

## IV-079 - GESTÃO E CONSERVAÇÃO DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO CENTRO DE CONVENÇÕES DE PERNAMBUCO

### **Amanda Almeida de Oliveira Figueiredo<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil pela Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI/UPE). Mestranda em Engenharia Civil com ênfase em Construção Civil pela Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI/UPE).

### **Carlos André de Holanda Florêncio e Silva<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI/UPE). Pós graduando em Gestão Pública pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE).

### **Mayara Maria de Arruda Gomes<sup>(3)</sup>**

Engenheira Civil pela Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI/UPE). Mestranda em Engenharia Civil com ênfase em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Pernambuco (PPGEC/UFPE).

### **Manuella Catarina Lima Cavalcanti<sup>(4)</sup>**

Engenheira Civil pela Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI/UPE).

### **Simone Rosa da Silva<sup>(5)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Mestre em Engenharia Civil pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. Doutora em Engenharia Civil com ênfase em Recursos hídricos e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professora Associada da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI/UPE). Docente do Mestrado em Engenharia Civil da POLI/UPE e do Mestrado em Tecnologia Ambiental do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Benfica, 445 - Madalena - Recife - PE - CEP: 50720-001 - Brasil - Tel: (81) 3184-7500 - e-mail: [amandaalmeida1602@gmail.com](mailto:amandaalmeida1602@gmail.com)

## **RESUMO**

O Centro de Convenções de Pernambuco é extremamente importante para o Estado, pois comporta os maiores eventos onde participam milhões de pessoas, de diferentes classes econômicas e nacionalidades. Os eventos nessas instalações são realizados diariamente e simultaneamente. O estudo analisou alternativas para melhoria no abastecimento de água e medidas de conservação no empreendimento, buscando equacionar e apresentar alternativas para otimização dos seus recursos hídricos. A metodologia consistiu nas fases de campo e pesquisa. Na primeira houve visitas técnicas, levantamento e coleta de dados, que resultaram na caracterização do empreendimento sobre os aspectos físicos, abastecimento, armazenamento, demandas e consumo. A segunda etapa analisou as informações coletadas, identificou os problemas na gestão dos recursos hídricos e foram propostas soluções. Os resultados identificaram a fragilidade na gestão de água do empreendimento com armazenamento hídrico insuficiente e apenas um poço para atender as demandas hídricas que chegaram a um consumo em 2015 de 98.478,4 m<sup>3</sup>. As soluções apresentadas neste estudo buscaram aumentar o armazenamento, indicar novas fontes de abastecimento e medidas de conservação de água para o empreendimento. Assim, foi realizada a análise para perfuração de novo poço, viabilidade do suprimento das demandas hídricas pela concessionária, a verificação da contratação de caminhões-pipas para resolver problemas emergenciais de abastecimento, ligação do antigo reservatório de refrigeração com as instalações hidrossanitárias e o estudo para implantação de sistema de captação de água pluvial. Concluiu-se que, caso haja falha na captação de água do poço existente por qualquer problema técnico, o empreendimento ficará em uma situação complicada para atendimento imediato das demandas hídricas. Apesar de seus reservatórios ativos possuírem uma capacidade de 3.600 m<sup>3</sup>, apenas 540 m<sup>3</sup> é destinado ao atendimento das instalações hidrossanitárias, valor reduzido em comparação com o consumo médio diário de 268,3 m<sup>3</sup>. Portanto, as alternativas propostas para melhorar o abastecimento e propiciar a conservação desses recursos devem ser levadas em consideração combinadamente, pois, uma solução não exclui as outras necessariamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Consumo de água, Centro de Convenções, Água subterrânea, Atendimento de demandas, Captação de água pluvial.

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui ampla disponibilidade de recursos hídricos, todavia, sua distribuição espacial não é uniforme. Assim, muitas regiões enfrentam problemas de escassez intimamente relacionados à dificuldade de acesso à água e poluição. Entretanto, a quantidade de água necessária para o atendimento das demandas hídricas é crescente por causa do aumento populacional e desenvolvimento econômico. Desta forma, a ampliação e otimização do sistema de abastecimento da água, fundamental para melhorar a oferta, se dar através do planejamento e investimentos em infraestrutura.

Segundo Marques et al. (2015) para restabelecer o equilíbrio entre oferta e demanda de água e garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social, é necessário que métodos e sistemas alternativos modernos sejam convenientemente desenvolvidos e aplicados. Nesse sentido, reúso, reciclagem, gestão da demanda e redução de perdas se constituem, em associação às práticas conservacionistas, como as palavras-chave mais importantes em termos de gestão de recursos hídricos (FIESP, 2005).

Existe a necessidade de uma visão integrada de médio e longo prazo onde a sustentabilidade para o uso e conservação do recurso de água devem ser continuamente considerados em diversos setores da sociedade, tanto nas esferas públicas como privadas (CARNEIRO, 2016). Portanto, percebe-se que uma gestão responsável das edificações com instituições públicas melhoraria os pilares fundamentais da sustentabilidade: ambiental, social e econômico.

De acordo com Ramísio et al. (2016) a investigação nas áreas de conhecimento associadas à sustentabilidade, e inerentemente na gestão sustentável da água, deverá assumir-se como uma prioridade dada a sua importância estratégica no desenvolvimento. Enquanto os programas de gestão de água não estiverem no topo das prioridades das instituições, este setor nunca será bem organizado (GRIGG, 2011).

Assim, as edificações públicas exercem um papel de destaque para a otimização e conservação de água. É importante a inserção e fomentação de técnicas e tecnologias de redução, reutilização e aproveitamento da água e aplicando-as, sempre que possível, visando à otimização e eficiência para o não desperdício (CARNEIRO, 2016).

Edificações públicas são imóveis construídos ou adaptados com recursos públicos para exercício de atividade administrativa ou para a prestação de serviços públicos, tais como prédios administrativos, escolas, hospitais, postos de saúde, clínicas, museus, instituições de pesquisa e outras instituições ou associações de diversos tipos. O consumo de água nesses prédios varia de acordo com sua tipologia, dimensões, quantidade de funcionários, jornada de trabalho, finalidade e população flutuante. Mas em geral, os aparelhos hidrossanitários e jardins são responsáveis por consumir a maioria da água.

A Empresa de Turismo de Pernambuco (EMPETUR) gerencia um amplo espaço para realização de grandes eventos do país, o Centro de Convenções de Pernambuco (CECON), que abriga famosos eventos de pequeno, médio e grande porte o ano inteiro, atraindo milhares de pessoas semanalmente.

