

I-131 - AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM QUATRO HOSPITAIS CADASTRADOS NO PROJETO AGUAPURA/UFBA

Sandra Maria Conceição Pinheiro⁽¹⁾

Professora Assistente II da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Doutoranda do programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial (PEI) da Universidade Federal da Bahia. Experiência na área de Probabilidade e estatística.

Asher Kiperstok⁽²⁾

Professor Associado nível III, da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Coordenador da Rede de Tecnologias Limpas da Universidade Federal da Bahia. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPQ, nível 1D e Consultor Ad-hoc da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia. Atua na área de Engenharia Sanitária e Ambiental, com ênfase em Prevenção da Poluição Minimização de Resíduos e Produção Limpa.

Karla Patricia Santos Oliveira Rodríguez Esquerre⁽³⁾

Professora Adjunta II da UFBA e professora permanente nos programas de Pós-Graduação em Engenharia Industrial (PEI) e Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento (MAASA) e é pesquisadora da Rede de Tecnologias Limpas da Bahia (TECLIM). Tem experiência na área de Engenharia Química e Engenharia Ambiental.

Carlos Alberto Huaira Contreras⁽⁴⁾

Possui graduação em Estatística pela Universidad Nacional Mayor de San Marcos (1994) e mestrado em Estatística pela Universidade Estadual de Campinas (1998). Tem experiência na área de Probabilidade e Estatística, com ênfase em Probabilidade e Estatística Aplicadas.

Endereço⁽¹⁾: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas Rua Rui Barbosa, 710 CEP: 44.380-000 Cruz das Almas-Bahia-Brasil. Tel:(75) 321-9747. Fax:(75) 3621-9362 - e-mail: sandramcpinheiro@ufrb.edu.br

RESUMO

O uso racional da água e energia elétrica em prédios públicos tem sido uma preocupação em setores públicos e privados, sabe-se que o consumo de água e energia elétrica estão entre os maiores percentuais de gastos nos hospitais. Este trabalho trata dos dados de quatro hospitais cadastrados no Programa AGUAPURA da Universidade Federal da Bahia, que é um programa do uso racional de água e energia elétrica. O objetivo deste trabalho é avaliar se existe diferença estatisticamente significativa nos consumos destes bens em três períodos de tempo que foram divididos em estações do ano. Esta avaliação foi feita nos hospitais Cleriston Andrade, Couto Maia, Juliano Moreira e Roberto Santos. Para isso, a técnica de Análise Multivariada de Variância (MANOVA) foi aplicada e, havendo diferença entre os períodos foram identificadas através do teste de Bonferroni ou pelo teste de Dunett T3 quando as variâncias entre os grupos eram consideradas desiguais. Os gráficos de tendência indicam que há muita variabilidade durante os meses registrados, e tendência de aumento em alguns casos, nos consumos de água e energia elétrica dos hospitais avaliados. A MANOVA indicou não haver diferença estatisticamente significativa entre as estações do ano no consumo de água dos hospitais, mas o mesmo não pode ser dito em relação ao consumo de energia elétrica que apresentou diferença estatisticamente significativa para quase todos os hospitais em pelo menos duas das quatro estações do ano.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo de água, consumo de energia, uso racional, hospitais, MANOVA.

INTRODUÇÃO

O uso racional da água e energia elétrica em prédios públicos tem sido uma preocupação em setores públicos e privados. Alguns programas de racionalização de água em prédios públicos foram criados no Brasil como, por exemplo, o Programa Nacional de Combate ao Desperdício da Água (PNCDA) instituído pelo Ministério do Planejamento e Orçamento; Programa de Uso Racional de Água (PURA) da USP-SABESP; Programa de Conservação de Água (Pró-Água) da Unicamp e o Pró-Água do Hospital das Clínicas também da Unicamp.

Na Bahia tem-se o projeto AGUAPURA desenvolvido pela Rede de Tecnologias Limpas (TECLIM) da Universidade Federal da Bahia, que é um programa do uso racional de água e energia elétrica que tem por objetivos: ampliar a consciência ambiental da comunidade acadêmica a partir do seu engajamento no uso racional da água; articular teoria e prática ambiental visando quebrar a dicotomia entre discurso e ação, característica da questão ambiental, em diversas áreas de conhecimento; propiciar um espaço multidisciplinar para a discussão do tema ambiental na universidade (NAKAGAWA, 2009).

