

Tab. 1 TABELA SUDECAP

t (min)	PRECIPITAÇÃO (mm/h)		
	T=10 anos	T=25 anos	T=50 anos
5	198,00	224,40	237,60
6	188,13	213,13	226,25
7	179,46	202,48	215,44
8	170,79	191,83	204,63
9	162,13	181,17	193,81
10	155,00	173,74	187,00
11	148,50	166,31	179,99
12	142,00	158,88	172,98
13	137,00	153,09	167,25
14	132,00	148,30	161,52
15	127,00	143,50	155,80
16	122,98	140,17	151,25
17	118,96	136,84	146,98
18	114,92	133,50	143,00
19	112,46	130,37	140,25
20	110,00	127,24	137,45
21	107,66	124,11	134,40
22	105,35	121,84	132,09
23	102,74	119,57	129,79
24	100,73	117,30	126,86
25	95,50	114,91	122,34
26	93,80	112,52	120,10
27	92,10	110,13	118,05
28	89,90	108,25	115,95
29	87,70	106,38	113,85
30	85,50	104,50	111,75
31	82,98	102,30	109,78
32	80,46	100,10	107,81
33	77,94	97,90	105,84
34	76,42	95,70	103,87
35	75,44	93,50	101,90
36	74,19	91,58	99,93
37	72,94	89,66	97,96
38	71,69	87,74	95,99
39	70,44	85,82	94,02
40	69,20	83,91	92,07
41	68,28	82,37	90,72
42	67,36	80,83	89,37
43	66,44	79,29	88,02
44	65,52	77,75	86,67

t (min)	PRECIPITAÇÃO (mm/h)		
	T=10 anos	T=25 anos	T=50 anos
45	63,70	76,21	85,33
46	63,07	74,99	84,14
47	62,39	73,77	82,95
48	61,71	72,55	81,75
49	61,03	71,33	80,57
50	59,60	70,11	79,40
51	58,97	69,04	78,39
52	58,34	67,97	77,38
53	57,71	66,90	76,37
54	57,08	65,83	75,36
55	55,82	64,74	74,33
56	55,27	63,69	72,83
57	54,72	62,64	71,68
58	54,17	61,59	70,53
59	53,62	60,54	69,38
60	52,50	59,50	68,60
61	52,08	58,91	67,88
62	51,66	58,32	67,26
63	51,24	57,73	66,64
64	50,82	57,14	66,04
65	50,00	56,55	65,00
66	49,25	55,96	64,14
67	48,80	55,47	63,51
68	48,35	54,98	62,88
69	47,50	54,49	62,25
70	47,00	54,00	61,63
71	46,78	53,05	61,18
72	46,56	53,02	60,74
73	46,16	52,62	60,24
74	45,76	52,21	59,74
75	45,35	51,80	59,25
76	44,99	51,39	58,79
77	44,65	50,98	58,33
78	43,75	50,22	57,19
79	43,22	49,87	56,51
80	43,22	49,87	55,92
81	42,75	49,52	55,47
82	42,28	49,17	54,95
83	41,81	48,82	54,43
84	41,34	48,47	54,11

Tab. 1 (continuação) T A B E L A S U D E C A P

t (min)	PRECIPITAÇÃO (mm/h)		
	T=10 anos	T=25 anos	T=50 anos
85	41,86	48,17	54,11
86	41,61	47,87	53,79
87	41,36	47,57	53,47
88	41,11	47,27	53,15
89	40,86	46,97	52,83
90	40,60	46,67	52,50
91	40,28	46,32	52,27
92	39,96	45,97	52,04
93	39,64	45,62	51,81
94	39,32	45,27	51,58
95	39,00	44,92	51,37
96	38,73	44,57	50,87
97	38,55	44,26	50,58
98	38,37	43,95	50,29
99	38,19	43,64	50,00
100	38,00	43,33	49,71
101	37,51	43,02	49,10
102	37,02	42,71	48,50