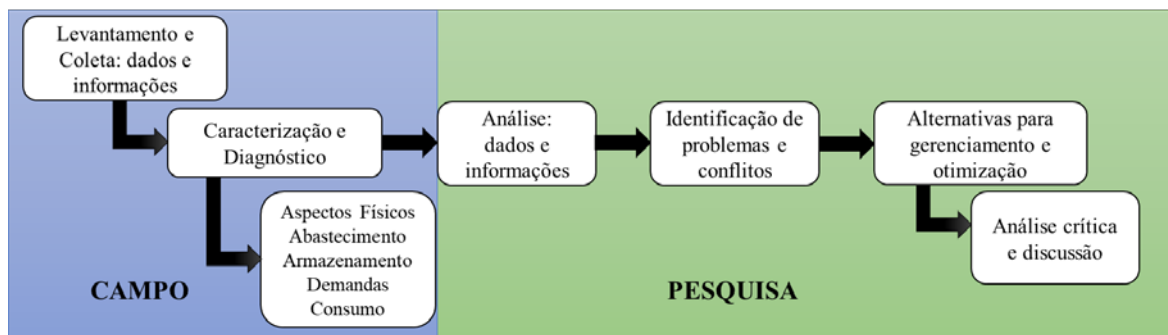
Estudos analisando os diversos problemas hídricos enfrentados por edificações com tipologia de Centro Convenções são pouco abordados na literatura. Tais estruturas representam grandes custos de manutenção ao Governo devido às amplas instalações e por atender milhões de pessoas anualmente, portanto merecem um maior enfoque.

Esse trabalho analisou alternativas para conservação e melhoramento do gerenciamento do sistema de abastecimento de água do CECON, buscando equacionar e apresentar alternativas para otimização dos seus recursos hídricos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido através de duas etapas principais: campo e pesquisa. A Figura 1 esquematiza a metodologia e os aspectos analisados. A realização de visitas técnicas exploratórias foi fundamental para a coleta de dados e informações sobre o CECON, pois através delas foi possível verificar

todas as instalações físicas (salas, teatros, auditórios, estacionamento), conhecer os equipamentos hidrossanitários adotados nos banheiros e o estado de conservação das tubulações.



**Figura 1 – Esquema das etapas e análises da metodologia do presente estudo.**

Assim, constatou-se a necessidade de realizar os diagnósticos, caracterizando o empreendimento sobre os aspectos físicos, abastecimento de água, armazenamento hídrico, demandas e consumo.

A análise dos aspectos físicos teve o intuito de verificar no empreendimento áreas do terreno, área construída, área verde, capacidade do estacionamento e dos locais onde acontecem os eventos. Essas informações foram obtidas com o acesso a documentos internos e levantamento arquitetônico.

O diagnóstico do abastecimento de água identificou as fontes de fornecimento que o CECON utiliza ou possui acesso para o suprimento das demandas hídricas. O levantamento dos reservatórios construídos no empreendimento buscou identificar seus volumes e finalidades para conseguir caracterizar o armazenamento hídrico.

Também, identificou-se as demandas permanentes e flutuantes que necessitam de água para a manutenção e funcionamento da edificação. O acesso aos dados de consumo foi possível através da numeração dos hidrômetros do empreendimento junto à Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) tanto para o fornecimento público como utilização do poço.

Após o diagnóstico e análise das informações do empreendimento o estudo buscou alternativas para otimizar e melhorar o gerenciamento dos recursos hídricos do CECON, propondo soluções de caráter emergencial e permanente para garantir a segurança hídrica da edificação e conservação de água. As medidas analisadas passaram por uma discussão crítica, considerando novas fontes de abastecimento e aumento da disponibilidade de armazenamento.

O estudo para implantação de captação de água de chuva seguiu a metodologia de Figueiredo & Silva (2015) e Silva et al. (2017) onde foram necessários o levantamento e análise estatística dos dados pluviométricos da região, estabelecimento do consumo da demanda a ser substituída por água pluvial, seleção dos métodos a serem aplicados e a estimativa do volume do reservatório através dos cálculos propostos pela NBR 15.527 (ABNT, 2007): Alemão, Azevedo Neto, Inglês e Simulação.

## RESULTADOS

### Caracterização da edificação

O Centro de Convenções de Pernambuco (Figura 2), localizado em Olinda, é considerado o maior centro de negócios do Nordeste, o terceiro maior polo de eventos do país e um dos mais modernos da América Latina. Ocupa um terreno de 240.000 m<sup>2</sup> tendo 74.000 m<sup>2</sup> de área construída, composto de pavilhão de feiras, setores de exposições, teatros e auditórios, salas de conferência, depósitos, posto de informação turística, estacionamento, jardins e espaços externos. A composição destes locais permite que eventos simultâneos transcorram naturalmente, sem quaisquer interferências.



**Figura 2 – Vista área do Centro de Convenções de Pernambuco localizado em Olinda (PE). Fonte: Saboia (2016).**

O pavilhão de feiras é totalmente climatizado e possui cerca de 19.380 m<sup>2</sup> de área aproveitável. O setor de exposições é dividido em cinco áreas com aproximadamente 6.160 m<sup>2</sup>. O estacionamento disponível para público é operado por empresa concessionária possuindo capacidade para até 1.212 automóveis. A área de telhado é de aproximadamente 40.000 m<sup>2</sup> e a área de jardim é de quase 25.000 m<sup>2</sup> e necessita de água para sua manutenção, semanalmente.

O principal teatro do CECON é o Guararapes, um dos maiores do Brasil, com capacidade para 2.371 pessoas (plateia e balcão). Além do teatro principal, existe também o Beberibe (capacidade: 390 assentos), os Auditórios Tabocas (capacidade: 800 cadeiras), Brum (capacidade: 202 assentos) e Ribeira (capacidade: 202 assentos), e mais onze Salas de Conferências (com capacidade para 100 pessoas cada), oferecendo significativa capacidade de acomodação para mais de 2.694 pessoas, em locais climatizados, com rede elétrica, rede wireless, baterias sanitárias e entradas independentes em cada conjunto.

### **Diagnóstico do abastecimento hídrico do Centro de Convenções de Pernambuco**

A Concessionária responsável pelo abastecimento do Centro de Convenções é a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). Existem duas ligações para o suprimento da água com hidrômetros instalados, entretanto, as mesmas não são utilizadas devido a problemas de falta de pressão da água, que inviabilizam o enchimento dos reservatórios.

