REFERÊNCIAS
BIBLIOGRÁFICAS*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. ADELSON, L. et al. Vitreous potassium concentration as an indicator of the postmortem interval. **J. forens. Sci. 8**: 503-14, 1963.
2. ADJUDANTIS, G. & COUTSELINIS, A. Estimation of the time of death by potassium levels in the vitreous humor. **Forens. Sci. int., 1**: 55-60, 1972.
3. ARBENS, G.O. Medicina legal e antropologia forense. Atheneu, 1988. p.389-405.
4. BALAZS, E.A. & DENLINGER, J.L. The vitreous. In: **IN THE EYE**. 3.ed. Herausgeber, Hugh Davson, 1984. v.1, p.533-89.
5. BENDER, G. **Principles of chemical instrumentation**. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1987.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6. BERMAN, E.R. & VOADEN, M. The vitreous body. In: GRAYMORE, C.N. ed. **Biochemistry of the eye**. London, Academic, 1970.
7. BITO, L.Z. Intraocular fluid dynamics. steady-state concentration gradients of magnesium, potassium and calcium in relation to the sites and mechanism of ocular cation transport processes. **Expl Eye Res.**, **10**: 102, 1970.
8. _____, L.Z. The physiology and pathophysiology of intraocular fluids. In: _____.; DAVSON, H.; FENSTERMACHER, J.D. eds. **The ocular and cerebrospinal fluids**. London, Academic, 1977. p.273-89.
9. _____. & DAVSON, H. Steady-state concentrations of potassium in the ocular fluids. **Expl Eye Res.**, **3**: 283, 1964.
10. BLUMENFELD, T.A. et al. Postmortem vitreous humor chemistry in sudden infant death syndrome and in the order causes of death in the childhood. **Am. J. clin. Path.**, **71**: 219-23, 1979.

* De acordo com a NB66, de 1978, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

11. BOTING, S.L.; CARAVAGGIO, L.L.; HAWKINS, N.M. Studies on sodium-potassium activated adenosine- triphosphatase. Its role in cation transport in the lens of cat, calf and rabbit. **Archs Biochem.**, **101**: 47, 1963.
12. BURINI, R.C. & CAMPANA, A.D. Padronização da metodologia para a análise do sódio e do potássio em soluções eletrolíticas semelhantes ao plasma, pela fotometria de chama. **Rev. Bras. Pes. Med. Biol.**, **3**: 25-36, 1970.
13. CASTREN & LAAMANEN. In: MADEA et al. **The estimation of the time since death in the early post-mortem period**. London, Arnold, 1996.
14. COE, J.I. **Definition and time of death: modern legal medicine psychiatry and forensic science**. Philadelphia, F.A. Davis, 1980.
15. _____, J.I. Postmortem biochemistry of blood and vitreous humor in pediatric practice. In: MASON, J.K. ed. **Pediatric forensic**

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- medicine and pathology.** London, Chapman & Hall, 1989.
p.191-203.
16. COE, J.I. Postmortem chemistries on blood with particular reference to urea nitrogen, electrolytes and bilirubin. **J. forens. Sci.**, **19**(1): 33-42, 1974.
17. _____. Postmortem chemistries on vitreous humor. **Am. J. Path.**, **51**: 741-50, 1969.
18. _____. Postmortem chemistry of blood, cerebrospinal fluid and vitreous humor. **Leg. Med. A.**, 53-91, 1976.
19. FARMER, J.G. et. al. Magnesium, potassium, sodium and calcium in post mortem vitreous humor from humans. **Forens. Sci. int.**, **27**: 1-13, 1985.
20. FOERCH, J.S.; FORMAN, D.T.; VYE, M.V. Measurement of potassium in vitreous humor as an indication of the potassium in vitreous humor as an indication of the postmortem interval. **Am. J. Clin. Path.**, **72**: 651-2, 1979.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