t (min)	PRECIPITAÇÃO (mm/h)		
	T=10 anos	T=25 anos	T=50 anos
103	37,01	42,52	48,17
104	37,00	42,33	47,84
105	36,98	42,14	47,50
106	36,73	41,95	47,17
107	36,48	41,76	46,84
108	36,23	41,57	46,50
109	36,12	41,40	46,35
110	36,00	41,23	46,20
111	35,87	41,06	46,05
112	35,74	40,89	45,90
113	35,61	40,72	45,75
114	35,50	40,55	45,60
115	35,43	40,39	45,00
116	35,34	40,23	44,81
117	35,26	40,07	44,62
118	35,18	39,91	44,43
119	35,10	39,75	44,24
120	35,00	39,59	44,07

TABELA 2 - DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA

DURAÇÃO (h)	α	β	γ	FATOR DE PROBABILIDADE (K)			Y	PRECIPITAÇÃO - P (mm)			INTENSIDADE - I (mm/h)		
				T = 1 ano	T = 10 anos	T = 25 anos		T = 1 ano	T = 10 anos	T = 25 anos	T = 1 ano	T = 10 anos	T = 25 anos
0,0833	0,108	0,120	0,25	1,000	1,498	1,683	11,122	16,661	18,718	133,47	200,01	224,71	
0,2500	0,122	0,120	0,25	1,000	1,547	1,760	20,382	31,531	35,872	81,53	126,12	143,49	
0,5000	0,138	0,120	0,25	1,000	1,605	1,853	27,376	43,939	50,728	54,75	87,88	101,46	
1,0000	0,156	0,040	0,25	1,000	1,508	1,750	34,978	52,747	61,212	34,98	52,75	61,21	
2,0000	0,166	0,040	0,25	1,000	1,544	1,808	43,132	66,596	77,983	21,57	33,30	38,99	
4,0000	0,174	0,040	0,25	1,000	1,572	1,855	52,021	81,777	96,499	13,01	20,44	29,13	
8,0000	0,176	0,040	0,25	1,000	1,579	1,867	62,177	98,178	116,085	7,77	12,27	14,51	
14,0000	0,174	0,040	0,25	1,000	1,572	1,855	72,066	113,288	133,682	5,15	8,09	9,55	
24,0000	0,170	0,040	0,25	1,000	1,558	1,831	84,136	131,084	154,053	3,51	5,46	6,42	
48,0000	0,166	0,040	0,25	1,000	1,544	1,808	106,351	164,206	192,283	2,22	3,42	4,01	
72,0000	0,160	0,040	0,25	1,000	1,522	1,773	125,325	190,745	222,201	1,74	2,65	3,09	
96,0000	0,156	0,040	0,25	1,000	1,508	1,750	142,972	215,602	250,201	1,49	2,25	2,61	
144,0000	0,152	0,040	0,25	1,000	1,495	1,728	176,348	263,640	304,729	1,23	1,83	2,12	

