

5.3 Pontos referentes à zona de pressão C (P4, P7, P11)

5.3.1 Indicadores sentinelas (CRL, Turbidez)

As espécies de cloro residual livre e turbidez monitoradas nos pontos P4, P7 e P11 da zona de pressão C do Sistema de Distribuição de Água de Campina Grande, são apresentadas nas Figuras 5.11, 5.12 e 5.13.

Figura 5.11 – Variação temporal dos indicadores sentinelas no ponto P4.

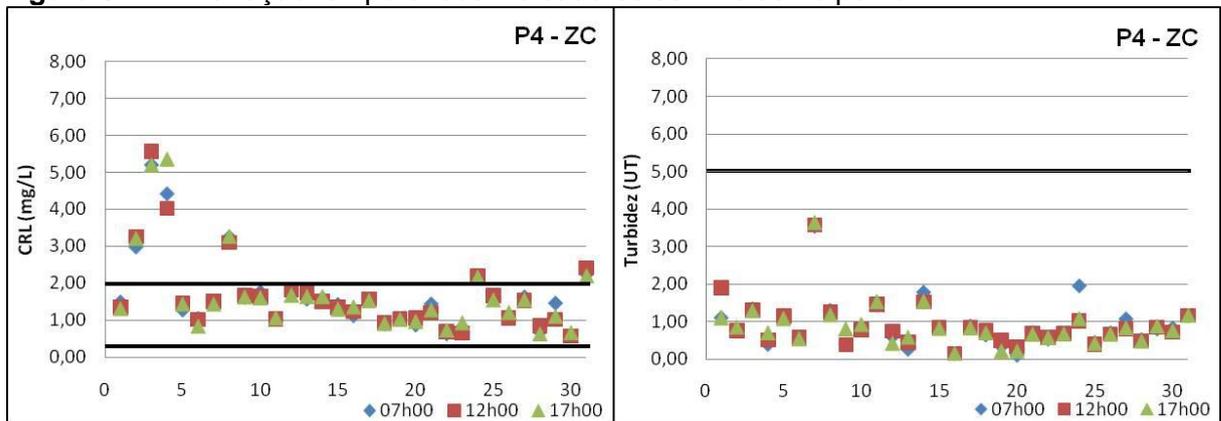


Figura 5.12 – Variação temporal dos indicadores sentinelas no ponto P7.

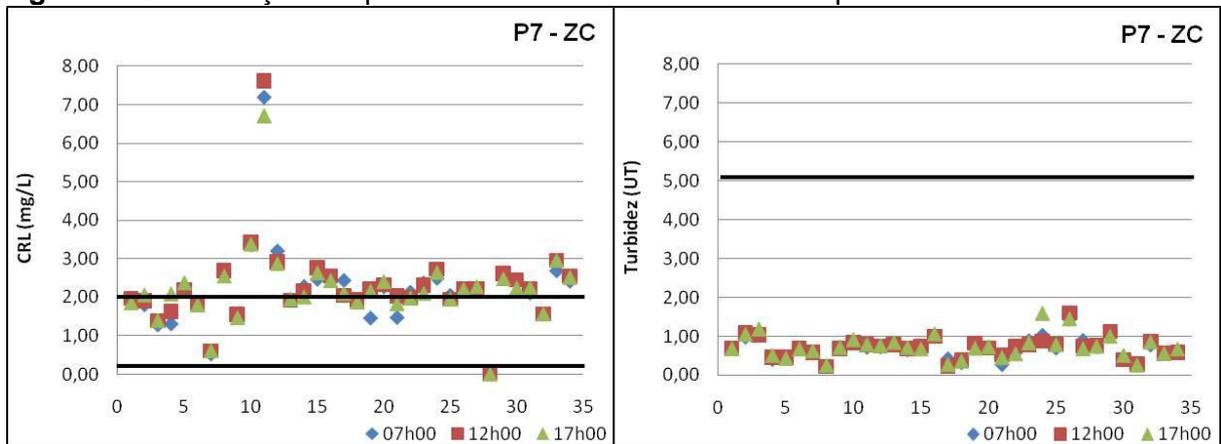
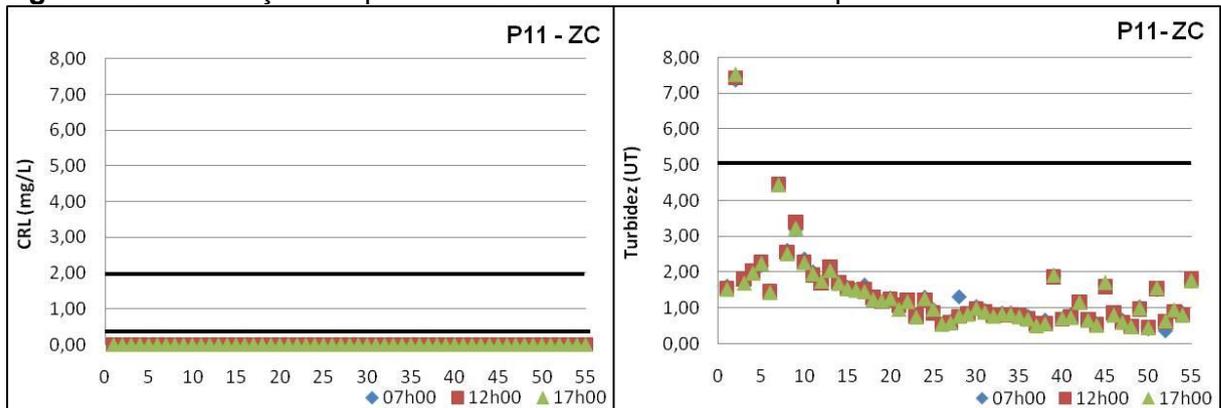


Figura 5.13 – Variação temporal dos indicadores sentinelas no ponto P11.

De acordo com a Figura 5.11, o ponto P4 da zona de pressão C, evidenciou-se violações para o máximo permitido nos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 518/2004 – MS, as violações correspondem a cerca de 19,5% de não conformidades, de um quantitativo amostral de 93 análises, para o indicador sentinela cloro residual livre. Com relação à turbidez não houve não conformidades nas 93 análises verificadas no período.

Para o ponto P7, representado na Figura 5.12, as violações do padrão de potabilidade foram verificadas para valores predominantemente acima do máximo permitido, com cerca de 61% das 102 análises efetuadas, caracterizando um possível ponto de supercloração. O indicador turbidez não apresentou violação da portaria de qualidade de água nas 102 análises efetuadas.

Com relação ao ponto P11 representado na Figura 5.13, o comportamento do indicador cloro residual livre foi de predominante ausência, correspondendo a 100% de violações das 165 análises efetuadas, demonstrando ausência total de agente desinfetante, enquanto o indicador turbidez, com o mesmo quantitativo de amostras, houve violação da portaria em torno de 2% das 165 amostras analisadas.

5.3.2 Indicadores auxiliares (CRC, pH)

As concentrações de cloro residual combinado representado pelas frações de monocloramina, dicloramina e tricloramina são apresentadas na Figura 5.14, juntamente com o potencial hidrogeniônico, formando o grupo de indicadores auxiliares para ponto P4.