Outra preocupação no setor público é o aumento dos gastos e custos da saúde. Nos hospitais públicos os recursos são escassos para uma expansão constante no atendimento. Os hospitais estão entre os organismos mais complexos de serem administrados porque incluem diversos serviços como lavanderia, médico, restaurante, segurança, limpeza, dentre outros.

As principais áreas de maior consumo de água e energia elétrica nos hospitais são os geradores de vapor, sistemas de hemodiálise, sistemas de análise laboratoriais, sistemas de processamento de materiais cirúrgicos, sistemas de revelação para exames radiológicos, sistemas de condicionadores de ar e lavanderias (INFANTI, 2001).

Uma pesquisa realizada por Luparelli (2009) em doze hospitais em Curitiba mostrou que o consumo de água nas lavanderias chega a 47% do consumo total. Nas máquinas de hemodiálise poderia se aproveitar 6.700 m³ por ano, enquanto que o reaproveitamento nas máquinas de autoclave chega a 11.508 m³ por ano. O consumo litro/leito/dia chega a aproximadamente 9.820.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar o consumo de água e energia elétrica de quatro hospitais cadastrados no programa AGUAPURA/UFBA de acordo com os registros de consumo realizados nos períodos de 2009 a 2011.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização deste trabalho os hospitais: Cleriston Andrade, Couto Maia, Juliano Moreira e Roberto Santos foram selecionados da base de dados do projeto AGUAPURA. Estes hospitais foram selecionados por terem registradas informações simultâneas do consumo de água (m³) e energia elétrica (kWh) em pelo menos três meses nos anos avaliados (2009 a 2011), e por apresentarem características distintas descrevendo assim o consumo em hospitais de diferentes tamanhos.

O hospital Cleriston Andrade, situado em Feira de Santana, tem 300 leitos e presta serviço ambulatorial de assistência à mulher e à criança e tem clínicas médicas especializadas. Atende cerca de 270 pacientes/dia. É considerado um hospital de grande porte quanto à capacidade.

O hospital Couto Maia, situado em Salvador como os demais, possui atendimento especializado em doenças infecciosas e parasitárias. Tem atendimento de urgência, emergência e ambulatorial, e atende cerca de 200 pacientes/dia. Com 101 leitos é considerado um hospital de médio porte.

O Juliano Moreira é um hospital especializado em tratamento psiquiátrico. É considerado de médio porte com 140 leitos, e oferece serviços de internação e ambulatorial.

O Roberto Santos é um hospital que atende diariamente cerca de 500 pacientes. É considerado um hospital de porte especial por possuir 1020 leitos. Seu atendimento é de média e alta complexidade.

A avaliação do consumo de água e energia elétrica desses hospitais foi feita estratificando os meses de acordo com as estações do ano por considerar que os meses dentro de cada estação possuem características semelhantes. Isto foi feito para verificar se o efeito climático poderia interferir de alguma forma nos consumos de água e energia elétrica dos hospitais.

Os consumos de água e energia elétrica foram divididos pelo número de leitos existentes em cada hospital de acordo com o DATASUS (DATASUS, 2012), para tornar as informações mais comparáveis.

Os dados mensais dos consumos de água e energia elétrica foram obtidos através dos registros realizados por funcionários das próprias unidades hospitalares no sistema AGUAPURA Via Net (www.teclim.ufba.br/aguapura).

PROJETO AGUAPURA

Como já mencionado, o programa AGUAPURA tem por objetivo principal a redução do consumo de água e energia elétrica nas unidades públicas com ações como minimização das perdas e manutenção dos equipamentos, além de conscientizar os usuários sobre o uso racional da água. O programa realiza o monitoramento e análise do consumo de água e energia elétrica lançados pelas unidades no sistema AGUAPURA Via Net (www.teclim.ufba.br/aguapura). Estes lançamentos devem ser feitos diariamente pelos membros responsáveis de cada unidade que participa do projeto.