21. FORMAN, D.T. & BUTTS, J. Electrolytes of the vitreous humor as a measure of the postmortem interval. **Clin. Chem.**, **26**: 63, 1980.
22. FOWLKS, N.L. Meridional flow from the corona ciliaris through the peripheral zone of the rabbit vitreous. **Invest Ophthalmol.**, **2**: 63-71, 1963.
23. FRANÇA, G.V. **Medicina legal**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1977. p.255-64.
24. GAIOTTO, P.C. **Contribuição ao estudo da estimativa do tempo decorrido de morte através da dosagem de íons potássio no humor vítreo**. Piracicaba, 1997. 86p. [Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas].
25. GAMERO, J.J. et al. Incremento de la concentración de potasio en humor vítreo en función del tiempo postmortem. **Riv. ital. Med. leg.**, **12**: 789-801, 1990.

26. GREGORI, Z. et al. The amount of potassium and calcium in the vitreous body relation to the time of death. **Soudní Lék**, **23**(1): 1-7, 1978.
27. HANSSON, L.M.A. et al. Potassium content of the vitreous body as an aid in determining the time of death. **J. forens. Sci.**, **11**: 390-94, 1996.
28. HARPER, D.R. A comparative study of the microbiological contamination of post-mortem blood and vitreous humor samples taken for ethanol determination. **Forens. Sci. int.**, **43**: 37-44, 1989.
29. HONDA, Y.; NEGI, A.; KAWANO, S. Mode of ion movements into vitreous. **Archs Ophthalmol.**, **101**: 105-11, 1983.
30. HUGHES, W. Levels of potassium in the vitreous humor after death. **Med Sci. Law**, **150**: 150-6, 1965.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

31. JAFFE, F.A. Chemical post-mortem changes in the intra-ocular fluid.
J. forens. Sci. 7: 231-7, 1962.
32. KOMURA & OSHIRO, S. Potassium levels in the aqueous and vitreous humor after death. **Tohoku J. exp. Med., 122:** 65-8, 1977.
33. KRAUSE, D. et al. Die Bedeutung der Kaliumkonzentration im Glaskörper menschlicher Augen für die Todeszeitbestimmung.
Z. ärztl. Fortbild., 65(6): 345-8, 1971.
34. LEAHY, M.S. & FABER, R. Postmortem chemistry of human vitreous humour. **J. forens. Sci., 12:** 214-22, 1967.
35. LIE, J.T. Changes of potassium concentration in the vitreous humour after death. **Am. J. med. Sci., 254:** 136-43, 1967.
36. MADEA, B. et al. References for determining the time of death by potassium in vitreous humor. **Forens. Sci. int., 8:** 231-43, 1989.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

37. MARTCHENCO, H.P. Veränderungen des Kaliumgehaltes der Glaskörperflüssigkeit in Abhängigkeit von der Todeszeit. **Gerichtl. Med.**, **61**: 295, 1966.
38. MONTALO, B. et al. La determinazione della concentrazione del potassio nell'umor vitreo: verifica di un methodo strumentale tanatocronologico. **Riv. ital. med. leg.**, **11**: 180-99, 1989.
39. PRESTE, E. & TRAVERSO, G. Le variazioni di concentrazione del potassio e del rapporto $K^+ + Na^+/Ca^+$ nel vitreo del coniglio prima e dopo la morte. **Annali Ottal. Clin. ocul.**, **8**: 589-94, 1966.
40. REDDY, D.V.N. & KINSEY, V.E. Composition of vitreous humour in relation to that plasma and aqueous humors. **Archs Ophthal.**, **63**: 167, 715-20, 1960.
41. ROGNUM, T.O. et al. A new biochemical method for estimation of postmortem time. **Forens, Sci. int.**, **51**: 139-46, 1991.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