Para o ponto P4, ilustrado na referida figura, a maior concentração de monoclорamina monitorada foi de 3,16 mgCl₂/L às 12h00min, não havendo violação do padrão de potabilidade, e o mínimo foi de 0,18 mgCl₂/L às 07h00min. Com relação à dicloramina o menor e o maior valor ocorreu no período do meio dia com o valores de 0,19 mgCl₂/L e 1,74 mgCl₂/L, respectivamente. Para tricloramina o maior valor foi de 7,84 mgCl₂/L no período de meio dia e o mínimo foi de 0,26 mgCl₂/L no final da tarde. O potencial hidrogeniônico não apresentou violações dos padrões de potabilidade para este ponto, com intervalos de variações entre 6,52 e 7,76. As concentrações de CRC e pH determinadas no ponto P7, são ilustradas na Figura 5.15.

Para o ponto P7, ilustrado na figura supracitada, a maior concentração de monoclорamina monitorada foi de 1,28 mgCl₂/L às 17h00min, não havendo violação do padrão de potabilidade, e o mínimo foi de 0,20 mgCl₂/L às 17h00min. Com relação à dicloramina o maior valor ocorreu no às 12h00min com o valor de 2,00 mgCl₂/L e o mínimo de 0,00 mgCl₂/L no início da manhã. Para tricloramina o maior valor foi de 2,80 mgCl₂/L no período de 07h00min e o mínimo foi de 0,00 mgCl₂/L no final da tarde. O potencial hidrogeniônico não apresentou violações dos padrões de potabilidade para este ponto, apresentando intervalos de variação entre 6,51 e 7,86. As concentrações de CRC e pH determinadas no ponto P11, são ilustradas na Figura 5.16.

Para o ponto P11, ilustrado na figura supracitada, a maior concentração de monoclорamina determinada foi de 0,19 mgCl₂/L, não havendo violação do padrão de potabilidade, e o mínimo foi de 0,00 mgCl₂/L em praticamente todo o período monitorado. Com relação à dicloramina o maior valor foi de 0,85 mgCl₂/L e o mínimo de 0,05 mgCl₂/L. Para tricloramina o maior valor foi de 0,77 mgCl₂/L, o mínimo foi de 0,00 mgCl₂/L o qual predominou na maioria das análises nesse ponto. O potencial hidrogeniônico não apresentou violações dos padrões de potabilidade para este ponto, apresentando de variações entre 6,93 e 8,51.

Figura 5.14 – Variação temporal dos indicadores auxiliares no ponto P4.

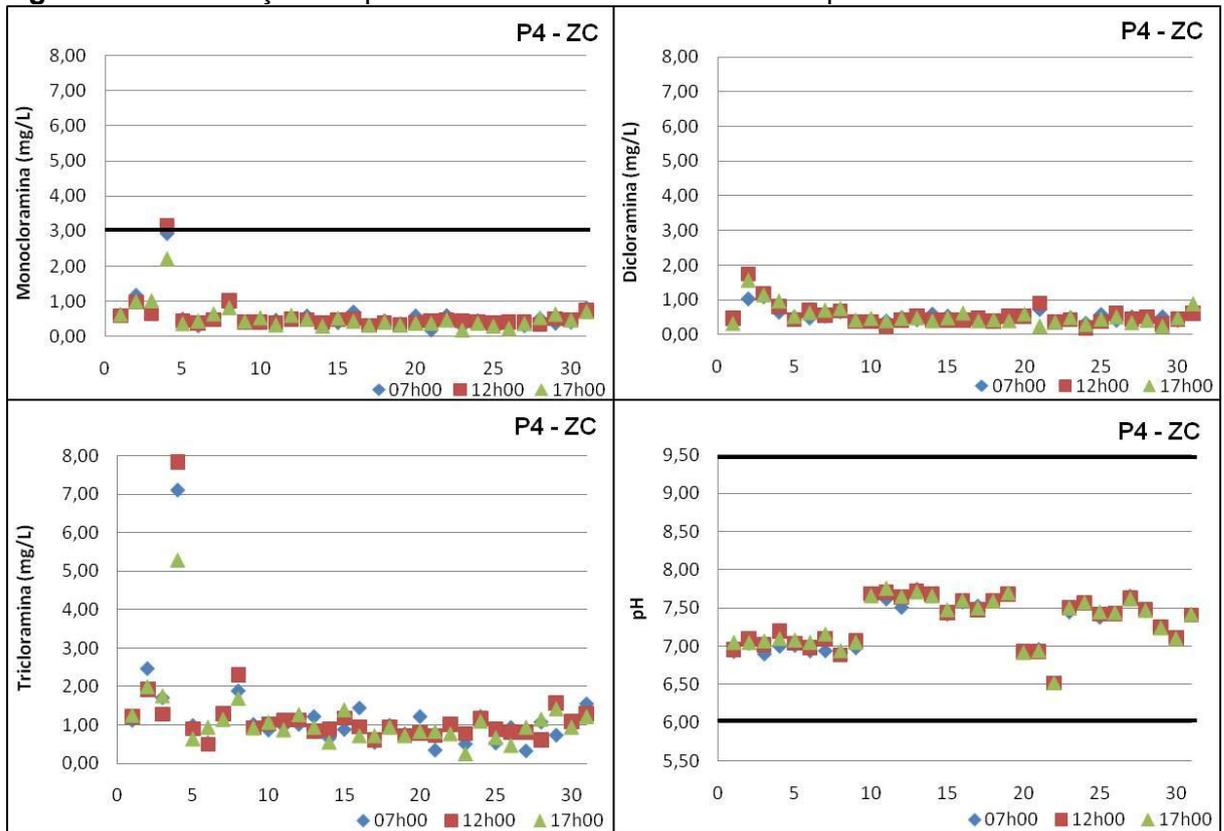


Figura 5.15 – Variação temporal dos indicadores auxiliares no ponto P7.