Além disso, o custo para suprir as demandas hídricas com o fornecimento da COMPESA seria bastante elevado em decorrência do alto consumo do empreendimento. Assim, o poço é a única forma utilizada para suprimento das demandas, responsável por manter os reservatórios cheios especialmente para utilização nos banheiros e sistema de refrigeração dos eventos. Dessa forma, seu sistema de bombeamento é praticamente permanente. Entretanto, apesar desse poço ser essencial para o funcionamento, a sua manutenção não é realizada com grande frequência visto que ele já passou quase sete anos sem nenhuma intervenção.

Os eventos no Centro de Convenções são diários e possuem portes pequenos, médios e grandes. Também, vários deles podem acontecer ao mesmo tempo. Portanto, a paralização do fornecimento de água pelo poço para serviços de manutenção implicaria em consequências na agenda de eventos do CECON. Funcionários relataram que em 2014 houve uma programação para a intervenção no poço ocorrer durante os quatro dias com poucos eventos de pequeno porte. Porém, apesar da água ter sido previamente armazenada nos reservatórios, ainda existiu a insegurança e preocupação do tempo de manutenção durar mais que o estimado e a água armazenada não ser suficiente, sendo necessário uma solução emergencial com a utilização de carros-pipas para suprir as demandas hídricas.



A solução adotada pelos empregados funcionou, pois eles tiveram tempo para se planejar, contudo, também revela a grande dependência desse único poço ocasionando uma insegurança hídrica no abastecimento. Esse fato é preocupante, pois caso haja interrupção no funcionamento do poço, provavelmente faltará água para realização dos eventos.

### **Diagnóstico do armazenamento hídrico**

No CECON existem cinco reservatórios para o armazenamento de água, porém nenhum deles possui hidrômetros instalados. O reservatório 1 é o mais recente, inaugurado em 2006, em estrutura metálica e possui uma capacidade de 3.000 m<sup>3</sup> destinada ao sistema de refrigeração, que é mantido sempre a um nível elevado para que o arrefecimento não seja prejudicado.

O reservatório 2, com uma estrutura de concreto aparente, localiza-se na parte externa das edificações, tendo uma capacidade de 190 m<sup>3</sup>. O reservatório 3 é uma cisterna situada abaixo do reservatório 2, com capacidade de 350 m<sup>3</sup>. O reservatório 4 armazena 60 m<sup>3</sup>, correspondendo a uma reserva mínima de incêndio para o empreendimento com o intuito de alimentar por gravidade as tubulações do sistema de hidrantes.

Ainda existe um reservatório 5, com capacidade de 1.000 m<sup>3</sup>, localizado logo abaixo da superfície do terreno, que antigamente era destinada ao sistema de refrigeração. Contudo, a sua estrutura de concreto armado enterrada no solo não conseguia manter a água com a temperatura adequada para a finalidade e a sua capacidade ficou insuficiente para resfriar o volume de água necessário ao funcionamento do CECON. Quando o reservatório 1 foi inaugurado para dar suporte ao sistema de arrefecimento, o antigo deixou de ser utilizado até 2014, quando houve a necessidade de enche-lo por causa da manutenção do poço. Atualmente, ele é mantido cheio para uma eventual emergência, apesar de não possuir ligações permanentes com o restante da rede que abastece o sistema hídrico do CECON.

### **Caracterização das demandas hídricas**

Primeiramente, as demandas hídricas do CECON podem ser classificadas entre permanentes e temporárias. As permanentes correspondem ao atendimento de:

- Quadro de aproximadamente 700 funcionários, em 2015, trabalhando diariamente dentro das instalações, pertencendo a vários órgãos públicos administrativos instalados no empreendimento.
- Resfriamento do ar condicionado permanente para funcionários, cujo consumo de água não pode ser mensurado, pois apenas o reservatório 1 é destinado ao sistema de refrigeração, tornando-se incomum com os eventos.
- Jardins internos e externos que totalizam em uma área verde de 25.098 m<sup>2</sup>.

As demandas temporárias em um empreendimento como o CECON podem ser muito superiores à permanente e são difíceis de serem quantificadas, pois consiste no público dos eventos e suas necessidades relacionadas ao uso dos banheiros e do sistema de arrefecimento.

Atualmente, o CECON não possui um banco de dados com a estimativa de público dos eventos, tendo registros entre os anos de 2000 a 2009. A estimativa de público mais recente registrada foi no ano de 2009, onde 1.573.127 de pessoas passaram pelas instalações do CECON em 524 eventos.

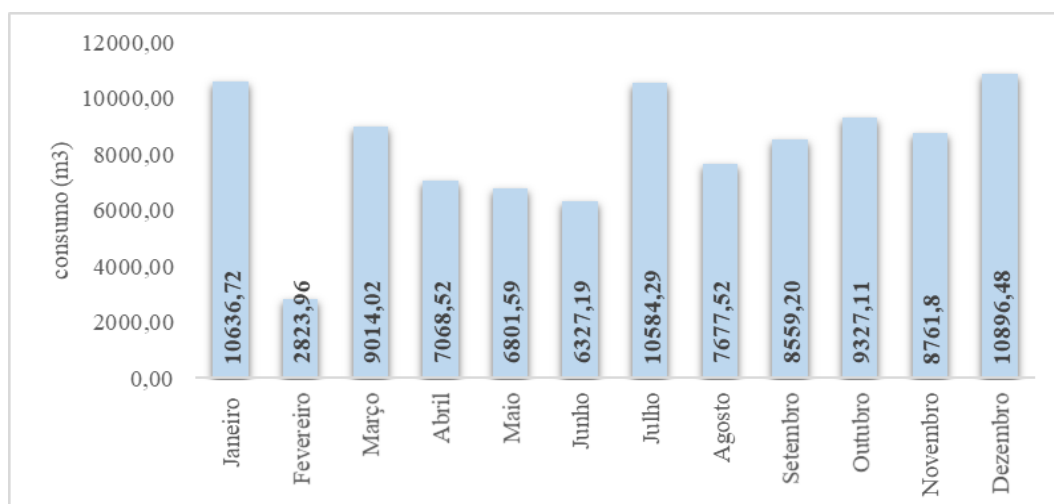
O cadastro e quantificação dessas informações é importante, pois permitiria a análise da variação de público dos eventos, comparando variações anuais, a ocupação mensal de cada espaço, os tipos de eventos e seus quantitativos, o número de pessoas nos eventos e a receita arrecadada.

A demanda de água devido à população flutuante dos eventos é difícil de ser estimada, pois o CECON não possui hidrômetros setorizados nos banheiros, copas e sistema de refrigeração na área destinada a eles.