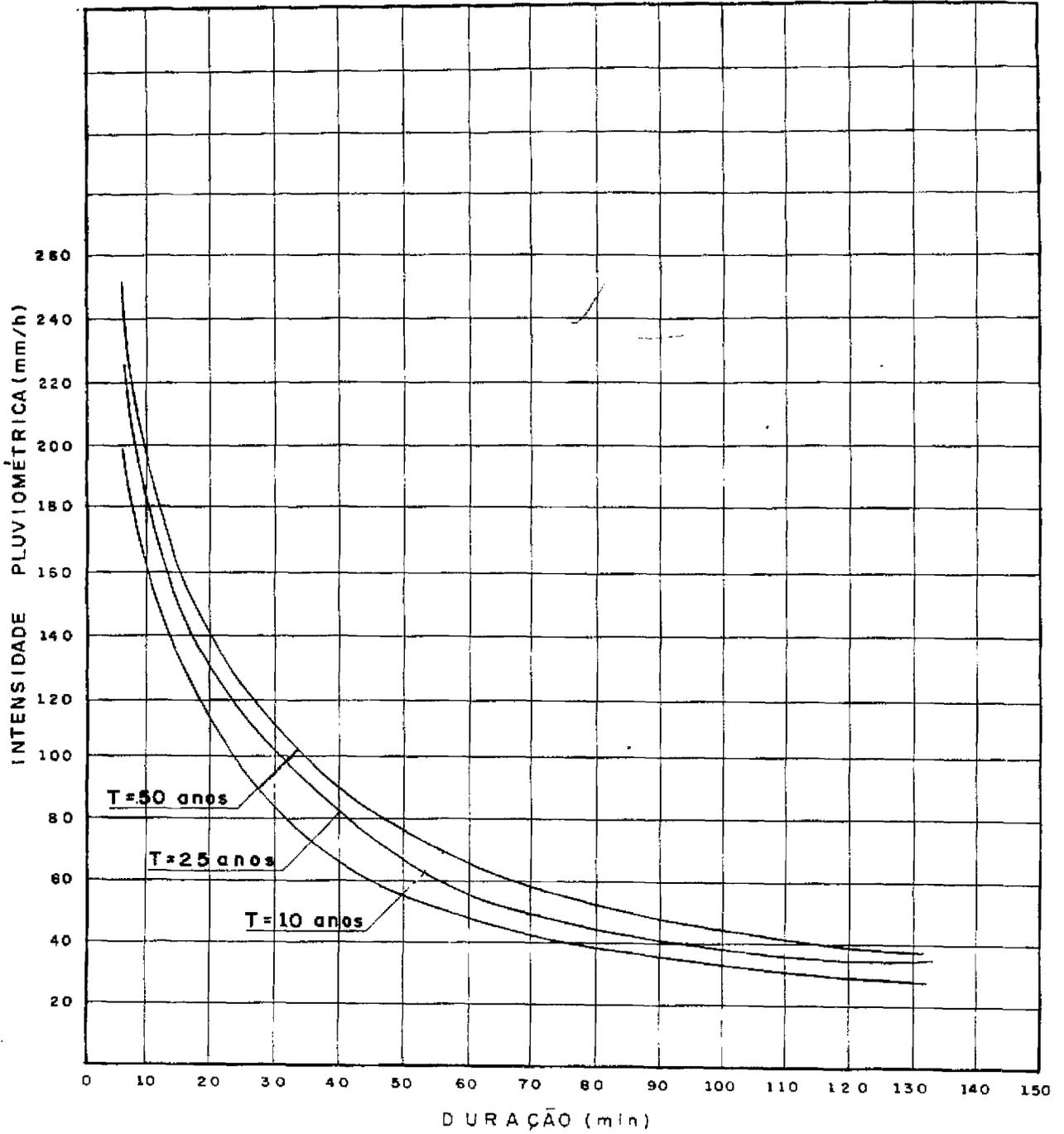


Fig. 24 - Curva Intensidade / Duração para Belo Horizonte

Fig. 25 -CAPACIDADE DE DRENAGEM DAS SARJETAS

DECLIVIDADE (m/m)	VAZÃO (m ³ /s)	DECLIVIDADE (m/m)	VAZÃO (m ³ /s)
0,001	0,009	0,085	0,083
0,002	0,013	0,090	0,085
0,003	0,016	0,095	0,087
0,004	0,018	0,100	0,090
0,005	0,020	0,110	0,094
0,006	0,022	0,120	0,098
0,007	0,024	0,130	0,102
0,008	0,025	0,140	0,106
0,009	0,027	0,150	0,110
0,010	0,028	0,160	0,113
0,015	0,035	0,170	0,117
0,020	0,040	0,180	0,120
0,025	0,045	0,190	0,123
0,030	0,049	0,200	0,127
0,035	0,053	0,210	0,130
0,040	0,057	0,220	0,133
0,045	0,060	0,230	0,136
0,050	0,063	0,240	0,139
0,055	0,066	0,250	0,142
0,060	0,069	0,260	0,144
0,065	0,072	0,270	0,147
0,070	0,075	0,280	0,150
0,075	0,078	0,290	0,152
0,080	0,080	0,300	0,155

n = 0,015 para asfalto

n = 0,025 para calçamento poliédrico

devidamente projetadas, encontram-se em estágio avançado de construção. Essas, dentro de um planejamento aprovado por vários órgãos nacionais e internacionais, foram objeto de convênio com o BIRD e com os governos estadual e municipal, que assegura os recursos através de financiamentos já em curso. Trata-se, como foi exposto, do programa denominado PROSAM, com desenvolvimento total previsto para cinco anos.