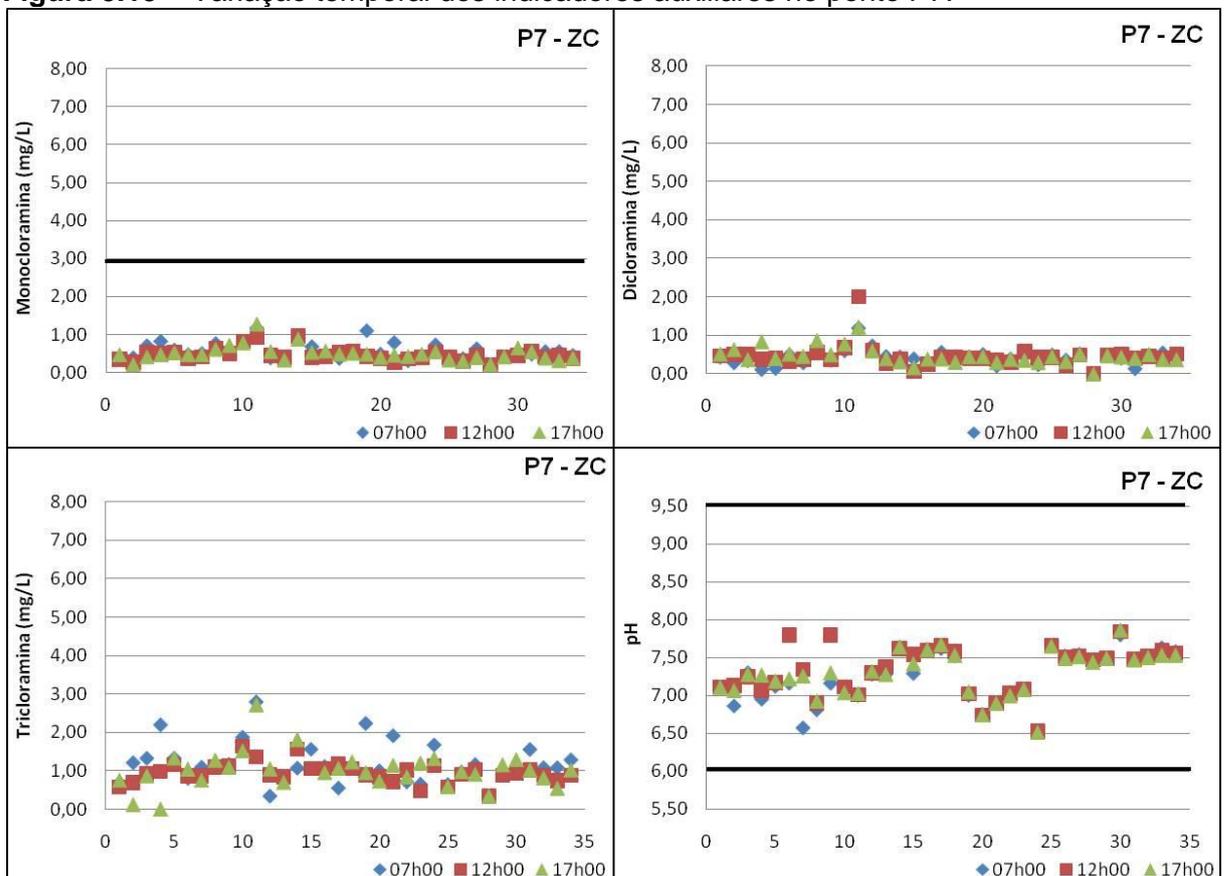
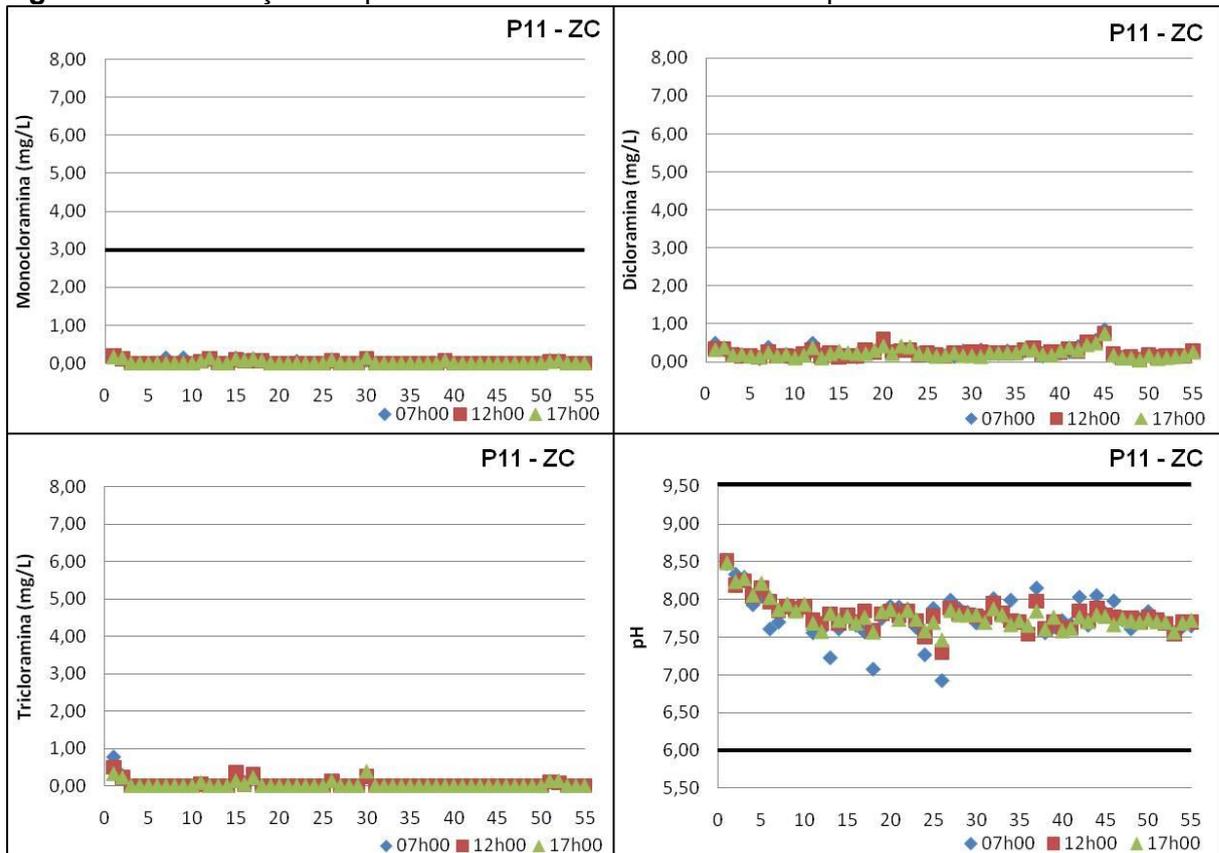


Figura 5.16 – Variação temporal dos indicadores auxiliares no ponto P11.



5.4 Pontos referentes à zona de pressão D (P1, P2, P3)

5.4.1 Indicadores sentinelas (CRL, Turbidez)

As espécies de cloro residual livre e turbidez monitoradas nos pontos P1, P2 e P3 da zona de pressão D do Sistema de Distribuição de Água de Campina Grande, são apresentadas nas Figuras 5.17, 5.18 e 5.19.

De acordo com a Figura 5.17, o ponto P1 da zona de pressão D, ficou evidenciado um percentual de 27% de não conformidade com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 518/2004, em sua totalidade com valores abaixo do mínimo, de um quantitativo amostral de 108 análises, para o indicador sentinela cloro residual livre. Com relação à turbidez houve uma não conformidade de aproximadamente 1,85% das 108 análises efetuadas no período.

Para o ponto P2, representado na Figura 5.18, as violações do padrão de potabilidade foram representadas para valores com predominância abaixo do mínimo permitido, com cerca de 26,5% das 83 análises efetuadas durante o período

amostral, acima do máximo o percentual de não conformidade ficou em 9,6% . O indicador turbidez apresentou 8% de violação dos parâmetros estabelecidos pela portaria em 84 análises efetuadas.

Figura 5.17 – Variação temporal dos indicadores sentinelas no ponto P1.