O programa realiza ainda a detecção e correção de vazamentos visíveis e não visíveis que é efetuada através da observação visual e de evidências como variação de vazões diárias. As equipes de varredura corrigem os problemas detectados, trocando se necessário, conexões, e trechos de tubulação. Para desenvolver suas atividades o programa AGUAPURA conta com um técnico em edificações, dois encanadores e dois auxiliares, voluntários das unidades e bolsistas (análise de sistema, engenharia sanitária, e demais cursos).

Para se implantar programas que visem a redução e controle da água é necessário que as edificações possuam sistemas de medição para que o usuário tenha conhecimento do consumo geral do prédio. O padrão de racionalidade no consumo de água dependerá do nível de consciência dos usuários e da cobrança existente sobre eles (Kiperstok, 2009).

Kiperstok (2009) apresenta uma Figura que retrata o consumo total de Água/Energia em edificações (Figura 1).

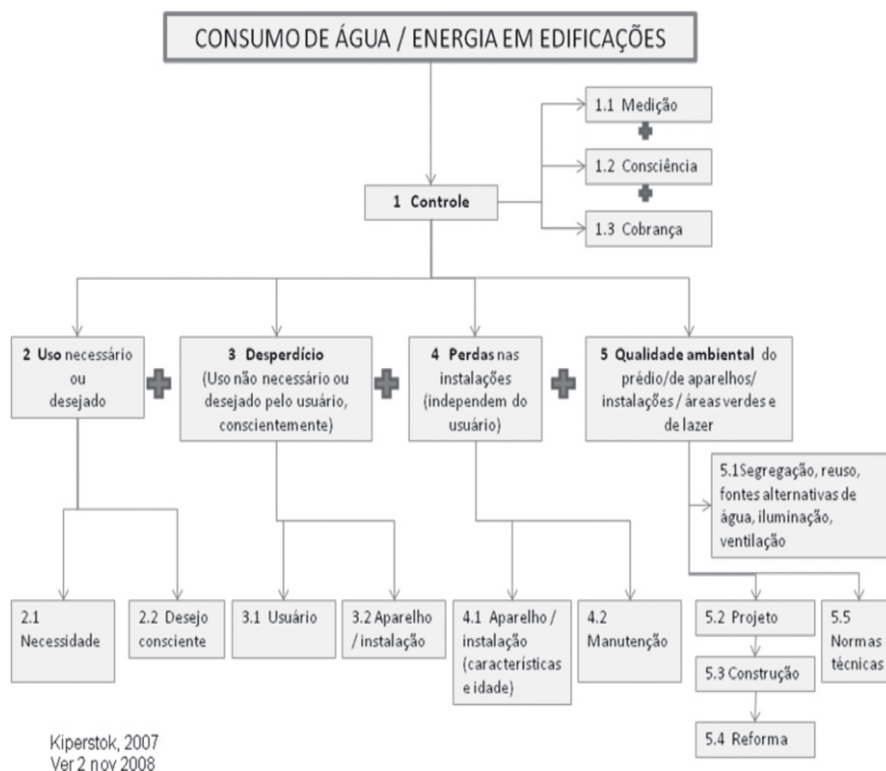


Figura 1 – Consumo de água e energia elétrica em edificações

ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas realizadas no trabalho foram as análises exploratória dos dados, onde foram avaliados o número de leitos, as médias, desvios-padrão e gráfico de tendência para os consumos de água e energia elétrica; os testes de Kolmogorov- Smirnov e Shapiro-wilk para verificação da normalidade dos dados de consumo; e a análise multivariada de variância (MANOVA) (HAIR, 2009) para comparação simultânea das médias de consumo de água e energia elétrica entre as estações do ano. A verificação da significância estatística das estações do ano sobre as variáveis de consumo foi avaliada através dos critérios de Lambda de Wilks e Traço de Hotelling. Caso estes testes apresentassem significância estatística, a verificação da estação ou das estações do ano que apresentaram consumos médios diferentes foi identificada pelo teste de Bonferroni ou o teste de Dunett T3. O teste M de Box foi usado para verificar a igualdade das matrizes de covariâncias.

RESULTADOS

Os meses durante estes três anos foram divididos conforme as estações do ano. As figuras abaixo apresentam o consumo médio de água/leito e energia elétrica/leito por estação do ano, para cada hospital.