Por outro lado, independente das obras em andamento, a infra-estrutura sanitária de Belo Horizonte é uma das melhores do país, assegurando cobertura invejável para cidades de seu porte, até mesmo em nível mundial. Neste sentido, vale recordar que o atendimento do sistema de abastecimento de água já ultrapassa a 95% da população e o esgotamento sanitário supera aos 80%. Especificamente em relação a esse último, as obras em curso englobam coletores e interceptores complementares – quase todos já concluídos embora ainda sem condições de operar-, além das estações depuradoras. Já no sistema de drenagem pluvial, constam do planejamento em curso os trechos finais da canalização do Arrudas e aqueles referentes à bacia do Onça.

Em paralelo, vale salientar também, que grande parte das obras do PROSAM, exatamente aquelas que representam suas últimas etapas, não são especificamente de natureza sanitária e sim de cunho mais ambiental. Englobam, como citado no item 3.1 deste trabalho, obras de tratamento urbanístico e de proteção ambiental, ou seja, exceto no que tange as estações depuradoras, o programa priorizou a conclusão das obras sanitárias, até mesmo porque, em termos do conjunto das obras, não haveria outro cronograma físico mais adequado.

Por fim, some-se ao exposto, um fato nem sempre devidamente considerado mas, pelo menos, de igual relevo. Todo esse patrimônio sanitário encontra-se entregue a dois órgãos da maior eficiência técnica. De um lado a SUDECAP, que coadjuvada pela Superintendência de Limpeza Urbana – SLU, mantém o sistema de drenagem pluvial, de outro a COPASA MG, responsável pelos serviços de água e de esgoto da Capital. Especificamente em relação a essa última empresa, basta lembrar que o Banco Mundial, há certo tempo, a considerou “empresa padrão para o Terceiro Mundo”.

5.2 Problemas enfrentados na infra-estrutura sanitária de Belo Horizonte

Face ao exposto, as eventuais repercussões de inundações e das chuvas intensas nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento de Belo Horizonte, não são similares às que ocorrem em outras cidades. Não são representadas por riscos de rupturas de barragens, adutoras ou emissários, alagamento de elevatórias, inadequação das estações de tratamento, ou por questões equivalentes.

Os problemas existentes nesse sentido localizam-se, especificamente, nas redes de distribuição de água e de coleta dos esgotos, bem como nas respectivas ligações prediais. E, o que é grave, não se evidenciam por efeitos visíveis, como vazamentos ou recalques da pavimentação, por exemplo, que embora acarretem prejuízos econômicos, podem ser policiados pela própria população.

As interferências das chuvas intensas e inundações na infra-estrutura sanitária de Belo Horizonte, produzem efeitos mais sutis. Poluem a água produzida com padrão internacional e, em consequência, comprometem a saúde pública. Em outras palavras, falseia o produto final dos esforços da COPASA MG, transformando seus sistemas apenas em obras

hidráulicas que “mascaram” falhas sanitárias.

Paradoxalmente, foi a natureza de tais interferências que tornou o caso de Belo Horizonte muito adequado aos estudos para os quais fomos contratados pela OPAS/OMS.

