

# XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HIDRÍCOS DO NORDESTE

## DIRETRIZES DE GESTÃO AMBIENTAL PARA O SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA POR FILTRAÇÃO EM MARGEM

*André L.N Ferreira*<sup>1</sup>; *Maria do Carmo M. Sobral*<sup>2</sup>; *Jaime J. S. P. Cabral*<sup>3</sup>; *Gunter Gunkel*<sup>4</sup>;  
*Gustavo L. Melo*<sup>5</sup>

**RESUMO** - A Técnica de Filtração em Margem (FM) vem sendo utilizada com sucesso em alguns países para a melhora da qualidade de água através da remoção de compostos orgânicos, inorgânicos e microrganismos. A FM consiste em usar poços localizados próximos às margens dos rios ou reservatórios, empregando os materiais sedimentares do fundo e das margens do manancial superficial como meio filtrante. Vale salientar que a qualidade da água advinda da FM depende da qualidade das águas dos corpos d'água, bem como dos usos múltiplos do solo na suas respectivas bacias de drenagem. Diante disso, diminui o consumo de produtos químicos na desinfecção e na coagulação das águas, assim como amortece os custos de operação das estações de tratamento de água. Entretanto, para garantir a sustentabilidade desta técnica, é necessário o estabelecimento de medidas de gestão ambiental dos corpos d'água e do solo nas suas bacias hidrográficas. Este trabalho através de análise de documentos públicos e revisão da literatura científica propôs diretrizes para o licenciamento e gestão do uso da técnica, utilizando como ponto de apoio para a discussão o experimento de filtração realizado as margens do Rio Beberibe na Região Metropolitana do Recife.

**ABSTRACT** - The technique of bank filtration has been used successfully in some countries to improve water quality by removing organic, inorganic and microorganisms. The Bank Filtration use wells located near the banks of rivers or reservoirs, sedimentary materials using the bottom and the banks of the watershed as the filter medium. It is worth mentioning that the quality of water coming from the Bank Filtration depends on the quality of the water bodies as well as multiple uses of land in their watersheds. Thus, reduced consumption of chemicals for disinfection and coagulation of waters, as well as reducing operating costs of water treatment plants. However, to ensure the sustainability of this technique, it is necessary for the establishment of environmental management of the water bodies and soil in their watersheds. Through analysis of public documents and review of scientific literature have proposed guidelines for the licensing and management of the technique, using as a support point to discuss the experiment conducted filtration Beberibe the shores of the Metropolitan Region of Recife.

**Palavras-Chave** – Filtração em margem, licenciamento ambiental, gestão ambiental.

---

1) Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Engenharia Civil, Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n Cidade Universitária, 50.740-530, Recife/PE, Brasil. e-mail:ferreira.andrenunes@gmail.com

2) Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Engenharia Civil, Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n Cidade Universitária, 50.740-530, Recife/PE, Brasil. e-mail: msobral@ufpe.br

3) Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Engenharia Civil, Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n Cidade Universitária, 50.740-530, Recife/PE, Brasil. e-mail: jcabral@ufpe.br

4) Technical University of Berlin, Dept. Water Quality Control, Sekr. KF 4, Strasse des 17. Juni 135, 10623 Berlin, Germany. e-mail: guenter.gunkel@tu-berlin.de

5) Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Engenharia Civil, Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n Cidade Universitária, 50.740-530, Recife/PE, Brasil. e-mail: gustmelo@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

A técnica de filtração em margem (FM) vem sendo utilizada com sucesso em alguns países para remoção de compostos orgânicos e inorgânicos, além de microrganismos (Hiscock e Grischek, 2002). A FM consiste em usar poços localizados próximos às margens dos rios ou reservatórios, utilizando os materiais sedimentares do fundo e das margens do manancial superficial como meio filtrante. Com a ação do bombeamento, cria-se uma diferença de carga hidráulica entre o reservatório e o lençol freático, induzindo a água através do meio poroso até o poço por infiltração nos vazios do solo (Tufenkje *et al.*, 2002; Sens *et al.*, 2006).