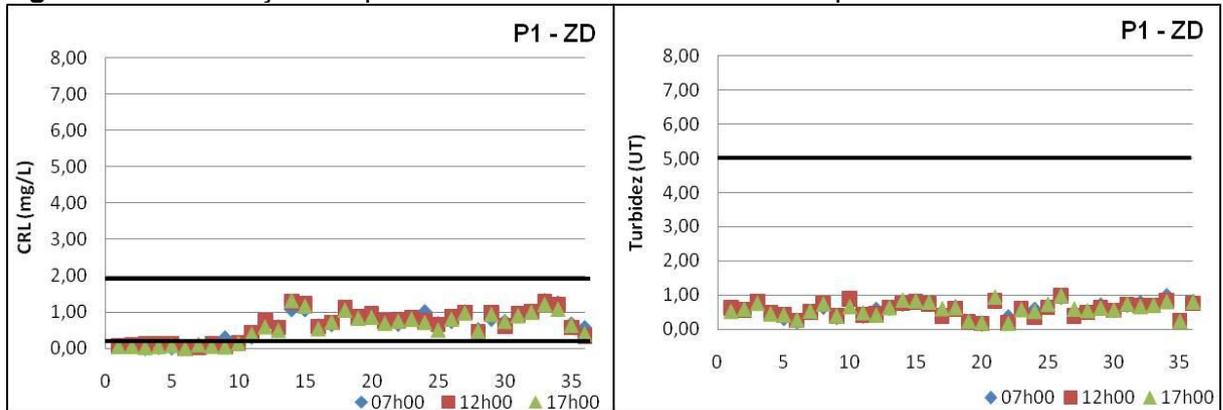


Figura 5.18 – Variação temporal dos indicadores sentinelas no ponto P2.

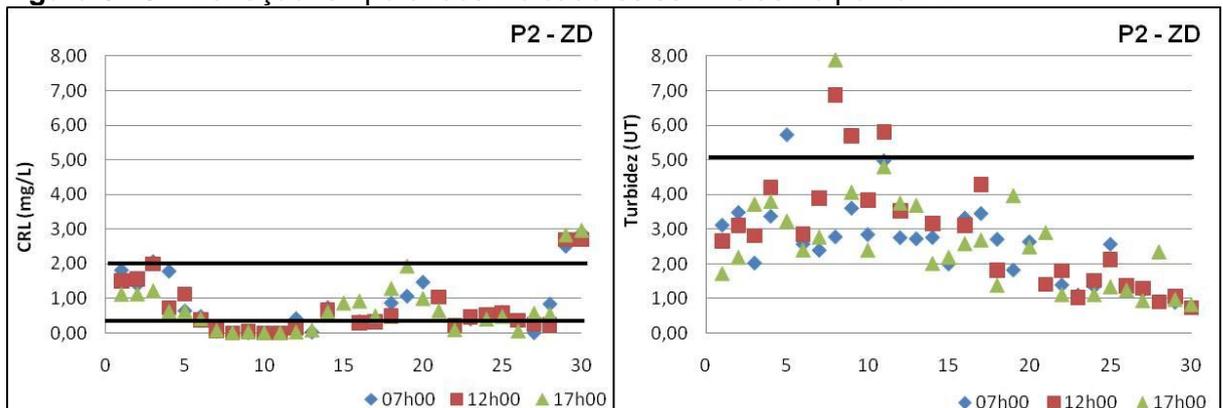
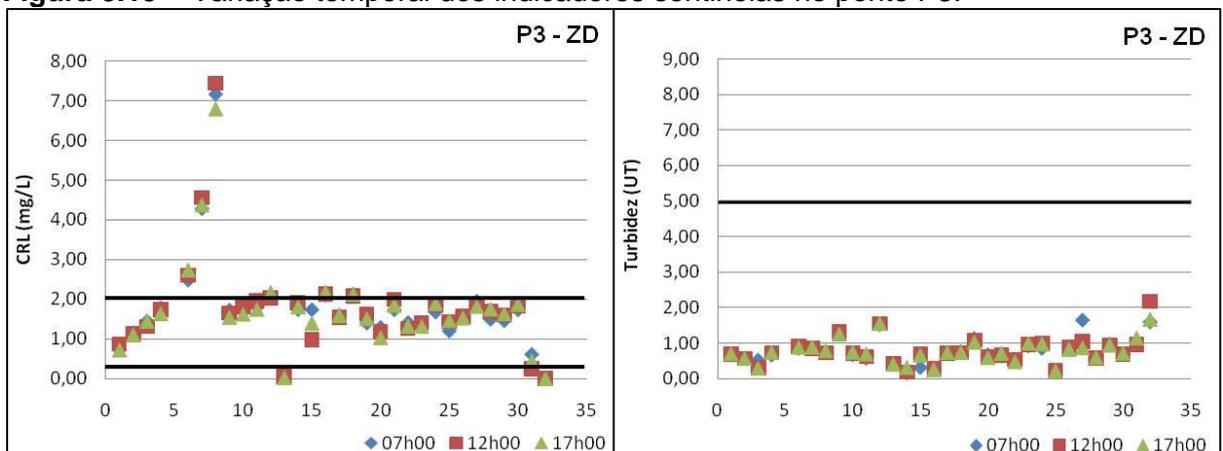


Figura 5.19 – Variação temporal dos indicadores sentinelas no ponto P3.



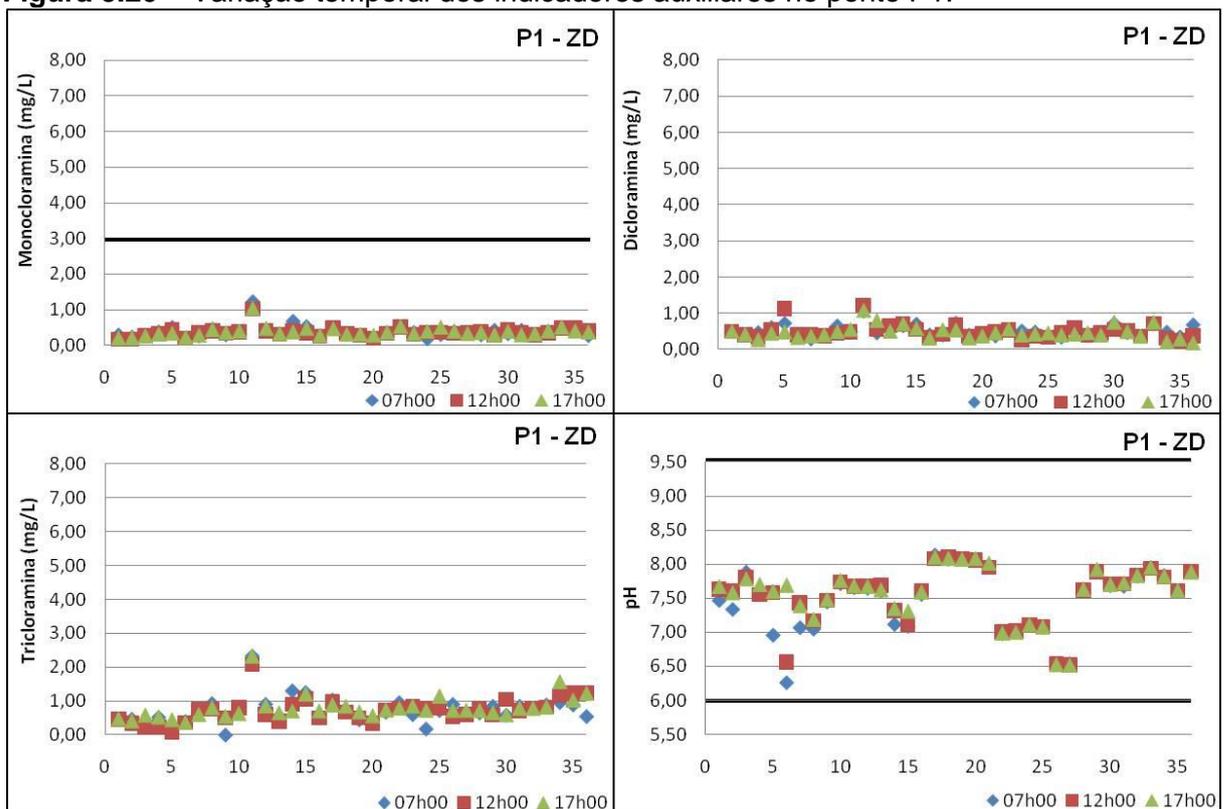
Com relação ao ponto P3 representado na Figura 5.19, o comportamento do indicador sentinela cloro residual livre se apresentou com predominância de