Observa-se na Figura 2 que para o consumo de água/leito não há um padrão de gasto entre os hospitais por estação do ano, com destaque para o hospital Cleriston Andrade que é o único que apresenta, entre as estações, um consumo mais elevado no inverno. Avaliando os dados mensais dos meses do inverno para o hospital Cleriston Andrade, verificou-se que no mês de julho o consumo de água foi 40% maior que no mês de junho e 59% maior que no mês de agosto (resultados não apresentados).

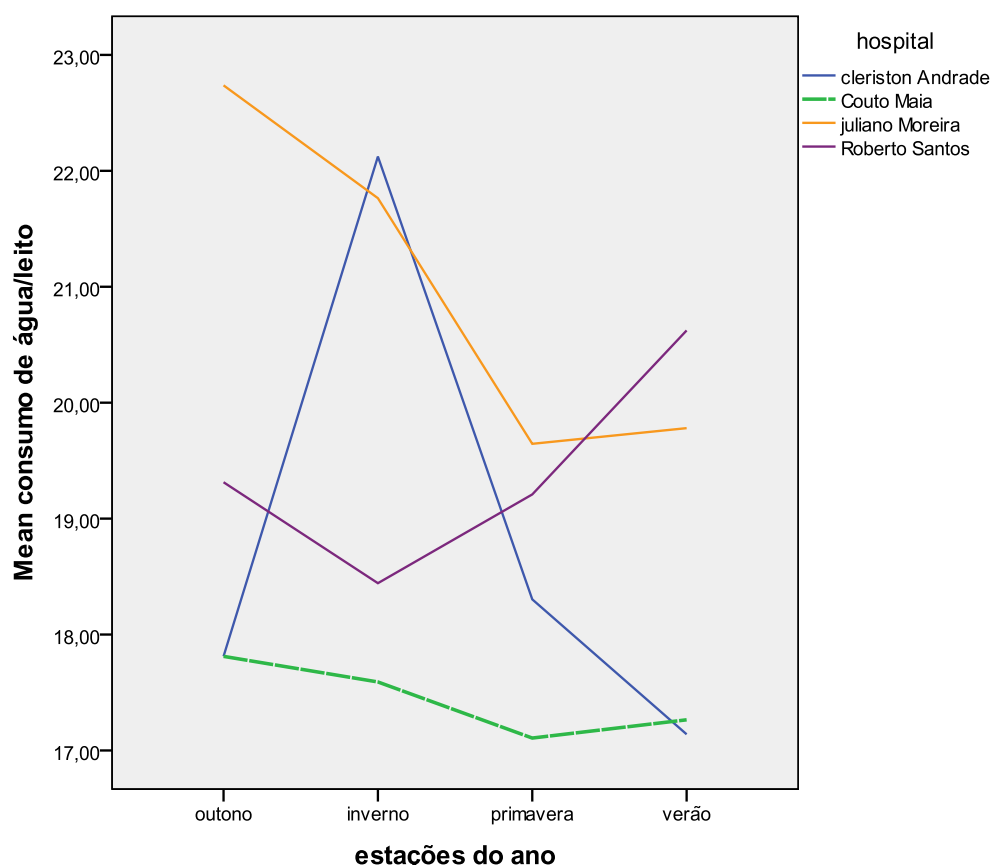


Figura 2 – Consumo médio de água(m³)/leito para cada hospital, por estação do ano. 2009-2010.

A Figura 3 apresenta o consumo médio de energia elétrica/leito para os hospitais por estação do ano. Verifica-se que há um padrão no gasto de energia elétrica entre os hospitais, com uma queda no inverno para todos eles, e consumo maior nas demais estações. Os hospitais Juliano Moreira e Couto Maia parecem apresentar pouca variação nos gastos do inverno ao verão.