A qualidade da água advinda da FM depende da qualidade das águas dos corpos d'água, bem como dos usos múltiplos do solo na suas respectivas bacias de drenagem. A água produzida através do processo de FM tem boa qualidade comparada com a água extraída diretamente do corpo d'água poluído, ou relativa qualidade dependendo do nível de poluição a que o corpo d'água foi exposto (Kim *et al.*, 2003). Logo, no mínimo a filtração em margem serve como um pré-tratamento na produção de água potável para abastecimento público (Ray *et al.*, 2002).

A captação da água via FM é uma tecnologia natural de tratamento de água, pois aproveita a ação purificadora da natureza existente do solo, através da infiltração da água pelo leito e pelas margens dos corpos d'água. É uma técnica de relativo baixo custo, pois, diminui o consumo de produtos químicos na desinfecção e na coagulação das águas, amortecendo os custos de operação das estações de tratamento de água (Durham *et al.*, 2002; Tufenkje *et al.* 2002).

Entretanto, para garantir a sustentabilidade desta técnica, é necessário o estabelecimento de medidas de gestão ambiental dos corpos d'água e do solo nas suas bacias hidrográficas. Diante disso, a técnica de Filtração nas Margens surge como uma aliada para promover tanto a otimização de captação de água de boa qualidade como também para beneficiar pequenas cidades, visto que se trata de uma técnica de relativo baixo custo. De fato, Paiva (2009) e Freitas(2011) obtiveram níveis de potabilidade confiáveis em um poço de FM experimental às margens do Rio Beberibe, em um trecho do rio com péssima qualidade de água.

Porém, as águas provindas do processo de Filtração em Margem possuem uma característica legal ainda não codificada. Para fornecer abastecimento publico serão necessários ajustes no entendimento dos processos de licenciamento e outorga. Os processos para outorga de uso das águas superficiais e subterrâneas encontram-se bem normatizados com avanços consideráveis nas últimas décadas, mas ainda são consideradas distintas quanto aos seus aspectos legais. Então, como

codificar as águas provindas deste processo que, bombeia águas superficiais através da matriz do solo de suas intermediações?

No processo de gerenciamento dos recursos hídricos superficiais, existem aspectos relevantes para a tomada de decisão, assim este trabalho pretende discutir e apontar soluções, para o processo de filtração em Margem, por ele drenar águas superficiais podendo ter interferência significativa na vazão dos cursos d'água, porém tendo a retirada desta água por poços.

A política de recursos hídricos do Brasil ou dos Estados, pode estar apoiada em diversos tipos de instrumentos que são concebidos para induzir o alcance das metas. O licenciamento ambiental é o instrumento regulatório onde são definidas condições para a implantação e funcionamento de empreendimento ou atividade potencialmente poluidora ou degradadora do meio. Segundo Braga (2009) o licenciamento ambiental é previsto na legislação como o procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental concede a licença para localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais.

A Outorga do uso de água destaca-se como um dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, que objetiva assegurar o controle qualitativo e quantitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à mesma. A outorga dos direitos de uso da água entendida como um direito pelo uso de uma cota d'água. (Ribeiro e Lanna, 2001).

Este trabalho estabelece diretrizes de gestão a serem propostas para o corpo técnico responsável no estado de Pernambuco, através da comparação dos métodos atuais, com as necessidades que a técnica de filtração em margens requer. Ainda, outras agências podem utilizar-se destas diretrizes como ponto de apoio para a gestão da tecnologia.

## **2. MÉTODOS**

Para estruturar novas diretrizes para licenciamento ambiental e outorga do uso de água, foram analisados arquivos, documentos e banco de dados sobre o licenciamento ambiental e outorgas do uso de água da Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) e da Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos (SRHE) no ano de 2011. A pesquisa teve como foco a documentação inerente ao Grupo de Bacias Litorâneas-1 (GL-1) mais precisamente aos empreendimentos localizados próximos ou que utilizassem recursos do manancial do Rio Beberibe, pois neste rio está instalado um poço experimental de filtração em margens tornando-se um excelente referencial para a pesquisa de gestão da tecnologia.

O banco de dados analisado na SRHE continha informações para a avaliação dos pedidos de outorga para águas subterrâneas exemplificado na figura 1.