valores acima do máximo permitido, mostrando um percentual total de violações correspondente a cerca de 19% das 96 análises efetuadas, enquanto o indicador turbidez com 96 análises efetuadas não apresentou violações.

5.4.2 Indicadores auxiliares (CRC, pH)

O potencial hidrogeniônico e as concentrações de cloro residual combinado representados nas frações de monoclорamina, dicloramina e tricloramina são apresentados nas Figuras 5.20, 5.21 e 5.22, formando o grupo de indicadores auxiliares para os pontos P1, P2 e P3, respectivamente, do Sistema de Distribuição de Água de Campina Grande, correspondendo à zona de pressão D.

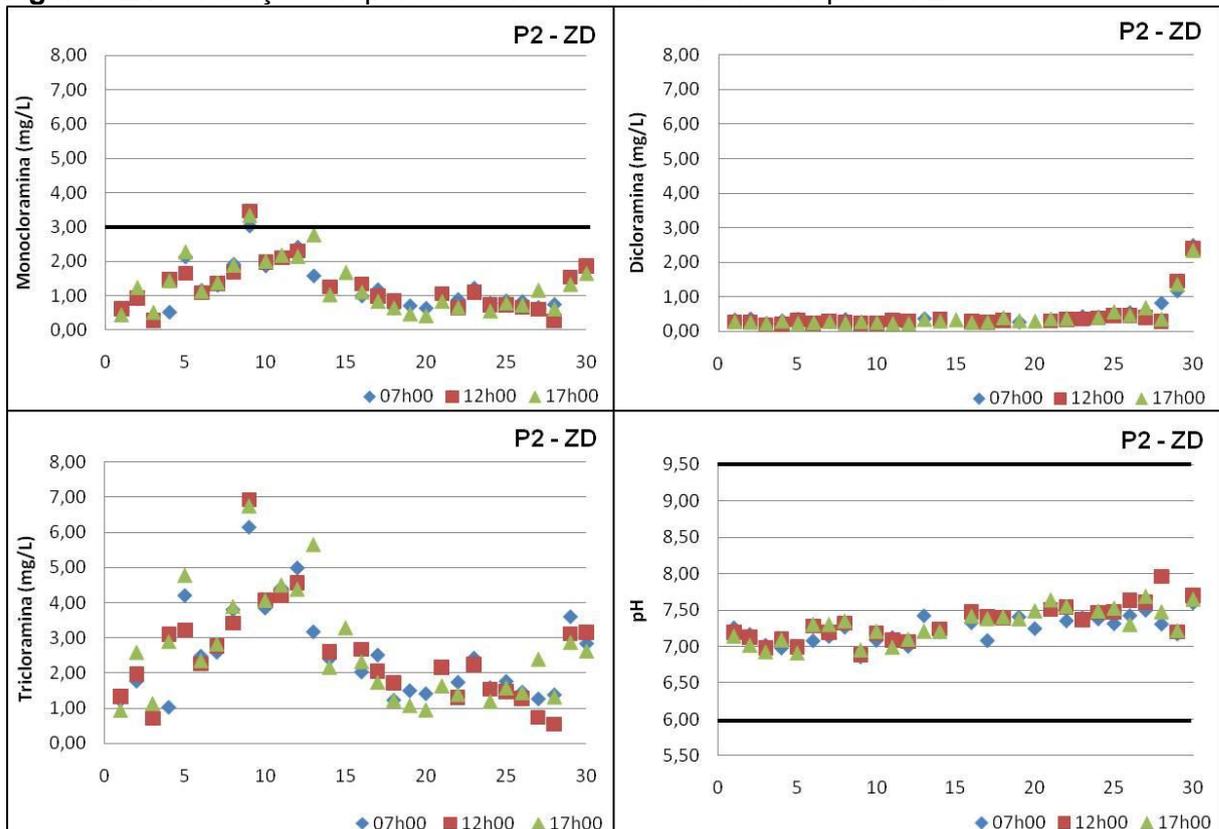
Figura 5.20 – Variação temporal dos indicadores auxiliares no ponto P1.



Para o ponto P1, ilustrado na Figura 5.20, a maior concentração de monoclорamina determinada monitorada foi de 1,22 mgCl₂/L às 07h00min, não havendo violação do padrão de potabilidade, e o mínimo foi de 0,17 mgCl₂/L às 12h00min. Em relação à dicloramina para esse ponto o maior valor ocorreu no às 12h00min com o valor de 1,22 mgCl₂/L e o mínimo de 0,17 mgCl₂/L no mesmo