42. SCHLEYER, F. Determination of the time since death in the early postmortem interval. **Meth. forens. Sci.**, 2: 253-93, 1963.
43. SIMON, A.M. & ROYO, S.B. **Cirurgia del Vítreo**. Jims, 1982. p.13-36.
44. SPARKS D.L. et al. Comparison of chemical methods for determining the postmortem interval. **J. Forens Sci** 34: 197-206, 1989.
45. STURNER, M.Q. The vitreous humour: postmortem potassium changes. **Lancet**, 807-8, 1963.
46. TIETZ, N. W. (ed.) **Fundamentals of clinical chemistry**. 3.ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1987.
47. _____. (ed.) **Textbook of clinical chemistry**. Philadelphia W.B. Saunders Company, 1986.
48. WURSTER, U. & HOFFMANN, K. Glaskörper. In: HOCKWIN, O. ed. **Biochemie des Auges**. Stuttgart, Enk, 1985. p.100-34.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
APÊNDICE

APÊNDICE

RELATÓRIO DE ANÁLISE DE DADOS

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório objetiva apoiar a interpretação de resultados obtidos em um serviço de processamento de dados oriundos de pesquisa científica planejada e conduzida pelo pesquisador.

Não se objetiva o desenvolvimento de um texto que deva, em todo ou em parte, ser anexado ao trabalho científico, mas apenas apoiar a interpretação do relatório emitido pelo pacote computacional adotado no processamento de dados. Todos os cálculos foram efetuados através do sistema SAS.

2. TÉCNICAS ESTATÍSTICAS ADOTADAS

Foram aplicadas as técnicas estatísticas solicitadas pelo pesquisador as quais são listadas e comentadas em seguida.

2.1 PREPARAÇÃO DOS DADOS

O único método para preparação dos dados para posterior análise consistiu da subtração do valor observado no tempo 0 de cada animal. Com isso, os valores trabalhados correspondem à variação dos valores após a morte.

Aplicando-se esse método eliminou-se variações existentes nos animais antes da morte dos mesmos, controlando-se mais essa possível variação do acaso.

CÁLCULO DA DIFERENÇA

Os valores usados na análise correspondem à diferença entre os dados observados nos diversos tempos e os valores observados no momento da morte do animal.

$$\text{Diferença} = K^+_i - K^+_{oh} \quad (i = 2; 4; 6; 8; 10h)$$

2.2 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

Um primeiro grupo de estatísticas aplicadas objetivam descrever o conjunto de dados. A essas estatísticas dá-se o nome de "estatísticas descritivas". Sozinhas, elas não apoiam grandes conclusões, entretanto são úteis na caracterização do conjunto de dados.

Como estatísticas descritivas serão listadas a média, o desvio padrão, o erro padrão da média, o intervalo de confiança e os valores

mínimos e máximos da concentração do íon potássio $[K^+]$.

As estatísticas descritivas são particularmente úteis quando se necessita de um parâmetro para comparação de resultados. O uso das estatísticas descritivas garante um conjunto de medidas que permitem avaliar a repetibilidade do ensaio em outras situações.

2.3 ANÁLISE DE VARIÂNCIA

A análise de variância objetiva fornecer indícios da validade da utilização de um fator (tempo) na explicação da variação de uma variável dependente (Diferença no teor de Potássio). Através da análise de variância busca-se quantificar a probabilidade de errar ao rejeitar uma hipótese, a chamada hipótese de nulidade (H_0):

$$H_0: [K^+]_2 = [K^+]_4 = [K^+]_6 = [K^+]_8 = [K^+]_{10}$$

A hipótese de nulidade foi formulada "à priori" com explícito objetivo de ser rejeitada uma vez que sua aceitação não nos fornecem

APÊNDICE

indícios que permitam concluir que há diferença entre as médias verdadeiras de potássio nos diversos tempos avaliados o que é matematicamente expresso através da hipótese alternativa:

$$H_a: [K^+]_i \neq [K^+]_j (i \neq j)$$

A rejeição da hipótese de nulidade e conseqüente aceitação da hipótese alternativa permite que se conclua que há diferença entre pelo menos duas dentre as médias de potássio estudadas, entretanto, através da análise de variância não permite concluir quais são os tempos nos quais as médias diferem entre si. Sendo assim, se houver indícios para rejeição de H_0 será efetuado um teste de Tukey para comparações múltiplas de médias.