Vazão (m³/dia)		Bacia Hidrográfica	Bacia Hidrogeológica	Aquífero	Situação do Processo	Situação					
Requerida	Outorgada					PVE	Outorga				
960,00	960,00	GL1	Cabo	Algodobais	Outorgado	11/03/2003	03/06/2003				
	40,80	GL 1	PE/PB	Aluvionar	Outorgado		12/08/2009				
50,00	50,00	GL 1	PE/PB	Barreiras	Outorgado	06/11/2007	15/09/2009				
	5,00										
	2,40										
5,00	5,00										
Validade da Outorga		Informações Originais do Poço									
		Cota Top. (m)	Data Perfuração	Prof. (m)	Diâm.(pol)	N.E.(m)	Cota Pot. (m)	N.D.(m)	Vazão (m³/h)	Q/s (m³/m/s)	T.D.S
		03/06/2008		8,00		1,50		4,20		---	91
		12/08/2014	15/01/2009*	27,00	6	18,00		21,00	1,7	0,57	
		15/09/2014	01/11/2007	120,00		52,00		56,00	2	0,333333333	59
		31/07/2014	09/06/2008*	13,00		2,35		4,45	0,5	0,24	81
		17/11/2014	20/08/2009*	8,00	1,5	4,00		5,50	0,8	0,53	69
		Bomba		Finalidade		Data da Última Notificaç	Nº Notificação		Data Notificação		
s)	T.D.S.(mg/l)	AQ/PL/EB	Tipo	Situação							
	91,20	AQ	centrifuga	Ativo	Abastecimento Industrial						
		AQ	Submersa	Ativo	Abastecimento Industrial						
3	59,9	AQ/PL/EB	Submersa	Ativo	Abastecimento Condominial						
	81,00	AQ	Centrifuga	Ativo	Abastecimento Comercial						
	69,00	AQ/PL		Ativo	Abastecimento Comercial						
			compressor	Ativo	Abastecimento Industrial						
			injetora	Ativo	Abastecimento Humano						
				Ativo	Abastecimento Humano						
		AQ/PL/EB		Desativado	Abastecimento Público						
		PL/EB		Desativado	Abastecimento Público						
		AQ/PL/EB		Desativado	Abastecimento Público						

Figura - 1: Consulta à base de dados da SRHE, 2011

A pesquisa documental sobre licenciamento foi feita na CPRH que possui o acervo de licenças do estado de Pernambuco. A pesquisa foi feita aleatoriamente observando o tipo de empreendimento e as exigências requeridas para cada tipo, foram pesquisadas licenças de instalação e operação de empreendimentos principalmente na zona litorânea e zona da mata do Estado.

Para elaboração das diretrizes de gestão ambiental para projetos que utilizem filtração em magem como tecnica para obtenção de água para abastecimento público, este material documental foi analisado, avaliando a sua aplicabilidade no estudo de caso localizado às margens do rio Beberibe.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No processo de aquisição de uma licença, e outorga para a extração de recursos hídricos primeiramente é necessário obedecer ao critério de competência sobre as águas. Quando se trata de recursos hídricos o licenciamento e outorga do uso, conservação e preservação das águas são de responsabilidade da União, que pode delegar, sem imposição, aos estados os poderes sobre a regulamentação de seu uso e proteção desde que não entre em conflito com as Leis Federais, e será mediadora no caso de conflito entre fronteiras. Situações onde um recurso seja de grande importâncias e ocupe mais de um estado da federação, ou sejam internacionais, o que rege o seu uso

são tratados e acordos multilaterais. As águas subterrâneas são de domínio dos estados federativos, direito garantido pela Constituição de 1988.

O aparato legislativo sobre a proteção e uso das águas é relativamente recente, segundo Silva *et al* (2008) até o ano de 2008 somente o estado de Roraima não possuía em sua legislação uma Política Estadual de Recursos hídricos, assim como legislação própria para reger a gestão de recursos hídricos, no caso da concessão de outorgas do uso de água, onde 6 dos 27 estados da federação não possuíam, sendo possível constatar que em 2012 todos os estados já possuem legislação para a outorga.

No estado de Pernambuco a Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH) é responsável e centralizadora do processo de licenciamento ambiental para empreendimentos passíveis do mesmo, e a APAC a partir de 2011 é o órgão administrativo do governo de Pernambuco, competente para a emissão da outorga do direito do uso da água, assim gerindo os recursos hídricos superficiais e subterrâneos do Estado.