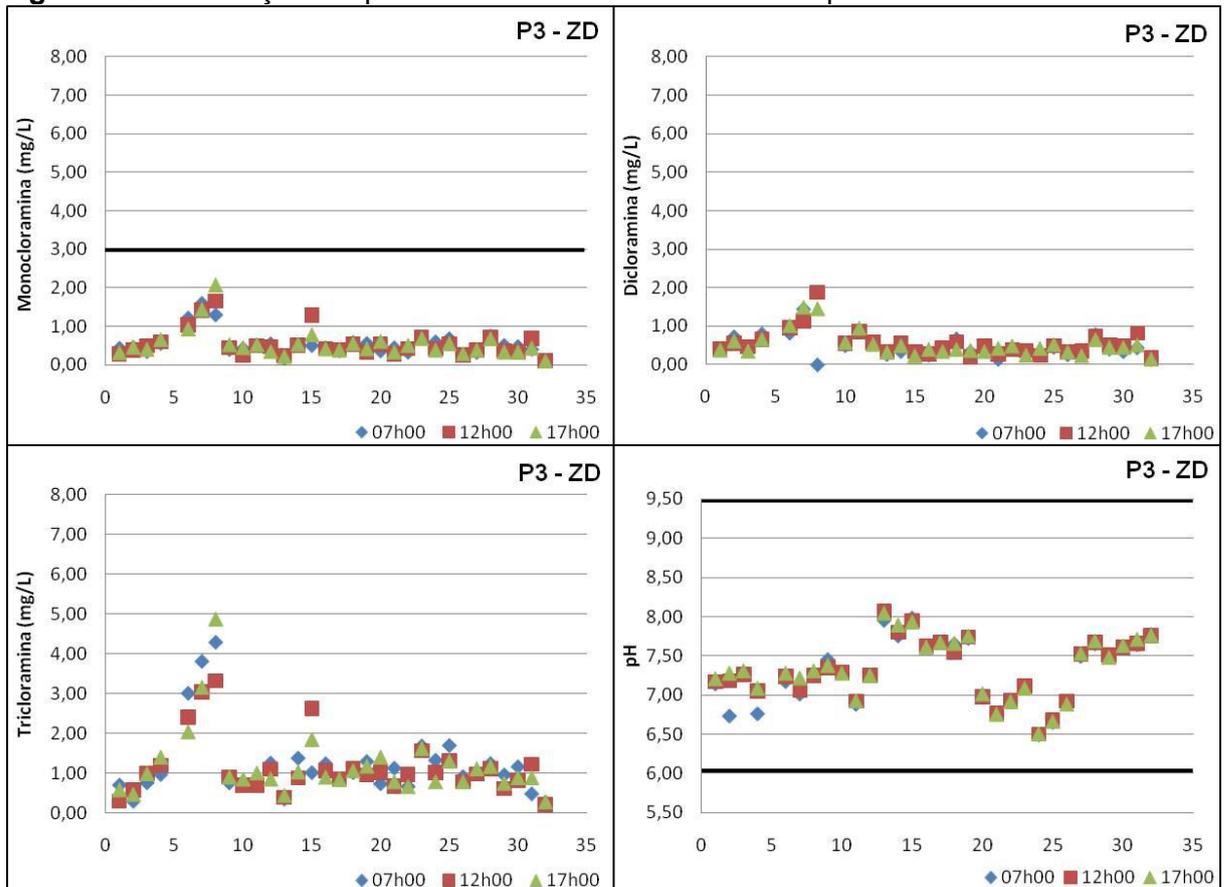
horário da máxima concentração. Para tricloramina o maior valor foi de 2,32 mgCl₂/L às 12h00min e o mínimo foi de 0,00 mgCl₂/L às 12h00min. O potencial hidrogeniônico não apresentou violações dos padrões de potabilidade para este ponto, com intervalo de variação entre 6,26 e 8,14.

Figura 5.21 – Variação temporal dos indicadores auxiliares no ponto P2.



Com relação à variável monoclорamina no ponto P2, representada na Figura 5.21, houve violação do padrão de potabilidade com um percentual de 3,6% das 83 análises efetuadas, sendo a maior concentração de 3,46 mgCl₂/L às 12h00min e a menor 0,27 mgCl₂/L às 12h00min. O indicador dicloramina apresentou a maior concentração de 2,48 mgCl₂/L às 07h00min e a mínima de 0,19 mgCl₂/L às 12h00min. O indicador auxiliar tricloramina apresentou a maior de 6,93 mgCl₂/L às 12h00min e a mínima de 0,55 mg/L às 12h00min. O potencial hidrogeniônico não apresentou violações do padrão de potabilidade para este ponto, variando entre 6,85 e 7,96.

Figura 5.22 – Variação temporal dos indicadores auxiliares no ponto P3.



Para o ponto P3, ilustrado na figura supracitada, a maior concentração de monoclорamina foi de 2,08 mgCl_2/L , não havendo violação do padrão de potabilidade, e o mínimo foi de 0,10 mgCl_2/L ambas no período correspondente as 17h00min. Com relação à dicloramina o maior valor médio foi de 1,88 mgCl_2/L e o mínimo de 0,00 mgCl_2/L . Para tricloramina o maior valor foi de 4,88 mgCl_2/L e o mínimo foi de 0,20 mgCl_2/L . O potencial hidrogeniônico não apresentou violação dos padrões de potabilidade para este ponto, apresentando intervalo de variação entre 6,49 e 8,07.

6.0 DISCUSSÃO

6.1 Situação da água fornecida pelo sistema de Campina Grande

Os resultados obtidos da monitoração dos indicadores analisados durante a pesquisa revelaram que o cloro residual livre não apresentou atendimento integral aos padrões de qualidade recomendados pela Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde em nenhum dos pontos analisados, na sua maioria apresentando valores abaixo do limite estabelecido pela legislação e sinalizando a existência de condições favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos na água, como bactérias, protozoários e vírus. Daí, algumas enfermidades são passíveis de serem transmitidas à população por ingestão ou contato com águas contaminadas. Segundo o IBGE, a maior parte das internações hospitalares registradas pelo SUS tem origem em doenças de veiculação hídrica. Estima-se que 50 pessoas morram por dia no Brasil por causa dessas doenças, na maioria crianças de zero a seis anos, acometidas de diarreias.

Do total de 1.098 amostras coletadas em todos os pontos monitorados, 48% estavam em desacordo com a legislação e, dessas violações, 62% apresentaram concentrações de cloro residual livre abaixo do mínimo recomendado pela Portaria nº 518, 0,2 mgCl₂/L. Essa situação pode estar relacionada com a ocorrência de vazamentos ou de negligências na manutenção das tubulações e reservatórios do sistema, dando origem a contaminações que reduzem o teor de cloro livre na rede, comprometendo o fornecimento de água potável à população.

Por outro lado, 18% das amostras coletadas apresentaram concentrações acima do limite máximo (2,0 mgCl₂/L), recomendado. Essa situação pode estar relacionada com a tentativa de manter um residual do desinfetante em pontos distantes da estação de tratamento, a fim de garantir a inativação de possíveis microrganismos patogênicos presentes na água. Com essa “estratégia” há maiores possibilidades de alterações nas características da água, conferindo sabor e odor à água, podendo levar à rejeição por parte dos consumidores. De acordo com as diretrizes da Organização Mundial de Saúde, para valores superiores a 0,3 mgCl₂/L, os consumidores mais sensíveis podem detectar sabor e cheiro na água.

O maior número de violações à legislação ocorreu no ponto de monitoração P11, apresentando dentre o total de amostras coletadas, 165

concentrações de cloro residual livre abaixo do recomendado pela Portaria nº 518. Essas baixas concentrações se deram neste local, provavelmente, por ser um ponto considerado como ponta de rede e por estar localizado em um trecho que possui tubulações muito antigas, algumas constituídas de ferro fundido, o que pode contribuir para a degradação do cloro ao longo da rede de distribuição.

Quanto às espécies de cloro residual combinado, em todos os pontos de monitoração houve a sua predominância, principalmente de tricloraminas, revelando um alto índice de nitrogênio amoniacal na água de abastecimento. Um fator que favorece esse resultado é o provável comprometimento da qualidade da água do manancial que abastece o sistema, o Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão). A deterioração da qualidade da água pode ser justificada por fatores de ordens antropogênica e climática. Nas proximidades das margens que circundam o açude Boqueirão, há plantações de culturas diversificadas de leguminosas, cultivadas à base de fertilizantes e, em períodos de chuvas, os resíduos desses produtos, como também materiais particulados de origem orgânica, são carregados para as águas do manancial, aumentando as concentrações de nitrogênio amoniacal. As falhas nas operações de uma estação de tratamento e as incidências de vazamentos na rede favorecem o surgimento das espécies de cloro residual combinado, que possuem baixo poder de desinfecção. Essa situação implica em baixas concentrações de cloro residual livre na rede, em virtude da maior demanda de cloro para oxidação das espécies de cloraminas, tornando o sistema de abastecimento público de água vulnerável a situações de risco, sem oferecer uma proteção sanitária adequada aos usuários da água.