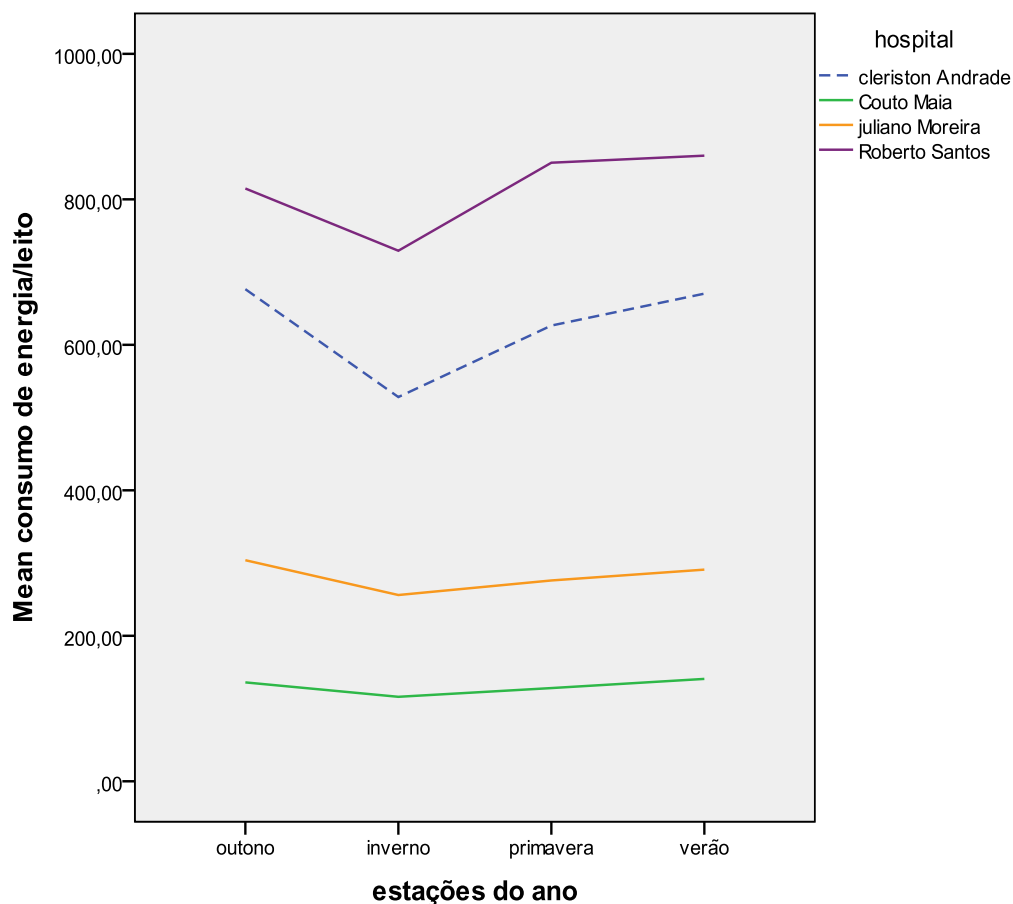


Figura 3 – Consumo médio de energia elétrica(kWh)/leito para cada hospital, por estação do ano. 2009-2010.

A Tabela 1 apresenta os consumos médios por leito de água e energia para cada estação do ano nos três anos avaliados (2009 a 2011).

Observa-se que as maiores médias de consumo de água/leito ocorreram no outono para os hospitais Couto Maia e Juliano Moreira, e no verão para o hospital Roberto Santos. As maiores médias de consumo de água/leito durante todo o período avaliado foram encontradas nos hospitais Juliano Moreira (21 m³/leito) e Roberto Santos (19,4 m³/leito), sendo o Juliano Moreira um hospital que apresenta apenas uma especialidade na área de saúde mental. Já o consumo de energia dos hospitais Cleriston Andrade e Juliano Moreira foram mais elevados no outono, enquanto o Couto Maia e o Roberto Santos apresentaram maiores médias de consumo no verão. Os hospitais Roberto Santos e Cleriston Andrade apresentaram no período as maiores médias de consumo de energia elétrica/leito, 813,6 kWh/leito e 625,4 kWh/leito respectivamente, mais são os hospitais com maior número de especialidades e de maior porte.

Tabela 1 – Estatística descritiva por hospital dos consumos de água e de energia elétrica por leito. 2009 – 1011.