### 3.1 Proposta para gestão do processo de Licenciamento

Ao fazer o pedido de licenciamento na CPRH para atividades potencialmente causadoras de impactos ambientais, o empreendedor deve apresentar uma série de dados para a agência ponderar e emitir ou não, uma licença com as exigências, ao pesquisar um aleatoriamente um número superior a 50 licenças para diferentes tipos de uso de água, foi construído o quadro 1, com as exigências para Licença de Instalação (LI). Ponderando sobre elas e sobre a técnica de filtração em margens foram separadas a exemplo do quadro 1, uma proposta de LI para empreendimentos que se utilizem da técnica de FM suprimento de água (quadro 2).

Quadro 1: Relação entre tipo de Licença de Instalação (LI) e exigências comuns em processos

Tipo de LI	Exigências
Poços condominiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Realizar a construção do poço, segundo as normas da ABNT (NB-588/90 e NB-1290/90).</li> <li>– Instalar e manter um hidrômetro na tubulação de saída do pólo conforme prescrição do artigo 15 do Decreto estadual nº 28.787/05 que regulamenta a Lei Estadual nº 11.427/97(Lei de conservação e proteção das águas subterrâneas do estado).</li> <li>– Realizar a proteção sanitária, concretando uma área circular com diâmetro mínimo de 01 (um) metro em torno do poço ou em forma de quadrado com 1 m<sup>2</sup> (um metro quadrado) de área, em atendimento ao Artigo 44 do Decreto acima citado e conforme as normas da ABNT.</li> <li>– Garantir distancia mínima de 20 metros entre o local do poço e o sistema final de esgoto.</li> <li>– Requerer a Licença de Operação, junto a CPRH, após a instalação do poço anexando ao requerimento as análises (físico-químicas com validade máxima de 1 ano) e bacteriológica (com validade máxima de 6 meses), conforme o Art.30 do mesmo decreto acima citado.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atender ao Parecer de Viabilidade de Exploração (número do parecer) Emitido pela SRH que autoriza a retirada diária de (vazão de exploração )</li> </ul>
Sistemas de abastecimento de água.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atender aos padrões bacteriológicos e físico-químicos de potabilidade estabelecidos pela portaria nº 518/04, do ministério da saúde. quanto à qualidade da água destinada ao consumo</li> <li>- Organizar material de escavação e limpeza que devera ser colocado em local apropriado de forma a não bloquear a drenagem natural e sem causar prejuízos aos ecossistemas existentes.</li> <li>- Deverá ter prévio licenciamento da CPRH, qualquer modificação nos projetos aprovados através desta licença de instalação</li> <li>- Regularizar, num prazo de 60 dias, a situação dos poços a serem utilizados como mananciais do projeto.</li> <li>- Não comprometer em nenhum aspecto propriedade e/ou equipamento de uso público ou privado</li> <li>- Solicitar autorização previa dos órgãos competentes no caso da necessidade de retirada de vegetação arbórea.</li> </ul>
Captação de águas superficiais para adução, tratamento e distribuição	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solicitar autorização previa dos órgãos competentes no caso da necessidade de retirada de vegetação arbórea.</li> <li>- Recuperar áreas impactadas ficando a (empresa) responsável por eventuais prejuízos causados a terceiros decorrentes da obra.</li> <li>- Atender aos padrões bacteriológicos e físico-químicos de potabilidade estabelecidos pela portaria nº 518/04, do ministério da saúde. quanto à qualidade da água destinada ao consumo</li> <li>- Adotar soluções adequadas para disposição dos resíduos originados pela ETA.</li> <li>- Apresentar no prazo de 90 dias, termo de outorga do manancial escolhido emitido pelo órgão competente.</li> </ul>

Quadro 2: Sugestão de Exigências para processo de aquisição de Licença de Instalação (LI) em projetos com uso de filtração em margem