Antes, todavia, da análise de variância será efetuado um estudo de suposições no qual procura-se indícios da validade da aplicação da técnica no conjunto de dados.

2.4 ESTUDO DE REGRESSÃO LINEAR

O estudo de regressão linear objetiva o desenvolvimento de um método para se estimar o tempo decorrido após a morte através dos teores de potássio observado. A aplicação do método resultará em uma equação na qual pode-se substituir o teor determinado e obter uma estimativa do tempo pós-morte.

3. RESULTADOS

3.1 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

A Tabela 1 reúne as estatísticas descritivas selecionadas para a análise. São listadas as estatísticas gerais (com base em todos os dados) e as estatísticas calculadas com os dados de cada um dos tempos analisados (2h, 4h, 6h, 8h e 10 h).

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
 POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
APÊNDICE

Tabela 1. Estatísticas descritivas calculadas com os teores de potássio

Tempo	N Obs	Desvio		Erro	Intervalo de		Mínimo	Máximo
		Média	Padrão		Inferior	Superior		
Geral	40	18.800	17.660	2.792	13.152	24.448	-17.600	65.200
2	8	3.750	16.001	5.657	-9.627	17.127	-17.600	24.400
4	8	5.900	11.021	3.896	-3.313	15.113	-13.600	20.800
6	8	29.350	11.927	4.217	19.379	39.321	13.600	48.800
8	8	20.400	11.208	3.963	11.030	29.770	0.000	33.200
10	8	34.600	15.090	5.335	21.985	47.215	13.200	65.200

Na Tabela 1 observa-se que há um aumento no teor de potássio de acordo com o passar do tempo, exceto quando se observa a variação do tempo 6 para o tempo 8 quando há um decréscimo.

Os desvios padrão são bastante próximos entre si. Observa-se que não há uma diferença nem de 2x entre o menor e o maior desvio observados respectivamente no tempo de 4h e 2h.

Através dos limites do intervalo de confiança estima-se que as médias verdadeiras ou populacionais estejam dentro desse limite com 95% de probabilidade.

Foram, também, incluídos os valores mínimos e máximos de

cada grupo.

3.2 ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Preliminarmente à análise de variância é efetuado um estudo de suposições que objetiva determinar se os dados podem ser submetidos a essa importante ferramenta de análise de dados. Objetiva-se verificar se a variável de resposta (concentração de potássio) tem escala adequada, se há problemas de delineamento, se há homogeneidade de variâncias, ausência de "outliers" (valores discrepantes) e de valores excessivamente influentes.

Através da análise pode-se antever ou até corrigir possíveis problemas para a análise de variância.

O quadro com o estudo de suposições é apresentado em seguida:

APÊNDICE

C.OSMAR

OBSERVATIONS (N=40): all

ANALYSIS: One-way ANOVA

RESPONSE: DIF

FACTORS: TEMPO

CLASSES: TEMPO

USER-EXCLUDED OBSERVATIONS: none

ASSUMPTIONS VIOLATED:

Response scaling

Observamos que há indícios de que a escala da variável de resposta não é adequada. Essa suposição pode ser corrigida através de uma transformação de dados e a correção adequada pode ser obtida simplesmente somando-se uma constante que transforme todos os dados em valores positivos, entretanto, não se recomenda tal transformação porque não obter-se-á resultados compatíveis com as medidas observadas no ensaio.