Hospital		Consumo de água (m ³)/leito				Consumo de energia (kWh)/leito			
		Outono	Inverno	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Primavera	Verão
Cleriston Andrade	n	3	6	6	3	3	6	6	3
	\bar{X}	17,8	22,1	18,3	17,1	676,5	528,2	626,5	670,4
	S	1,9	7,6	5,6	2,1	46,2	56,1	51,3	37,3
Couto Maia	n	9	9	9	9	9	9	9	9
	\bar{X}	17,8	17,6	17,1	17,3	135,9	116,1	128,1	140,7
	S	1,0	2,2	3,9	2,2	13,2	6,9	13,0	7,7
Juliano Moreira	n	6	9	8	7	6	9	8	7
	\bar{X}	22,7	21,8	19,6	19,9	303,9	256,1	276,1	291,0
	S	2,4	7,4	6,1	1,9	25,4	10,9	19,5	11,5
Roberto Santos	n	4	4	6	5	4	4	6	5
	\bar{X}	19,3	18,4	19,2	20,6	814,9	729,3	850,3	860,0
	S	1,8	2,8	2,5	1,7	76,1	38,2	128,5	18,6

n – número de observações; \bar{X} – média aritmética; S – desvio-padrão

Através da MANOVA, pode-se verificar que para quase todos os hospitais pelos critérios de Lambda de Wilk e Hotelling (FERREIRA, 2008), existiu diferença estatisticamente significativa (p -valor $< 0,05$) na combinação linear dos consumos de água/leito e energia/leito, entre as estações do ano (Tabela 2). Esta diferença deu-se basicamente pelo consumo de energia elétrica/leito. Verificou-se também, pelo teste M de Box, que para quase todos os hospitais as variâncias foram consideradas homogêneas entre as estações.

Tabela 2 – Testes multivariados de homogeneidade da matriz de covariância e de hipóteses. 2009 – 1011.

Hospital	Valor	F	P-valor
Cleriston Andrade			
• λ de Wilk	0,296	3,632	0,009 ^a
• Hotelling	2,367	4,734	0,003 ^a
• M de Box	7,036	0,515	0,864
Couto Maia			
• λ de Wilk	0,529	3,874	0,002 ^a
• Hotelling	0,879	4,395	0,001 ^a
• M de Box	18,601	1,832	0,057
Juliano Moreira			
• λ de Wilk	0,416	4,580	0,001 ^a
• Hotelling	1,320	5,280	0,000 ^a
• M de Box	22,349	2,123	0,025 ^b
Roberto Santos			
• λ de Wilk	0,618	1,270	0,303
• Hotelling	0,591	1,282	0,300
• M de Box	23,212	1,912	0,046 ^b

a Existe diferença estatisticamente significativa na combinação linear dos consumos de água e energia, entre as estações.

b Variâncias homogêneas entre os quadrimestres.

Após detectar através dos dois critérios a existência de diferença estatisticamente significativa na combinação linear dos consumos entre as estações do ano, fez-se necessário identificar a estação que apresentou consumo diferenciado. Para tanto, aplicou-se o teste de Bonferroni, quando as variâncias eram homogêneas, e o teste Dunnett T3, quando as variâncias eram heterogêneas. O consumo médio de energia elétrica/leito no outono em relação ao inverno foi significativo para quase todos os hospitais, indicando que houve menor consumo no inverno. Para o hospital Cleriston Andrade houve também uma redução significativa no consumo médio de energia elétrica/leito no inverno em comparação a primavera. Não houve diferença significativa no consumo médio de água/leito entre as estações para nenhum hospital.

DISCUSSÃO

De acordo com o gráfico de tendência houve muita variabilidade durante os meses avaliados, e tendência de aumento ao longo do tempo principalmente no consumo de água/leito. Uma análise inicial do consumo médio/leito de água e energia elétrica por ano mostrou um aumento no consumo de água de até 31%. Vários fatores podem levar a este aumento no consumo de água, como: equipamentos obsoletos, vazamentos, e até o desperdício por parte de pacientes e funcionários.

Observou-se uma redução no consumo de água na primavera, em comparação ao outono, de 3,9% no hospital Couto Maia e de 13,6% no hospital Juliano Moreira. No verão, em relação a primavera, houve um pequeno aumento no consumo de água destes mesmos hospitais, 1,2% e 1,5% para o Couto Maia e Juliano Moreira, respectivamente. Este aumento pode ser em decorrência de uma temperatura mais elevada no verão, favorecendo um maior consumo de água.