<b>Licença de Instalação</b>	<b>Exigências</b>
Produção de águas de Abastecimento por filtração em margem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar a construção do poço, segundo as normas da ABNT (NB-588/90 e NB-1290/90).</li> <li>- Realizar a proteção sanitária, concretando uma área circular com diâmetro mínimo de 1 m em torno do poço ou em forma de quadrado com 1 m<sup>2</sup> de área, em atendimento ao Art. 44 do Decreto Estadual nº 28.787/05 que regulamenta a Lei Estadual nº 11.427/97(Lei de conservação e proteção das águas subterrâneas do estado).</li> <li>- Manter hidrômetro na saída do poço conforme o Art. 15 do decreto supracitado</li> <li>- Garantir distancia mínima de 20 metros entre o local do poço e o sistema final de esgoto.</li> <li>- Requerer a Licença de Operação, junto a CPRH, após a instalação do poço anexando ao requerimento as análises (físico-químicas com validade máxima de 1 ano) e bacteriológica (com validade máxima de 6 meses), conforme o Art.30 do mesmo decreto acima citado.</li> <li>- Solicitar autorização prévia dos órgãos competentes no caso da necessidade de retirada de vegetação arbórea.</li> <li>- Recuperar áreas impactadas ficando a (empresa) responsável por eventuais prejuízos causados a terceiros decorrentes da obra.</li> <li>- Atender aos padrões bacteriológicos e físico-químicos de potabilidade estabelecidos pela portaria nº 518/04, do ministério da saúde. quanto à qualidade da água destinada ao consumo</li> </ul>

	– Apresentar em um prazo de 90 dias, termo de outorga do manancial escolhido emitido pelo órgão competente.
--	---

As exigências requeridas no processo de licenciamento ambiental, na licença de instalação tem o intuito de proteger o manancial e as áreas no entorno assim como o uso do solo. Por esta razão o processo de licenciamento de um empreendimento que utilizar-se-á da técnica de filtração em margens em um manancial deve levar em conta aspectos tanto do rio a ser explorado, pois pode interferir na vazão e na dinâmica deste, como da água subterrânea que por erro de projeto pode ser impactada.

A Licença de Operação é a medida consecutiva do cumprimento das exigências da Licença de Instalação, o não cumprimento destas, pode levar a multa e embargo do empreendimento, ou ainda um termo de ajuste de conduta, para quando o não cumprimento de uma das exigências seja justificável ao entendimento do corpo técnico. A seguir, exemplos de exigências encontradas no quadro 3 abaixo.

Quadro 3: Principais exigências encontradas no processo de licenciamento (Licenças de Operação) para captação de recursos hídricos em Pernambuco.

<b>Licença de Operação</b>	<b>Exigências</b>
Captação d'água subterrânea	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Manter hidrômetro na tabulação de saída do poço, conforme prescrição do artigo 15 do decreto estadual 20.423/98 que complementa a Lei nº 11427/97 (Lei de conservação e proteção das águas subterrâneas do estado).</li> <li>– Realizar manutenção do poço (artigo 59, do decreto 20.423/98). Com frequência máxima de 02 anos. (pode ser requerida frequência de menor tempo)</li> <li>– Atender aos condicionantes do termo de outorga de uso da água emitido pelo órgão competente (número e validade), que autoriza a exploração de (vazão) conforme confere o Art.21da Lei nº 11427/ 97 e seu decreto regulamentador.</li> <li>– Apresentar a renovação da LI (conforme o Art.35 do decreto regulamentador) com antecedência de 90 dias da extinção do prazo da Licença de Operação , anexado ao requerimento , as análises de água (físico-químicas com validade máxima de 1 ano e bacteriológica com validade máxima de 06 meses da água, coletada antes da cisterna , conforme Art 30 do decreto regulamentador) e copia do relatório da última manutenção do poço.</li> </ul>
Captação d'água Superficial	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Quanto à captação, devera ser executada sem danos aos recursos hídricos</li> <li>– Cumprir os condicionantes do Termo de outorga de uso de água (número) emitido pelo órgão competente, em especial a vazão de capacidade e a vigência (validade).</li> <li>– O requerente é responsável civil e penal, e administrativamente por danos causados à vida, à saúde , ao meio ambiente e pelo uso inadequado que vier a fazer parte da presente atividade</li> </ul>

Estas medidas são solicitadas, assim como as da LI são requeridas na Licença de Operação, como medida de proteção dos recursos ambientais. As exigências ainda trazem o termo de outorga

como referência para a exploração da água. Mesclando estas exigências e tendo em conta o processo de filtração em margens as exigências para a licença de operação para estações podem ser descritas no quadro 4.