O referido “mascaramento” de problemas sanitários no bojo de aspectos hidráulicos, comprometendo a saúde pública é, sem sombra de dúvidas, um bom exemplo a ser divulgado por organizações que cuidam exatamente da saúde pública

5.3 Identificação dos problemas

A percepção e sobretudo a mensuração dos referidos problemas sanitários ocorreu há pouco tempo. Vale lembrar que a COPASA MG, à semelhança das demais concessionárias estaduais, padece de uma deformação criada pelo extinto Banco Nacional da Habitação – BNH. Essa instituição, responsável pela gestão do saneamento no Brasil até 1986, por ser um Banco, durante toda sua existência, centrou a questão do saneamento em índices financeiros. Os juros, a correção monetária e o capital a ser ressarcido, passaram a ser as premissas condicionantes da questão. Todo o setor do saneamento foi então distorcido. Os índices bioestatísticos, tais como a mortalidade geral, a mortalidade infantil, a morbidade e a letalidade, ficaram no esquecimento, divorciando o saneamento da saúde pública. Deste modo, o fator benefício/custo deixou de considerar a qualidade de vida das populações, para só mensurar os custos das tubulações, da alvenaria e do concreto.

Obviamente, nesse contexto, a exclusão também foi daqueles dotados de menor poder de barganha. Novamente, os pobres do campo e das cidades.

Entretanto, tão ruim quanto isso, foi a deseducação das comunidades. O saneamento além de ser visto só pela metade – apenas como serviços de água e de esgotos – passou a ser identificado mais com o conforto ambiental do que como uma ação de saúde. Tornou-se assim palatável, por exemplo, excluir dos benefícios sanitários as zonas de urbanização precária, sem quaisquer esforços de tecnologia apropriada para atendê-las. Tornou-se também compreensível, em alguns casos, a adoção de um saneamento de segunda qualidade, onde os sistemas abastecedores dispensavam o controle da qualidade da água ou, até mesmo, o seu tratamento. Impôs também, muito de acordo com o autoritarismo de regime então vigente, a ditadura daqueles que controlavam os recursos financeiros. Assim, prevaleceram, em certos casos, interesses pessoais ou da política imediatista. Por fim, a tecnologia e a técnica, também cederam lugar às decisões de ocasião. Basta lembrar que, no bojo de cada empréstimo, embutia-se um percentual, geralmente de 10 a 15%, para administração do mesmo. Em vista disso, muitas vezes optou-se por soluções de maior custo, a fim de viabilizar a administração das concessionárias via recursos do próprio empréstimo. Dessa forma, o caminho do menor esforço sacrificou a tecnologia apropriada.

Como produto final dessa época restam, ainda hoje, sistemas de operação questionável e o ranço de um raciocínio que desconhece a saúde pública

Nesse sentido, basta que observemos o marketing atual das concessionárias estaduais. Ele se alicerça na eficiência das empresas, na gestão de seus sistemas, na qualidade de seus funcionários e em muitas outras de suas virtudes. Entretanto, possuem ainda uma visão limitada de seu produto final. Falam apenas em água tratada, esgoto coletado, tubulações assentadas e obras concluídas. Não alcançam porém, salvo honrosas exceções, o verdadeiro

objetivo de sua razão de existir: a saúde pública. Permanecem desconhecendo os índices da bioestatística, embora já não se prendam apenas àqueles de natureza financeira. Ficaram, porém, no meio do caminho, ficaram nos índices da construção civil!

Especificamente em relação à COPASA MG, face ao exposto, só com a realização de recentes pesquisas, nas quais participaram intensamente, alguns integrantes do excelente quadro técnico da concessionária, as questões sanitárias abordadas nesse estudo da OPAS/OMS, foram identificadas e estatisticamente avaliadas.

No bojo de alguns esforços realizados nesse sentido, destacam-se as seguintes pesquisas tecnológicas.

- Aspectos da Deterioração da Qualidade da Água Entre a Distribuição Final e o Consumo⁽³⁰⁾.
- Associação das Ocorrências de Coliformes a Parâmetros do Controle da Qualidade das Água Distribuída em Belo Horizonte – MG⁽³⁾.
- Occurrence of Cliforms in Drinking Water Associated with Water Quality Parâmetros – Belo Horizonte – Brasil⁽⁵⁾.
- Ocorrência de Coliformes Associada a Parâmetros do Controle de Qualidade da Água Distribuída em Belo Horizonte-MG⁽⁴⁾.
- Deterioração da Qualidade da Água Distribuída: O Caso de Belo Horizonte⁽³¹⁾.