Os gráficos de tendência do consumo de energia elétrica/leito apresentaram também bastante variação no consumo ao longo do tempo, para todos os hospitais. Avaliando o consumo de energia elétrica por estação do ano observou-se uma queda em todos os hospitais no inverno.

De acordo com os dados, ocorreu uma redução no consumo de energia elétrica no inverno, em comparação ao outono, de 21,9% no hospital Cleriston Andrade, 14,6% no Couto Maia, 15,7% no Juliano Moreira e 10,5% no Roberto Santos. Esta redução pode ser atribuída as baixas temperaturas do inverno e a uma consequente redução no consumo dos aparelhos de climatização. Na primavera e no verão o consumo voltou a elevar-se em todos os hospitais.

Verificou-se que o efeito climático parece não interferir significativamente no consumo de água desses hospitais que apresentaram pouca diferença entre as estações. Já o consumo de energia elétrica apresenta diferenças significantes entre as estações com percentuais de quedas maiores no inverno principalmente para os maiores hospitais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se através das análises uma oscilação muito grande nos consumos de água e energia elétrica ao longo dos meses avaliados em todos os hospitais, com uma tendência de aumento para o consumo de água com o passar do tempo. Ainda que tenham sido observadas pequenas reduções nos consumos de água e energia elétrica quando avaliados por estações do ano, estas não necessariamente, podem ser atribuídas a programas de redução do consumo de água praticados nesses hospitais. Desta forma, verifica-se que as unidades hospitalares necessitam de medidas educativas, e acompanhamento para que se consiga alcançar o objetivo do programa ÁGUAPURA de redução no consumo de água e energia elétrica. Para alcançar este objetivo de forma satisfatória nos hospitais públicos cadastrados no programa, serão desenvolvidas atividades que visem: identificar as causas que levem ao desperdício de água; promover ações de redução do consumo de águas; interagir com equipes de profissionais dos hospitais de modo a capacitá-los para que se tornem multiplicadores das ações de redução do consumo de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, W. V.; COSTA, A. J. M. P. da; GOMES, J. S.; NILDA, O. I. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA). Documentos Técnicos de Apoio (DTA). Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/55420898/1/PROGRAMA-NACIONAL-DE-COMBATE-AO-DESPERDICIO-DE-AGUA-PNCDA>. 48p, 1999.
2. Banco de Dados do Sistema Único de Saúde/ Ministério da Saúde. <http://cnes.datasus.gov.br>.
3. FERREIRA, D. F. Estatística Multivariada. Ed. UFLA, 1ª Ed, 2008. Lavras- MG.
4. HAIR, J. F.; BLACK, W.C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. Análise Multivariada de Dados. Ed. Bookman, 6º Ed, 2009. Porto Alegre.
5. INFANTI, L. O. Da S.; MUHLEN, S. S. Qualidade de Água Hospitalar. Artigo técnico apresentado no 2º Congresso Latino Americano de Engenharia Biomédica, Cuba, 2001.
6. KIPERSTOK, A. et al. Consumo de Água. In: GONÇALVES, R.F. (Org.) Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água. Rio de Janeiro: ABES, 2009. cap.2.
7. LUPARELLI, R. P. Identificação e avaliação de equipamentos desperdiçadores de água em instituições hospitalares. Dissertação de Mestrado, programa de Pós-Graduação Área de Meio Ambiente, Centro Universitário – FAE, Curitiba, 2009.
8. NAKAGAWA, A. K.. Caracterização do Consumo de Água em Prédios Universitários: O caso da UFBA. Janeiro, 2009. 207p. Dissertação - Escola Politécnica/UFBA.
9. OLIVEIRA, L. H. de; GONÇALVES, O. M. Metodologia para implantação de programa de uso racional da água em edifícios. 344p. Tese – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.
10. PEDROSO, P. L.; ILHA, M. S. de O.; BARROS, J. C. G. de. Programa de Conservação de Água na Universidade Estadual de Campinas – Avaliação dos resultados e Estágio atual. Laboratório de Ensino e Pesquisa em Sistemas Prediais (LEPSIS). FEC- UNICAMP.