### **Consumo de água do empreendimento**

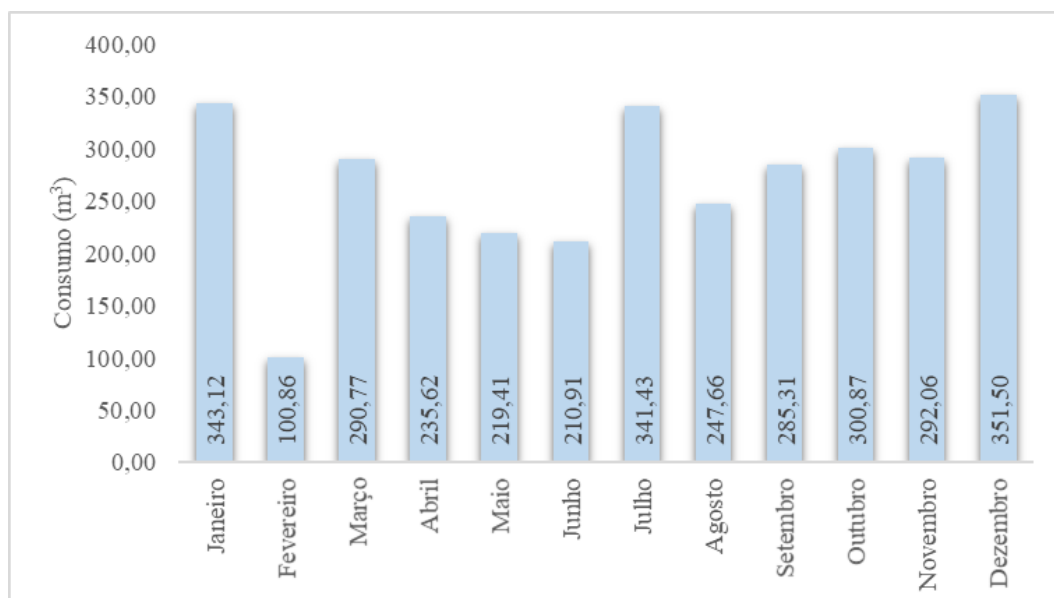
A caracterização do consumo de água do CECON foi feita considerando o consumo mensal durante o ano de 2015, período em que os dados foram fornecidos, logo após a implantação de hidrômetros com sistema de telemetria. Com essa tecnologia, foi possível verificar o comportamento do consumo horário, diário e mensal.

Percebeu-se que o funcionamento de um centro de convenções requer grande quantidade de água, aproximadamente 98.478,4 m<sup>3</sup> no ano de 2015, conforme apresentado na Figura 3. Assim, os meses com maior consumo superam 10.500 m<sup>3</sup>, como pode ser visto em dezembro (10896,48 m<sup>3</sup>), janeiro (10636,72 m<sup>3</sup>) e julho (10584,29 m<sup>3</sup>).

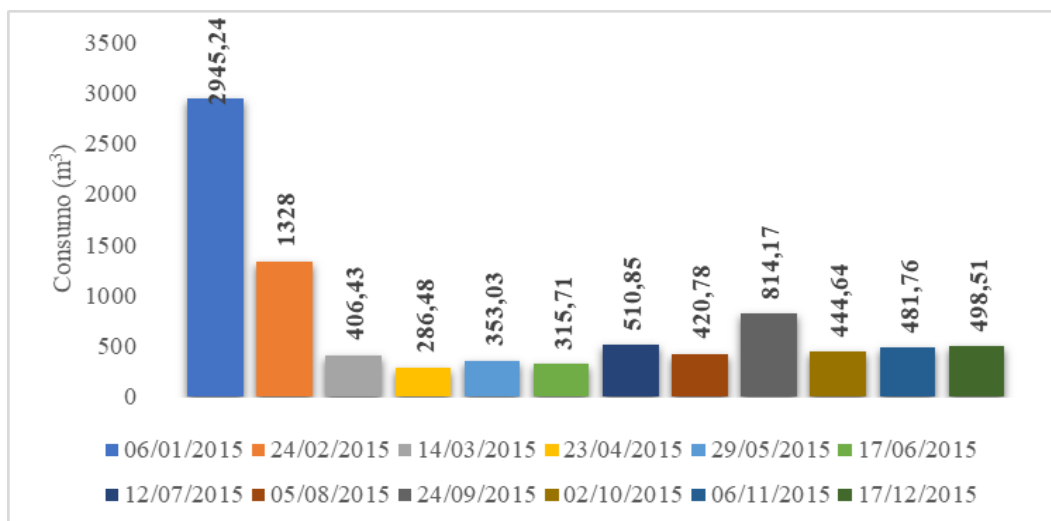


**Figura 3 – Consumo ao longo dos meses do Centro de Convenções de Pernambuco para o ano de 2015. Fonte: Figueiredo (2016).**

O consumo médio diário em 2015 (Figura 4) foi de 268,29 m<sup>3</sup>/dia com um desvio padrão de 71,03 m<sup>3</sup>/dia. A Figura 4 apresenta o consumo médio diário em cada mês. O dia com o maior consumo (Figura 5) foi em 06/01/2015 onde estavam acontecendo três eventos: feirão de eletrodomésticos, aula de inglês e uma colação de grau. Observa-se que esses eventos não justificam um consumo de 2.945,24 m<sup>3</sup>, portanto, foi confirmado pelos funcionários o acontecimento de um grande vazamento neste dia, que demorou a ser resolvido. Em fevereiro, o hidrômetro apresentou defeito e acabou registrando o consumo acumulado de vários dias.