As duas primeiras pesquisas são as teses de mestrado, respectivamente da Eng^a Maria Cristina A. C. Schembri e do Biólogo Daniel Adolpho Cerqueira. As três restantes foram desenvolvidas como decorrência das referidas teses, para fins de exposição em congressos técnicos, um dos quais na Inglaterra.

Nossa percepção das interferências sanitárias em exame ocorreu porque, de certa forma, participamos dessas pesquisas. No caso das teses, como professor orientador, nos trabalhos de congresso, como co-autor.

5.4 Análise das pesquisas tecnológicas citadas

Nesse item serão transcritos alguns dos aspectos mais marcantes das pesquisas citadas a fim de fundamentar, quer a perfeita compreensão dos problemas sanitários encontrados, quer a conclusão do trabalho que desenvolvemos para a OPAS/OMS, sobretudo o preenchimento das guias do CEPIS.

Optamos por transcrever e não por adaptar trechos das pesquisas, não só para preservar a autenticidade de trabalhos científicos mas, também, para valorizar os esforços dos profissionais neles envolvidos.

5.4.1 Ocorrência de coliformes na água distribuída em Belo Horizonte

a- Resumo das pesquisas ^{(3) (4) (5)}

Os dados analíticos de controle da qualidade da água distribuída pela COPASA MG, para Belo Horizonte, no período de janeiro de 1990 a setembro de 1994, foram analisados em seus aspectos bacteriológicos – coliformes e contagem de heterótrofos; físicos - turbidez, pH e temperatura da amostra – e químico – cloro residual. Às ocorrências de coliformes foram

associados esses parâmetros e os fatores – sazonalidade, presença de rede de esgoto e localização do ponto de coleta na rede. Com 5.563 amostras coletadas nesse período, esses parâmetros foram, inicialmente, caracterizados através de suas médias, medianas e variabilidades. As frequências de ocorrências de coliformes foram avaliadas em função das frequências e variações dos parâmetros e das frequências dos fatores considerados. O percentual de 4,4% observado para as ocorrências de coliformes nesse período esteve abaixo do limite máximo permitido pela Portaria nº 36 – GM – do Ministério da Saúde, que é de 5%. O cloro residual variou entre 0,0 a 2,4 mg/l, com média de 0,87 e mediana de 0,90 mg/l; a turbidez variou entre 0,10 e 30,0 UNT, com média de 0,68 e mediana de 0,36 UNT; o pH variou entre 6,20 a 9,50, com média de 7,99 e mediana de 8,00; a temperatura da amostra esteve entre 14 e 34 °C, com média de 22,87 °C e mediana de 23,00 °C. A contagem de heterótofos em placa – CHP – apresentou variação entre 0,00 e 880,00 UFC/mlm com média de 6,84 UFC/ml. A mediana ficou em 1,00 UFC/ml para as amostras com coliformes e 0,00 UFC/ml para as amostras sem coliformes.

Esses parâmetros foram avaliados em diferentes níveis para se obter aquele mais significativo em relação às ocorrências de coliformes. Os parâmetros turbidez e pH não apresentaram qualquer dependência, estatisticamente confirmada, à frequência de ocorrências de coliformes. O fator localização do ponto de coleta na rede apresentou relação de dependência com a ocorrência de coliformes, que foi mais frequente naquelas amostras coletadas em pontas de rede. A existência de rede de esgoto no endereço do ponto de coleta foi condição predominante no universo amostral – 98,7% - e não apresentou diferença significativa às ocorrências de coliformes. Os meses de inverno apresentaram, significativamente, diferenças de ocorrências de coliformes em relação aos meses das demais estações, quando essa ocorrência foi maior.