Dentre os onze pontos monitorados, o ponto P10 apresentou a maior concentração de cloro residual combinado, o que pode ser justificado pelas relativamente altas quantidades de nitrogênio amoniacal, advindas do próprio manancial e que não foram eliminadas durante o processo de tratamento.

O indicador pH em todos os pontos de monitoração, variou dentro dos limites estabelecidos pela legislação (6,0 a 9,5). A partir de um determinado ponto houve certa diminuição do pH, o que pode estar relacionado com o aumento da dosagem de sulfato de alumínio que, ao dissociar-se libera íons hidrogênio promovendo uma redução no pH. Este fator contribui de maneira positiva na desinfecção, pois, em meio ácido, a predominância do ácido hipocloroso é maior, tornando o processo mais eficiente.

O comprometimento da água que abastece a cidade de Campina Grande pode ser consequência de alguns fatores já indicados anteriormente por Galdino (2009):

- alteração da qualidade das águas do manancial que abastece a cidade;
- falhas na operação da estação de tratamento de água;
- intermitência do abastecimento de água pelas manobras realizadas na rede de distribuição em função da obsolescência da rede de distribuição e falta de capacidade dos reservatórios em atender à demanda da população, gerando pressão negativa na rede e, fazendo com que águas de qualidade inadequada sejam succionadas para dentro das canalizações de água potável, caso haja alguma pequena abertura;
- manutenção pouco efetiva da rede de distribuição;
- falta de esgotamento sanitário em alguns setores da cidade;

Diante de tal situação é perceptível que se fazem necessários investimentos e uma melhor observância dos preceitos legais destinados à manutenção da qualidade da água por parte dos envolvidos nesse setor, visando o bem-estar da população atendida pelos serviços de abastecimento, garantindo água em quantidade e qualidade de acordo com as normas e padrões de potabilidade.

6.2 Operação e manutenção do sistema distribuidor de água de Campina Grande

Um programa de controle de qualidade da água é essencial para a operação de qualquer sistema de abastecimento de água, não somente na estação de tratamento, por ser uma medida necessária para a garantia da saúde da população. Deve ser uma atividade de caráter dinâmico que deve ser exercido nos sistemas de abastecimento de água tanto no meio urbano como no meio rural.

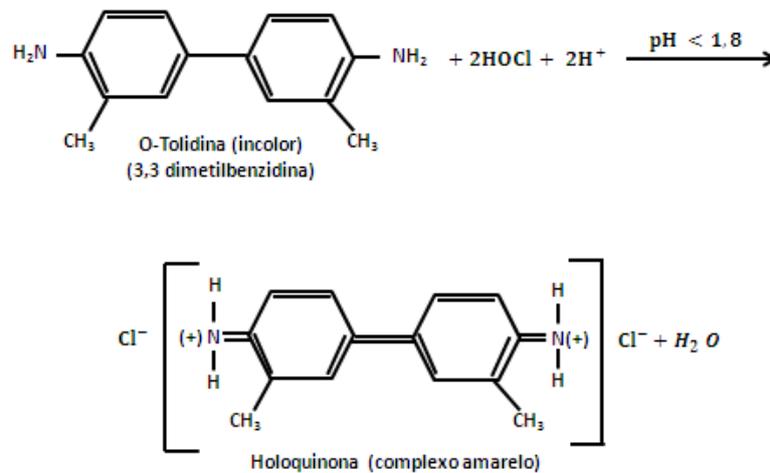
A Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA promove o controle da qualidade da água distribuída por meio de análises físico-químicas e microbiológicas. Essas análises são realizadas mensalmente em pontos da rede do sistema de distribuição, combinando critérios de abrangência espacial e pontos

estratégicos, tais como locais de grande circulação de pessoas, locais afetados por manobras no sistema, pontas de rede e reservatórios, entre outros.

Com relação ao indicador cloro residual livre (CRL), o controle realizado pela CAGEPA, como na maioria das empresas de abastecimento de água do Brasil, utiliza como método de determinação da concentração a ortotolidina, que é um método que apresenta erros relativos na ordem de 20,2 a 42,5%, o que conseqüentemente causa erros na dosagem do desinfetante cloro, implicando em maiores despesas operacionais na Estação de Tratamento de Água. Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que o sistema de distribuição de água de Campina Grande tem cloro residual combinado em níveis variáveis o que pode estar mascarando os resultados de cloro residual livre monitorado pela CAGEPA na sua ação de controle da qualidade da água distribuída em Campina Grande, já que no método da ortotolidina não se consegue quantificar separadamente as concentrações de cloro livre e combinado. O cloro hidrolisado oxida a ortotolidina (O-tolidina, 3,3 dimetilbenzidina), formando um composto amarelo (a holoquinona Figura 6.1), cuja intensidade é proporcional à concentração de cloro. O método mede o cloro livre e combinado (cloro residual total). O pH da solução deve estar em torno de 1,6 e a intensidade do composto amarelo pode ser determinada no espectrofotômetro em 440 nm, ou pode ser comparada com disco ou bloco de comparação num comparador de campo

No entanto o controle da qualidade da água deve ser considerado em todas as etapas do serviço de abastecimento de água, desde o manancial, captação, recalque, adução, tratamento e distribuição, terminando na torneira; e não se restringir somente a verificar, por meio de exames e análises, se a mesma está atendendo os padrões de potabilidade regulamentares.

Figura 6.1- Complexo formado pela ação da ortotolidina



Para isto devem ser levados em consideração fatores ligados à concepção do sistema de abastecimento de água, a vida útil de projeto e a adoção de planos de manutenção do sistema quanto ao seu funcionamento e que venha a atender as finalidades desejadas quanto à qualidade da água com o intuito de evitar sua deterioração ao longo da duração do projeto.

Todavia, se faz necessário que toda a rede de distribuição seja mantida em condições sanitárias adequadas evitando-se todas as possibilidades de poluição ou contaminação durante a execução de reparos, substituições, remanejamentos e prolongamentos. Tais contaminações trazem consigo o surgimento de microrganismos patogênicos e de matéria orgânica em geral. No caso da intensidade dessa poluição ser moderada, o cloro residual presente na água do sistema de distribuição poderá garantir a desinfecção. Por outro lado, caso a poluição seja maior, o cloro residual será totalmente consumido. Desse modo, o cloro residual da rede poderá servir como indicador de qualidade da água facilmente monitorado.

Paralelamente ao consumo parcial ou total do cloro residual, surge o cloro residual combinado, resultado das reações ocorridas entre o cloro e nitrogênio amoniacal, o qual também poderá servir como indicador de qualidade da água, no sentido de que, sua presença indicará a existência de contaminação da água.

7.0 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos revelaram que os pontos extremos da rede ou os pontos inseridos em locais com limitações na infraestrutura, como a existência de redes de distribuição antigas (P11), são setores vulneráveis do sistema de distribuição de água de Campina Grande, por apresentarem um residual de cloro livre abaixo do recomendado pela legislação específica e a predominância de cloro residual combinado, conferindo riscos à saúde da população atendida. Assim como pontos, cujas localizações são muito próximas a reservatórios (P7), estão sujeitos a supercloração que pode induzir sabor e odor na água e objeção ao seu consumo por parte dos consumidores.