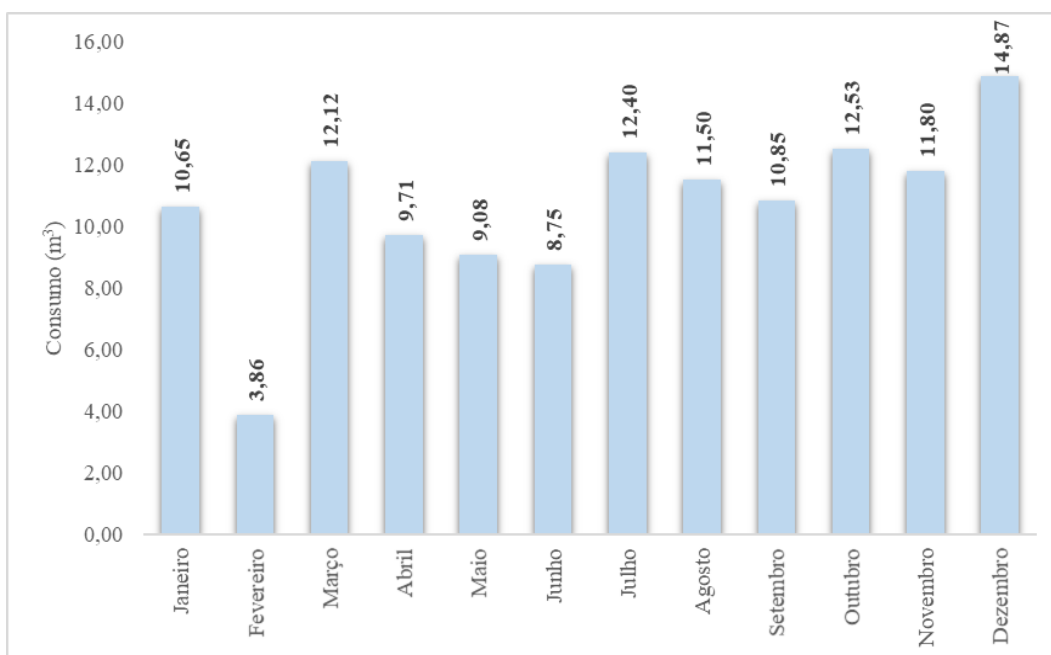


**Figura 4 – Consumo médio diário por mês no Centro de Convenções de Pernambuco durante o ano de 2015. Fonte: Figueiredo (2016).**



**Figura 5 – Consumo máximo diário de cada mês no Centro de Convenções de Pernambuco para o ano de 2015. Fonte: Figueiredo (2016).**

Apesar do consumo médio horário ter sido de 10,68 m³/h, não demonstra a real solicitação do poço pelas demandas hídricas por não considerar as horas que o mesmo não é requerido. A Figura 6 apresenta o consumo médio horário ao longo dos meses. Geralmente, o poço não é usado de 22h até às 8h do dia seguinte, refletindo que o uso de água é maior durante o expediente dos funcionários e dos eventos simultâneos. O pico de consumo acontece entre as 10h e 15h, pois nesse intervalo os reservatórios diminuem os níveis de água em função do consumo, sendo preciso vazões maiores para suprir as necessidades de hídricas rapidamente.



**Figura 6 – Consumo médio de horário por mês em 2015 no Centro de Convenções de Pernambuco. Fonte: Figueiredo (2016).**

O máximo consumo horário foi de 67,34 m³/h em 17/06/2015 entre 10h e 11h. Nesse intervalo de tempo, estava ocorrendo a organização e montagem de uma feira de artesanato, uma conferência na área de saúde, várias reuniões e preparação para a festa de São João de duas escolas. A Tabela 1 apresenta os maiores consumos horários em cada mês do ano de 2015.

**Tabela 1 – Consumo máximo horário para o ano de 2015 no Centro de Convenções de Pernambuco. Fonte: Figueiredo (2016).**

Máximo Consumo horário (m <sup>3</sup> )	Data	Horário (h)
54,51	16/01/2015	14:00 - 15:00
34,95	30/03/2015	21:00 - 22:00
32,45	13/04/2015	14:00 - 15:00
41,11	20/05/2015	13:00 - 14:00
67,34	17/06/2015	10:00 - 11:00
40,05	20/07/2015	13:00 - 14:00
63,18	19/08/2015	11:00 - 12:00
38,68	03/09/2015	10:00 - 11:00
40,40	04/10/2015	11:00 - 12:00
37,06	13/11/2015	13:00 - 14:00

### **Melhorias no gerenciamento para o atendimento das demandas hídricas do empreendimento**

Edificações onde Centros de Convenções são instalados possuem uma tipologia bastante específica: grandes dimensões nas suas instalações; presença de população fixa administrativa; numerosa população flutuante dos eventos; possui eventos funcionando diariamente, em geral, das 6h às 22h; ampla área de jardim; banheiros com muitos equipamentos hidrossanitários; necessidade de limpeza constantemente; e presença do sistema de refrigeração na maioria das instalações, incluindo banheiros. Todos esses aspectos influenciam na demanda hídrica do empreendimento.

A adoção do poço como única alternativa para o suprimento das demandas hídricas demonstra a dependência e fragilidade do gerenciamento hídrico do empreendimento. Novas alternativas precisam ser adotadas para evitar problemas futuros caso existam problemas no sistema de bombeamento do poço. Em caso de comprometimento do funcionamento do poço, mesmo que temporariamente, são necessárias soluções alternativas. As propostas apresentadas neste estudo objetivaram aumentar o armazenamento, indicar novas fontes de abastecimento e medidas de conservação de água para o empreendimento.

Com o intuito de aumentar o armazenamento hídrico no CECON é fundamental realizar a ligação do reservatório 5 com a rede de instalação hidráulica permanentemente. Assim, uma capacidade de 1.000 m<sup>3</sup> de armazenamento seria incorporada à edificação, podendo ser utilizada diariamente ou apenas quando o poço necessitasse de manutenção. Considerando o consumo médio diário durante 2015, 268,29 m<sup>3</sup>/dia, esse reservatório conseguiria atender sozinho a demanda hídrica por mais de 3,5 dias. Tal fato também evitaria a ligação da bomba do poço constantemente.

Quando o fornecimento de água está comprometido, a solução mais rápida para não prejudicar a realização dos eventos é a compra de água de carro-pipa. Foram feitas três simulações para falta de água, estimando o custo que o CECON teria de arcar numa situação emergencial real durante o ano de 2015. Os preços utilizados são de duas empresas que fazem esse tipo de fornecimento de água e ficam localizadas na cidade do Recife. A primeira empresa trabalha com carro-pipa com capacidades de 20 m<sup>3</sup> (R\$ 480,00) e a segunda utiliza caminhões com 25 m<sup>3</sup> (R\$ 300,00).

A primeira simulação considerou a falta de água nos três dias de maior consumo, desconsiderando os consumos do dia com vazamento registrado no mês de janeiro e nos dias com falha no registro do equipamento de medição, como pode ser visto na Tabela 2. Nota-se que para o dia 24/02/2015 seriam necessários até 41 carros-pipas para suprir a demanda pela primeira empresa e 33 na segunda. Essa quantidade de veículos é muito alta e preocupante quando atrelada ao fato do trânsito de Recife ser caótico. Apesar do custo que o CECON teria que arcar variar bastante entre as empresas, é elevado por ser uma situação não planejada.