Além de possuir a mescla das licenças de captação de águas subterrâneas e superficiais é adicionada a exigência de que o empreendedor realize o estudo de fluxo subterrâneo a fim de determinar com o máximo de exatidão possível as porcentagens de água retiradas do fluxo do rio e do solo, já que a água provinda da filtração em margem é uma mistura das duas. Esta exigência tem o intuito de preservar o melhor funcionamento do sistema, assim causando menos imprecisão no processo de licenciamento, pois uma mudança elevada nessas porcentagens pode ser prejudicial para a dinâmica e o gerenciamento da exploração do manancial.

Quadro 4: Proposta de Exigências para processo de aquisição de Licença de Operação (LO) em empreendimentos com uso de filtração em margem

Licença de Operação	Exigências
Captação d'água por filtração em margem	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Realizar estudo do fluxo subterrâneo, especificando as porcentagens de água superficial e subterrânea exploradas. Com frequência máxima de 2 anos.</li> <li>– Quanto à captação, deveser executada sem danos aos recursos hídricos</li> <li>– Cumprir os condicionantes do Termo de outorga de uso de água emitido pelo órgão competente, em especial a vazão de capacidade e a vigência (validade).</li> <li>– Manter hidrômetro na tubulação de saída do poço, conforme prescrição do artigo 15 do decreto estadual 20.423/98 que complementa a Lei nº 11427/97 (Lei de conservação e proteção das águas subterrâneas do estado).</li> <li>– Realizar manutenção do poço (artigo 59, do decreto 20.423/98). Com frequência máxima de 02 anos. (pode ser requerida frequência de menor tempo)</li> <li>– Atender aos condicionantes do termo de outorga de uso da água emitido pelo órgão competente (número e validade), que autoriza a exploração de (vazão) conforme confere o Art.21da Lei nº 11427/ 97 e seu decreto regulamentador.</li> <li>– Apresentar a renovação da LI (conforme o Art.35 do decreto regulamentador) com antecedência de 90 dias da extinção do prazo da Licença de Operação , anexado ao requerimento , as análises de água (físico-químicas com validade máxima de 1 ano e bacteriológica com validade máxima de 06 meses da água, coletada antes da cisterna , conforme Art 30 do decreto regulamentador) e copia do relatório da última manutenção do poço.</li> <li>– O requerente é responsável civil e penal, e administrativamente por danos causados à vida, à saúde , ao meio ambiente e pelo uso inadequado que vier a fazer parte da presente atividade</li> </ul>

### 3.2 Proposta de gestão da Outorga para projetos de filtração em margem.

Ao receber o pedido de outorga, técnicos da SRH relataram que a primeira medida subsequente é a separação em captação superficial e captação subterrânea, de modo que o pedido seria analisado por dois corpos técnicos distintos. Os pedidos de outorga para águas subterrâneas recebem a letra “P” antes do número de registro, o que significa “poço” e a letra “S” para superficiais.

A quantidade e o tempo (meses e anos) de exploração das águas subterrâneas são estabelecidos através de um sistema de decisão e gestão dos técnicos da SRHE (até 2010) com base no mapa de exploração das águas subterrâneas da Região Metropolitana de Recife (Hidrorec II) e a própria base de dados da secretaria formada por outorgas anteriores e monitoramentos.

Para regiões não abrangidas pelo Hidrorec II, são utilizadas consultas a bases de dados hidrogeológicos. Silva (1999) listou a metodologia para análise dos pleitos de outorga de águas subterrâneas em Pernambuco que atualmente é utilizada pelos órgãos gestores:

- Protocolo do processo;
- avaliação da compatibilidade da demanda x finalidade de uso;
- avaliação da viabilidade de exploração;
- avaliação das características do poço;
- avaliação da qualidade da água;
- análise da demanda requerida em relação aos usuários já outorgados no aquífero.