Foram determinadas concentrações expressivas de cloro residual combinado nas zonas de pressão A, B e C e D do sistema de distribuição de água de Campina Grande, as quais não têm poder desinfetante significativo e que podem ser atribuídas a um conjunto de fatores associados à degradação da qualidade da água, bem como a aspectos relacionados à operação e, principalmente, manutenção do sistema.

Os resultados da pesquisa mostraram que os horários de análise não apresentaram diferenças significativas quanto ao valor do indicador analisado. Portanto, a realização de análises pode ser feita em um único horário ao longo do dia para cada ponto de coleta escolhido, com frequência diária, no sentido de manter a rede de distribuição de água sob vigilância permanente, quanto à sua potabilidade, desde a saída do reservatório abastecedor (R-9) até as ligações domiciliares.

Foi constatado diante dos resultados das análises que a qualidade da água sofre alterações sazonais, em virtude de fatores climáticos, apontando alterações significativas em variáveis como cloro residual, havendo a necessidade de utilização de medidas corretivas nos setores da rede de distribuição afetados por essas alterações.

Através de um plano de manutenção preventiva, a qualidade da água utilizada nos sistemas de abastecimento público, torna-se mais confiável do ponto de vista da potabilidade. Uma vez que este tipo de manutenção visa prevenir possíveis contaminações nos sistemas de distribuição, como vazamentos, infiltrações e formação de biofilme em tubulações e reservatórios.

Por fim, é importante ressaltar que a melhoria da qualidade da água passa por medidas que vão desde a proteção dos mananciais, passando por ações preventivas e corretivas nos sistemas de abastecimento de água, até as instalações domiciliares. Isto exige um planejamento integrado das atividades de controle, vigilância e de educação sanitária e ambiental que deve envolver não só os prestadores dos serviços e órgão de vigilância, como também toda a população.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. A. B. Contribuição à aplicação de coeficientes de consumo em projetos de abastecimento de água e esgotamento sanitário em comunidades urbanas e baixa renda do nordeste do Brasil – Estudo de caso. 2007. 84f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande, 2007.

APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20th ed., Washington, D.C: American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, 1999. 1220p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.211** - Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água, Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.218**. Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BÁGGIO, M. A. **Gerenciamento da operação de sistemas de abastecimento de água: nova filosofia**. Londrina: SANEPAR, 1998. 21p.

BARBOSA, P. S. F.; COSTA, A. A.; SANTOS JÚNIOR, J. B. S. Um algoritmo de programação linear para análise de redes hidráulicas. **Revista Brasileira de recursos Hídricos**, v.4, n.4. p.75-84, 1999.

BASTOS, R. K. X.; HELLER, L.; FORMAGGIA, D.M.E. **Comentários sobre a Portaria MS n.º 518/2004: subsídios para implementação**. Brasília: Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância em Saúde/Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental/Editora do Ministério da Saúde, 2005. 92p.

BORGES, J.T; SPARRAPAN, R.; GUIMARÃES, J. R.; EBERLIN, M. N. **A influência da amônia no potencial de formação de Trihalometanos**. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITÁRIA Y AMBIENTAL. 28, Canun, México, outubro, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n.º 56**, de 13 de março de 1977. Aprova as normas e o padrão de potabilidade da água a serem observados em todo território nacional. Brasília, 1977

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n.º 36**, de 19 de janeiro de 1990. Dispõe sobre as normas e padrões de potabilidade de água para consumo humano. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 23 jan 1990.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n.º 1.469**, de 29 de dezembro de 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 22 fev 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n.º 518**, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 60p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº518**. Disponível na Internet: http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf. 2004. Acesso em 18/08/2007.

CAGEPA - Companhia de água e Esgoto da Paraíba. **Dados dos reservatórios do sistema de água de Campina Grande, Pocinhos, Galante - PB**, 2009.

CARMO, R. F.; BEVILACQUA, P. D.; BASTOS, R. K. X. Vigilância da qualidade da água para consumo humano: abordagem qualitativa da identificação de perigos. **Engenharia Sanitária Ambiental** [online], Rio de Janeiro, vol. 13, n.4, p.426-434, 2008.

CARRIJO, I. B.; REIS, L. F. R. **Extração de regras operacionais ótimas de sistemas de distribuição de água através de algoritmos genéticos e aprendizado de máquina**. In: Seminário Hispano-Brasileiro sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água João Pessoa (Brasil), 2004.

CALIJURI, M. L.; SANTIAGO, A. da F.; CAMARGO R. de A.; MOREIRA NETO R. F. Estudo de indicadores de saúde ambiental e de saneamento em cidade do Norte do Brasil. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.14 n.1, 2009.

DI BERNARDO, L. **Tecnologias de tratamento de Água com filtração rápida**. In: Seminario Taller Selección de Tecnología para el Mejoramiento de la Calidad de Agua. Santiago de Cali, 2000.

DUARTE, A..de S.; CUNHA, A.C. da; BRITO, D.C. de. **Monitoramento da qualidade da água utilizada para consumo humano no bairro Santa Rita, Macapá, Amapá, Brasil**, 2009. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 25, 2009, Recife, **Anais...** Rio de Janeiro: ABES 2009.

GALDINO, F. A. G. Indicadores sentinelas para a formulação de um plano de amostragem de vigilância da qualidade da água de abastecimento de Campina Grande (PB). Campina Grande - PB: UFCG, 2009. 110p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande, 2009.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.859p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2008**. Disponível na Internet: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2008/default.shtm>. 2000. Acesso em 18/08/2011.

PARSEKIAN, M. P. S. Análise e proposta de formas de gerenciamento de estações de tratamento de águas de abastecimento completo em cidades de porte médio do estado de São Paulo. 1998. 194f. **Dissertação** (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). Universidade de São Paulo, SP, 1998.

PAZ, L. P. S. Modelo conceitual de tecnologias de tratamento de comunidades de pequeno porte. 2007.398f. **Tese** (Doutorado em Hidráulica e Saneamento), Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2007.

PINTO, V.G; HELLER, L.; BASTOS, R. K. X; PÁDUA, V. L. **Discussão comparativa das legislações sobre controle da qualidade da água para consumo humano em países do continente americano**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 23, 2005, Campo Grande, **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

SANCHES, S. M.; SILVA, C. H. T. de P.; VIEIRA, E. M. Agentes desinfetantes alternativos para o tratamento de água. **Revista Química Nova na Escola**; n. 17; 2003.

SILVA; S. A.; OLIVEIRA, R, **Manual de análise físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias**. Campina Grande, PB: O Autor, 2001. 266p.

VIEIRA, J. M. P.; MORAIS, C. M. G. D.; VALENTE, J. C. T.; PEIXOTO, F. M. S. P. M. **Planos de Segurança em Sistemas Públicos de Abastecimento de Água para Consumo Humano** – Série Guias Técnicos, Portugal - Universidade do Minho, 2005.

WALDMAN, E. A. Usos da vigilância e da monitorização em saúde pública. **Informe Epidemiológico do SUS**, ano VII, n. 3, p. 7-26, 1983.

WHO - World Health Organization. **Guidelines for drinking-water quality**, vol 1, WHO, Geneva (3º edição), 2004.