**Tabela 2 – Simulação de custo para o suprimento da demanda hídrica nos três dias de maior consumo durante o ano de 2015. Fonte: Figueiredo (2016).**

Data	Consumo (m³)	Nº de carros-pipas (empresa 1)	Custo (empresa 1)	Nº de carros-pipas (empresa 2)	Custo (empresa 2)
24/09	814,17	41	R\$19.680,00	33	R\$9.900,00
25/02	640,43	33	R\$15.840,00	26	R\$7.800,00
12/07	510,85	26	R\$12.480,00	21	R\$6.300,00

A segunda simulação partiu da suposição de que o problema com o poço seja solucionado após 72h, considerando os mesmos critérios que a simulação 1. A Tabela 3 mostra que seriam necessários 72 ou 58 caminhão-pipa para o suprir a demanda hídrica do empreendimento com custos extremamente elevados.

**Tabela 3 – Simulação de custo para o suprimento da demanda hídrica nos três dias consecutivos de maior consumo durante o ano de 2015. Fonte: Figueiredo (2016).**

Data	Consumo (L)	Nº de carros-pipas (empresa 1)	Custo (empresa 1)	Nº de carros-pipas (empresa 2)	Custo (empresa 2)
11/07/2015	440,69	23	R\$11.040,00	18	R\$5.400,00
12/07/2015	510,85	26	R\$12.480,00	21	R\$6.300,00
13/07/2015	456,85	23	R\$11.040,00	19	R\$5.700,00
Total	1.408,39	72	R\$34.560,00	58	R\$17.400,00

A terceira e última simulação refere-se a falta de água durante todos os dias do evento considerado o mais importante da agenda do CECON por atrair um público elevado em relação aos demais eventos, a FENEARTE. Em 2015, aconteceu XVI edição dessa feira de artesanato, a maior da América Latina, que durou 11 dias atingindo um público de mais de 330.000 pessoas com 5.000 expositores de 51 nacionalidades que comercializaram seus produtos, movimentando milhões de reais. A partir da Tabela 4 observa-se que o consumo nesses dias foi de 2.596,90 m³ o qual dispenderia um custo de até R\$ 65.760,00 considerando o fornecimento pela empresa 1.

**Tabela 4 – Simulação de custo para o suprimento da demanda hídrica nos 11 dias consecutivos da FENEART em 2015. Fonte: Figueiredo (2016).**

Data	Consumo (m³)	Nº de carros-pipas (empresa 1)	Custo (empresa 1)	Nº de carros-pipas (empresa 2)	Custo (empresa 2)
02/06/2015	263,55	14	R\$ 6.720,00	11	R\$ 3.300,00
03/06/2015	192,22	10	R\$ 4.800,00	8	R\$ 2.400,00
04/06/2015	181,76	10	R\$ 4.800,00	8	R\$ 2.400,00
05/06/2015	221,26	12	R\$ 5.760,00	9	R\$ 2.700,00
06/06/2015	240,91	13	R\$ 6.240,00	10	R\$ 3.000,00
07/06/2015	272,40	14	R\$ 6.720,00	11	R\$ 3.300,00
08/06/2015	292,24	15	R\$ 7.200,00	12	R\$ 3.600,00
09/06/2015	284,12	15	R\$ 7.200,00	12	R\$ 3.600,00
10/06/2015	173,11	9	R\$ 4.320,00	7	R\$ 2.100,00
11/06/2015	261,21	14	R\$ 6.720,00	11	R\$ 3.300,00
12/06/2015	214,12	11	R\$ 5.280,00	9	R\$ 2.700,00
Total	2.596,90	137	R\$ 65.760,00	108	R\$ 32.400,00

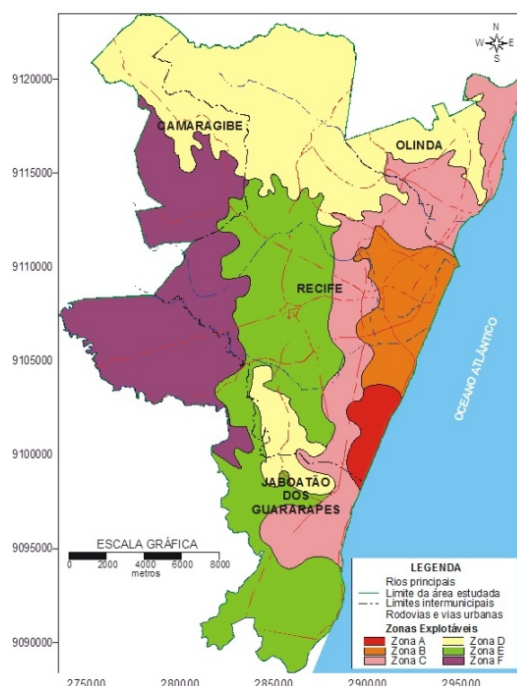
Um grande problema que deve ser resolvido é a falta de pressão na rede de abastecimento pública. É fundamental que esse empreendimento de singular importância para o Estado de Pernambuco tenha garantido o abastecimento público de água.

De acordo com o Art. 49 da ARPE (2013) o CECON tem o direito de solicitar à COMPESA as informações sobre a pressão da rede pública que chega à edificação. Caso essa pressão esteja em desacordo com o estabelecido, a concessionária precisa ajustar. Além disso, segundo o Art. 144 da ARPE (2013), fornecer água com pressão em desacordo com os limites estabelecidos, constitui infração sujeita à imposição da penalidade de multa à concessionária. Entretanto, se a COMPESA estiver cumprindo a pressão necessária, cabe ao CECON investir e realizar obras para que a água chegue aos reservatórios da edificação. Ressalta-se que essa solução, a longo prazo, seria bastante onerosa. O CECON possui um alto consumo de água que iria impactar diretamente o custo com tarifa de água, uma vez que atualmente não há cobrança pela água captada do poço.

Outra solução seria a perfuração de um novo poço para que um sistema de rodízio entre eles fosse estabelecido, possibilitando manutenções regulares sem gerar transtorno para a realização dos eventos. Também, caso houvesse falha em um deles, o outro poderia entrar em funcionamento, enquanto as medidas corretivas fossem realizadas. Essa medida seria a mais econômica a longo prazo, pois atualmente não há cobrança pelo uso das águas subterrâneas do Estado de Pernambuco.