O quadro de análise de variância é listado na tabela 2.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
 POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
APÊNDICE

Tabela 2. Quadro de análise de variância

Causa de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	Valor F	Prob > F
Tempo	4	6051.32000 000	1512.83000 000	8.66	0.0001
Resíduo	35	6111.56000 000	174.616000 00		
Total Corrigido	39	12162.8800 0000			
R-Quadrado: 0.497524			C.V.:70.28848		

Através do quadro de análise de variância concluímos que há fortes indícios para a rejeição da hipótese de nulidade, ou seja, há fortes indícios de que há diferença entre as médias verdadeiras de teor de potássio nos diferentes tempos.

O valor rotulado como Prob > F nos dá indícios de que há menos de 1% de probabilidade de erro no caso de se optar pela rejeição de H_0 .

O valor de R^2 nos informa que cerca de 50% da variação no teor de K^+ pode ser atribuído ao tempo ao passo que 50% da variação tem causa não identificada no modelo. É um valor razoável desde que se

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
APÊNDICE

leve em conta a natureza biológica dos dados.

O valor do coeficiente de variação (C.V.) igual a 70,28 informa que há uma grande variabilidade dos dados em torno da média o que pode atrapalhar o procedimento de identificação de médias que diferem entre si o que é feito, em seguida, através do teste de Tukey.

O resultado é listado na Tabela 3.

Tabela 3. Teste de Tukey

Grupos de Turkey		Média	Tempo
	A	34.600	10
	A	29.350	6
B	A	20.400	8
B		5.900	4
B		3.750	2

Média com a mesma letra não são significativamente diferentes entre si.

Alfa = 0.05 GL = 35 QMR = 174.616

Valor crítico da Amplitude Estudentizada = 4.066

Diferença mínima significativa = 18.996

Pelo teste de Tukey há indícios de que as médias verdadeiras da concentração de potássio observado às 2 e 4h após a morte dos animais são diferentes das médias observadas 6 e 10 horas após a morte dos animais.

Não há indícios para se afirmar que existem diferenças entre às médias observadas 2 e 4h após a morte, nem entre as médias obtidas 6 e 10h após a morte dos animais. A média observada 8h após à morte não difere de nenhuma das outras médias.

3.3 REGRESSÃO LINEAR

O estudo de regressão objetiva estabelecer uma equação matemática, a qual pode ser usada na estimativa do tempo pós-morte através dos teores de K^+ . Antes do estudo de regressão é importante a elaboração de um estudo de suposições que é listado em seguida:

APÊNDICE

C.OSMAR

OBSERVATIONS (N=40): all

ANALYSIS: Simple linear regression

RESPONSE: TEMPO

FACTORS: DIF

MODEL: Linear

USER-EXCLUDED OBSERVATIONS: none

ASSUMPTIONS VIOLATED: none

É importante ressaltar que o estudo de suposições não revelou qualquer violação o que garante a adequação dos dados para o estudo de regressão.

A Tabela 4 traz o quadro de análise de variância do modelo de regressão.

Tabela 4. Quadro de análise de variância para o modelo de regressão

Causa de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	Valor F	Prob > F
Modelo	1	122,2	122,2	23,48	0,0000
Resíduo	38	197,8	5,205		
Total Corrigido	39	320,0			

R-Quadrado: 0,3819 C.V.: 38,024

Essa análise é usada para detectar se o efeito do modelo no valor

estimado do tempo é significativamente maior que o efeito do acaso. No quadro há indícios de que o teor de potássio afeta significativamente a estimativa do valor do tempo pós-morte.

O passo seguinte é o estudo dos parâmetros estimados para o modelo de regressão linear adotado para esse estudo:

$$y = a + b \cdot x$$

De acordo com o modelo adotado temos uma variável aleatória contínua dependente (y) que em nosso caso específico é o tempo pós-morte. Espera-se que o valor de tempo tem efeito de uma outra variável contínua chamada de preditora (x) que nesse caso representa o teor de K^+ .

Temos então, a seguinte equação:

$$\text{tempo} = a + b \cdot \text{concentração de íon } K^+$$

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS
POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
APÊNDICE

Os valores de a e b são chamados de parâmetros estimados e são apresentados e testados na Tabela 5.