A avaliação conjunta das probabilidades, obtidas de cada um dos fatores, foi analisada por regressão logística, definindo aqueles mais significativos: a localização do ponto de coleta na rede, a estação do ano – inverno ou as demais, o nível de cloro residual e a densidade de microrganismos heterotróficos. O parâmetro temperatura da amostra, embora apresentasse na faixa de 20 °C. dependência significativa às ocorrências de coliformes, não repetiu a mesma significância na análise de regressão.

Em síntese, na associação conjunta dos fatores mais significativos, uma amostra terá menor probabilidade de ocorrências de coliformes quando tiver sido coletada em ponto que não seja ponta de rede, no período de inverno, com nível de cloro residual superior a 1 mg/l e densidade de heterótofos – CHP – inferior a 10 UFC/ml.

b- Objetivos ⁽⁴⁾

- Associar alguns parâmetros do controle da qualidade da água distribuída através de suas frequências e níveis às ocorrências de coliformes
- Avaliar, em conjunto, as probabilidades obtidas da associação dos parâmetros e fatores mais significativos às ocorrências de coliformes
- Obter as condições de qualidade da água que determinam ocorrências de coliformes.

c- Metodologia ⁽⁴⁾

As amostras foram coletadas com frequência diária nos pontos da rede de distribuição de água de Belo Horizonte, segundo o plano de amostragem do Sistema Informatizado de Controle da Qualidade da Água – SICQA da COPASA MG

A amostragem e as análises foram processadas segundo os Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – APHA/AWWA/WEF – ed 18ª, sendo que as leituras de cloro e temperatura da amostra foram obtidas no momento da coleta.

Este trabalho utilizou dados de janeiro de 1990 a setembro de 1994, sendo selecionadas 5.563 amostras para os parâmetros – cloro residual, turbidez, pH, temperatura da amostra, contagem de heterótrofos e os fatores localização do ponto de coleta na rede, sazonalidade e existência de rede coletora de esgoto na edificação amostrada.

Os parâmetros foram associados às ocorrências de coliformes em função de suas médias, medianas e em diferentes pontos de corte, enquanto os fatores foram avaliados em suas respectivas frequências.

Os dados analíticos foram tratados estatisticamente e avaliados em sua distribuição pelo teste de Kruskal-Wallis, na significância pelo teste do χ^2 e em análise conjunta pela regressão logística com método de seleção “stepwise”.

Os resultados constam das figuras de nºs 26 a 36 e das tabelas de nºs 3 a 8.

d- Conclusões ⁽⁵⁾

A ocorrência de coliformes – 4,4% - esteve dentro do limite de frequência determinado pela Portaria 36 GM do Ministério da Saúde que é de 5%. Essa ocorrência apresentou-se dependente ao fator localização do ponto de coleta na rede de distribuição. Confirmam-se os achados em que a distância de estações de tratamento para as pontas de rede e a estagnação da água nesses locais podem significar fatores de colonização bacteriana.

A obtenção de relação positiva do fator sazonalidade contribuiu para evidenciar que, além da temperatura, outros fatores como pluviosidade e hidrodinâmica nas unidades de distribuição, devem influenciar nas ocorrências de coliformes nos sistemas de abastecimento.

Provavelmente, o dado mais importante nessa associação foi a constatação de que é necessário um nível residual de cloro acima de 1 mg/l para que haja um efetivo controle de coliformes na água distribuída. Esse dado pode demonstrar que, em condições de colonização das superfícies internas das canalizações, os coliformes apresentam elevada resistência aos desinfetantes.

Somada a essas observações, a influência, estatisticamente comprovada, da contagem de heterótrofos nas ocorrências de coliformes, pode definir o carácter de colonização desses microrganismos o que permite sua reavaliação como parâmetro de certificação da qualidade microbiológica da água potável e o real significado de sua detecção como risco sanitário à população cliente

A partir dos dados obtidos podemos definir que uma amostra de água distribuída em Belo Horizonte, terá a menor probabilidade de ocorrência de coliformes quando for coletada em pontos que não sejam finais de rede, em períodos de inverno. E ainda, quando o cloro residual for superior a 1 mg/l e a contagem de heterótrofos – CHP – for inferior a 10 UFC/ml.