Entretanto, os impactos ambientais para os recursos subterrâneos continuariam semelhantes pela proximidade com o atual. A exploração dos recursos hídricos subterrâneos pelo CECON já é excessiva, pois ao longo de 2015, o empreendimento consumiu em média 268,29 m<sup>3</sup>/dia de água proveniente do poço, chegando a 2.945,24 m<sup>3</sup> em dias de maior consumo. Esse cenário pode ocasionar vários problemas, tais como: super exploração do aquífero, indução de água contaminada, avanço da cunha salina em subsuperfície e subsidência de solos.

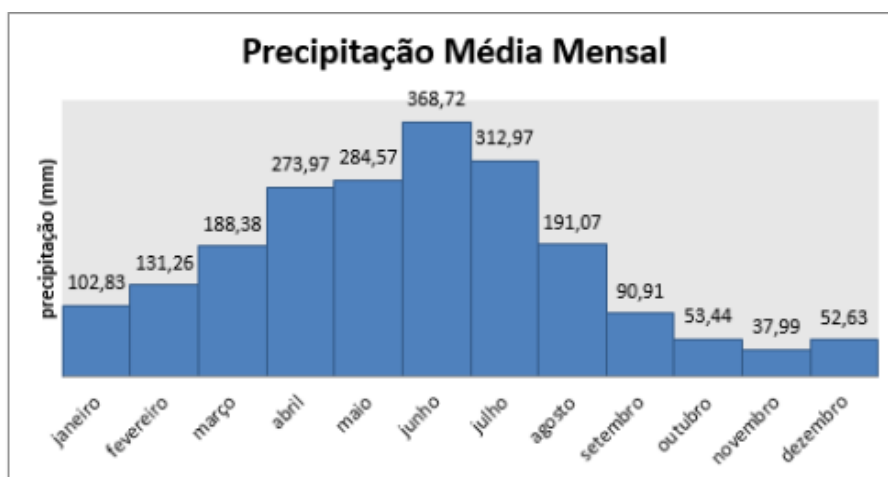
Considerando o mapa de Zoneamento Explotável (Figura 7), utilizado como critério de análise de requerimentos de outorga em Pernambuco, observa-se que poço do CECON estaria situado na Zona C nos aquíferos do Cabo e Beberibe. Nessa região novos poços possuem um limite de vazão de outorga em 60 m<sup>3</sup>/dia e os poços existentes devem reduzir a vazão em 15%. Assim, a APAC não outorgaria uma captação de 268,29 m<sup>3</sup>/dia em um único poço para suprir as demandas hídricas da edificação, seriam necessários a perfuração de mais quatro.



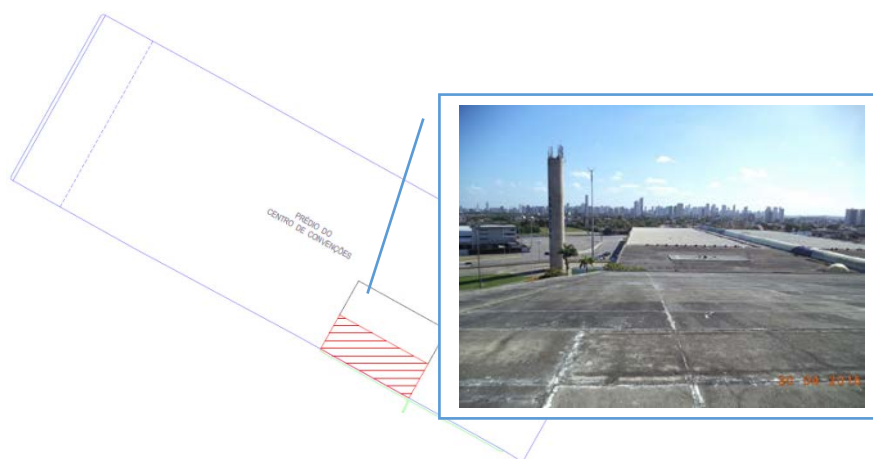
**Figura 7 – Mapa de Zoneamento Explotável de água subterrânea nos municípios de Recife, Jaboatão dos Guararapes, Olinda e Camaragibe. Fonte: Pernambuco (2003).**

Também, uma medida sustentável para suprir as demandas hídricas dos jardins seria a captação de águas pluviais. Os jardins de invernos (internos) são regados mais frequentemente do que os externos com a água do poço.

A partir da análise dos dados pluviométricos (1980 a 2014), através de um pluviômetro localizado no Curado (Recife /PE), foi obtida a média anual histórica de 2.088,73 mm, como pode ser observado na Figura 8. Após essa análise e disposição física do empreendimento foi definido que a área destinada à captação da água de chuva seria de 1.739,62 m<sup>2</sup>. Considerou-se uma área de coleta do telhado (Figura 9) que se encontrava mais próxima a um canal de drenagem, pois facilitaria no escoamento da água para o armazenamento da mesma, sendo necessária apenas a construção de um desvio que ligaria o canal ao reservatório.



**Figura 8 - Precipitação pluviométrica média mensais, entre os anos de 1980 a 2014. Fonte: Figueiredo (2016).**



**Figura 9 - Vista superior do telhado da EMPETUR onde a área em vermelho seria destinada a captação de água pluvial. Fonte: Figueiredo (2016).**

Apesar de existir outras áreas de telhados que poderiam ser também destinadas a coleta de chuva, o custo do investimento para captação seria bem maior, já que não existe a ligação do canal próximo ao reservatório 5 com essas áreas. Assim, a solução proposta parte do princípio em adequar as instalações já existentes com o menor custo.

A previsão do consumo de água que poderia ser substituído por água pluvial seria destinada às atividades de regar jardim. O cálculo baseou-se nos indicadores de consumo de água em atividades relacionadas a jardim da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). A quantidade de água consumida nesta

atividade é de 2 L/m<sup>2</sup>/dia. Este consumo, foi multiplicado pela sua frequência durante o mês e somadas, obtendo assim, a demanda hídrica para regar os jardins mensal de aproximadamente 625 m<sup>3</sup> e a anual de quase 7.500 m<sup>3</sup>.

O dimensionamento dos reservatórios para o armazenamento da captação de águas pluviais foi realizado através da utilização do programa Excel e Netuno, obedecendo à fundamentação teórica através dos métodos da NBR 15.527 (ABNT, 2007) que conduziram a valores distintos: Azevedo Neto (458 m<sup>3</sup>), Alemão (172 m<sup>3</sup>), Inglês (182 m<sup>3</sup>) e Simulação (1000 m<sup>3</sup>).