Tabela 5. Parâmetros estimados e teste pertinente.

Termo	GL	Parâmetros Estimados	Erro Padrão	T	Prob > T
INTERCEPT	1	4,115	0,530	7,759	0,0000
O (a)					
[K ⁺] (b)	1	0,100	0,0207	4,846	0,0000

Através do quadro anterior temos indícios de que os dois parâmetros são significativamente diferentes de 0 e isso é uma evidência de que o parâmetro afeta significativamente a variável dependente.

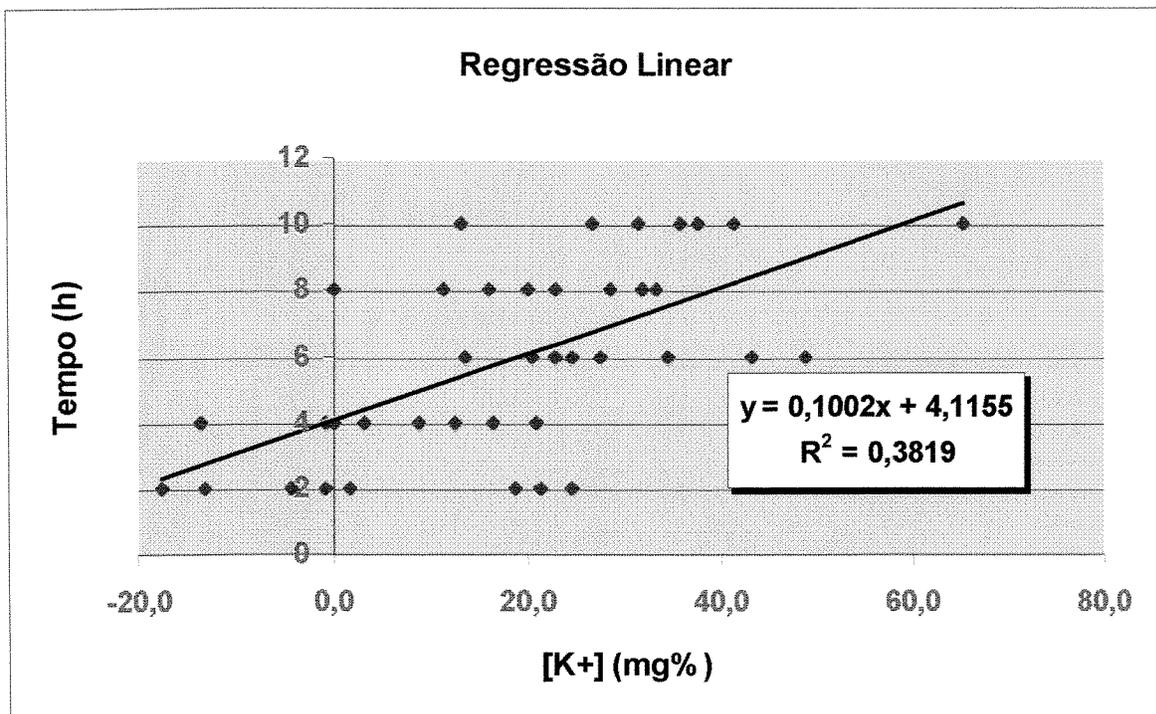
A equação resultante do estudo é a seguinte:

$$\text{tempo} = 4,1155 + 0,1002 \cdot \text{concentração de íon } K^+ (R^2: 38,19\%)$$

A equação pode ser observada na figura 1 apresentada em seguida.

CONTRIBUIÇÃO À ESTIMATIVA DA CRONOTANATOLOGIA ATRAVÉS DA DOSAGEM DE ÍONS POTÁSSIO POR ÍON-SELETIVO NO HUMOR VÍTREO
APÊNDICE

Tabela 6



Há fortes indícios de que a concentração de potássio aumenta após a morte e a estimativa pode ser feita através da equação.