Comparando-se a capacidade dos reservatórios sugeridos por cada método com o volume médio de chuva mensal, obteve-se que no Azevedo Neto apenas no mês de junho o reservatório ficará completamente cheio, e nos demais meses ele sempre ficará ocioso. Enquanto isso, a partir do método prático Alemão, o reservatório ficaria cheio nos meses de fevereiro a agosto. No caso do método prático Inglês observa-se que apenas nos meses fevereiro a agosto o reservatório ficará completamente cheio.

O método da Simulação baseia-se na determinação do percentual de consumo que será atendido em função de um tamanho de reservatório previamente definido, sem considerar a evaporação da água. Então adotando que a capacidade simulada seriam 1000 m<sup>3</sup> (reservatório 5, atualmente subutilizado), o potencial de utilização de água pluvial no cenário simulado foi de 17,12% e o percentual de dias no período de análise em que a demanda é atendida corresponde: completamente (35,09%), parcialmente (18,46%), não atende (46,45%). Esse último reservatório nunca ficaria cheio e na maior parte do ano não conseguiria atender a demanda do jardim.

Portanto, qualquer que seja a capacidade dos reservatórios adotados a partir dos métodos da NBR 15.527 (ABNT, 2007) na maior parte dos meses não atenderia completamente a necessidade da rega de toda área de jardins, sendo necessário complementar com outra fonte de abastecimento. Porém, seria possível suprir o consumo dos jardins de inverno que são regados diariamente.

## CONCLUSÕES

O CECON é extremamente importante para o Estado, pois comporta os maiores eventos de Pernambuco. Milhões de pessoas, de diferentes classes econômicas e nacionalidades, participam anualmente das feiras, seminários, reuniões, congressos, exposições, festas e refeições.

Os eventos nessas instalações são realizados diariamente e simultaneamente. Portanto, é notório que essa estrutura necessita de oferta hídrica garantida para atender suas demandas. Tal fato foi confirmado com análise do consumo em 2015, que chegou a 98.478,4 m<sup>3</sup> para o ano. Apesar deste número ser aparentemente elevado em comparação a outras edificações públicas, na maioria dos dias é justificável em função dos eventos realizados. Cabe ressaltar que o consumo de água pode estar mascarado devido aos possíveis vazamentos decorrentes de patologias nas tubulações antigas que, muitas vezes, não podem ser consertadas imediatamente para não interferir nas atividades realizadas no CECON.

Entretanto, o grande problema é que toda essa água atualmente é fornecida exclusivamente por um único poço. Caso haja falha na captação de água do poço existente por qualquer problema técnico, o CECON ficará em uma situação complicada para atendimento imediato das demandas hídricas. Apesar de seus reservatórios ativos possuírem uma capacidade de 3.600 m<sup>3</sup>, apenas 540 m<sup>3</sup> são destinados ao atendimento das instalações hidrossanitárias, valor reduzido em comparação com o consumo médio diário de 268,3 m<sup>3</sup>.

As alternativas propostas neste trabalho para melhorar o abastecimento de água e propiciar a conservação desses recursos devem ser levadas em consideração combinadamente. Portanto, uma alternativa não exclui as outras necessariamente. Dessa forma, buscou-se garantir o aumento do armazenamento hídrico, dispor do abastecimento no cotidiano proveniente do poço e da concessionária, alertar para que haja uma reserva financeira para utilização de carros-pipas numa emergência e, por fim, propor a captação da água pluvial para utilização da parcela da necessidade da rega de jardim como uma medida de conservação dos recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA ESTADUAL DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS DELEGADOS DE PERNAMBUCO - ARPE. Resolução nº 85, de 08 de outubro de 2013. Estabelece as condições relacionadas ao segmento comercial referente aos serviços públicos de distribuição de água e de esgotamento sanitário. Lex: Resoluções ARPE, Pernambuco. Disponível em: < <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=260659>>. Acesso em: 24 abr. 2018.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não-potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007. 12 p.
3. CARNEIRO, R. L. Diagnóstico de eficiência de uso da água no campus da faculdade UNB Planaltina-DF. 2016. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão Ambiental) - Universidade de Brasília, Planaltina, 2016.
4. FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - FIESP. Conservação e reuso de água em edificações. São Paulo: 2005. 152 p. Disponível em: <<http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2014/08/conservacao-e-reuso-de-aguas-2005.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2018.
5. FIGUEIREDO, A. A. O. Alternativas para melhorias ao atendimento das demandas hídricas do Centro de Convenções de Pernambuco. Recife. 2016. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, Recife, 2016.
6. FIGUEIREDO, A. A. O.; SILVA, S. R. . Captações de águas pluviais em habitações de interesse social na Região Metropolitana do Recife. In: LATIN AMERICAN AND EUROPEAN CONFERENCE ON SUSTAINABLE BUILDINGS AND COMMUNITIES, 2015, Guimarães. Connecting People and ideas. Proceedings of Euro-Elecs 2015... Guimarães: Multicomp, 2015. v. 2. p. 1077-1086.
7. GRIGG, N. S. Governance and Management for Sustainable Water Systems. London: IWA Publishing, 2011. 204 p.
8. MARQUES, A. J. L.; SILVA, S. B.; CRUVINEL, K. A. S.; FERREIRA, E. M. Uso racional da água em concessionária de veículos. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Maria, v. 19, n. 3, set-dez, 2015, p. 891-899.
9. PERNAMBUCO. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CRH. Resolução CRH nº 04, de 20 de novembro de 2003. Dispõe sobre a conservação e proteção das águas subterrâneas no Estado. Lex: Resoluções CRH, Pernambuco. Disponível em: <[http://www.srhe.pe.gov.br/documentos/docs\\_crh/IL\\_Resolucao\\_CRH\\_04\\_2003.pdf](http://www.srhe.pe.gov.br/documentos/docs_crh/IL_Resolucao_CRH_04_2003.pdf)>. Acesso em: 24 abr. 2018.
10. RAMÍSIOA, P.; COSTAB, H.; GOUVEIAC, N.; AREZESD, D. A gestão da água na política de sustentabilidade da Universidade do Minho. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17, Guimarães. Proceedings... Guimarães: 2016. p. 1-8.
11. SABOIA, A. Centro de Convenções de Pernambuco utilizará apenas energia solar. 08 jun. 2016. Disponível em: <<http://www.blogdasppps.com/2016/06/centro-de-convencoes-de-pernambuco.html>>. Acesso em: 24 abr. 2018.
12. SILVA, C. A. H. F. E. ; FIGUEIREDO, A. A. O. ; GOMES, M. M. A. ; SILVA, S. R. . Captação de águas pluviais em prédio público para fins de lavagem de veículos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 29, 2017, São Paulo. Anais... São Paulo: 2017. p. 1-12.