As águas superficiais têm um mapeamento interativo onde cada corpo d’água possui sua extração marcada e através de uma base de dados com as vazões dos rios e capacidades das barragens, e com visitas técnicas sempre que necessário, o corpo técnico pode gerenciar a concessão da outorga. No requerimento de outorga além da identificação do requerente, deve responder para qual a modalidade do uso (captação de água, lançamento de efluentes ou construção de obra hidráulica), a finalidade do uso, a localização do empreendimento e a vazão especificando o tempo de exploração em horas dias meses e anos (APAC, 2011)

No processo atual de concessão de outorga não são levados em conta, a princípio, a distância do poço para o corpo d’água superficial (quando este existir). Nos requerimentos de outorga analisados, consta que, no caso de obra hidráulica (construção de um poço por exemplo) deve-se anexar os dados técnicos da obra. Os termos de outorga emitidos pela SRHE até 2010, possuem padronização de exigências conforme os cinco artigos descritos a seguir:

Art 1º- Outorgar o direito de uso da água com ao (empreendimento) localizado na (local do empreendimento) inscrito no CNPJ sob nº \_\_\_\_\_ e inscrição estadual\_\_\_\_, obedecidas às características e condições seguintes:

- I- Caracterização da fonte de suprimento
  - a) Denominação do manancial:
  - b) Bacia hidrográfica
  - c) Bacia hidrogeológica
  - d) Local:
  - e) Coordenadas geográficas:
- II- Condições de outorga
  - a) Modalidade da outorga:
  - b) Vazão outorgada
  - c) Leitura do hidrômetro: Número: Data:
  - d) Período de uso
  - e) Finalidade do uso da água:
  - f) Vigência da outorga:

Art 2º: Este termo poderá ser revogado e extinta a outorga, em todas as suas modalidades, sem que isso implique no dever de indenização ao usuário pelo outorgante se verificada a ocorrência de quaisquer das hipóteses dispostas nos arts 12 a 33 da Lei nº 11.427/97 e Art 24, do Decreto nº 20423/98, e quando da necessária adequação ao plano estadual de recursos hídricos e à execução de ações para garantir a prioridade de uso dos recursos hídricos prevista no inciso III, do Art 2º da Lei nº 12.984 de 30 de dezembro de 2005

Art. 3º São proibidas quaisquer mudanças físicas ou químicas da água que possam prejudicar as condições naturais do aquífero, assim como o direito de terceiros

Art 4º O outorgado responderá civil, penal e administrativamente por danos causados à vida, à saúde, ao meio ambiente e pelo uso inadequado que vier a fazer da presente outorga sem prejuízo das penalidades previstas na Leiº 11.427/97 e no seu decreto regulamentador

Art. 5º O uso dos recursos hídricos, objeto desta outorga, esta sujeito a cobrança prevista nos termos dos arts.37 e 38 do decreto nº 20.423/98 e posteriores regulamentações.

No quesito II item (e) do Art 1º , se a água for utilizada como abastecimento residencial é colocada uma nota se referindo à portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, explicitando que a água deve ser devidamente tratada antes de ser consumida.

O Art 5º refere se à possibilidade de cobrança pelo uso da água por usuários domésticos. A implantação da cobrança pelo uso da água no Estado também é uma forma de induzir ao uso racional da água e à minimização dos desperdícios, especialmente para os usuários domésticos ou rurais, isentos de cobrança pela atual legislação em vigência. (Silva, 2008).

Para a avaliação dos pedidos de concessão de uso para águas superficiais a SRHE, até início de 2011, carecia de corpo técnico em relação ao volume de material para ser analisado. O corpo técnico avaliava os pedidos através de um mapeamento da própria SRHE, e cada pedido passível de outorga precisa ser analisado segundo a vazão do Rio ou a disponibilidade do reservatório, relacionando com o uso e a vazão retirada e devolvida para o rio.

O processo de outorga do uso d'água é dividido entre águas superficiais e subterrâneas. A tomada de decisão sobre a retirada de águas superficiais leva em conta a vazão (Q) do corpo hídrico

ou a capacidade de retirada de um reservatório como açudes e barragens. Este processo decisório de gestão é baseado em dados meteorológicos fornecidos constantemente por órgãos como a CPRH que é responsável pelo monitoramento dos corpos hídricos no Estado.

A vazão é o mais influente item de ponderação, seguido do tipo de uso da água, para retiradas superficiais, esta deve ser preservada para que se garanta a sustentabilidade do rio nas épocas de estiagem, garantindo que utilizadores na parte jusante do rio tenham garantidos o usufruto deste bem coletivo, assim como mantendo condições para que a fauna e a flora consigam manter seus processos naturais em condições sustentáveis.

Logo, no processo de decisão não são levados em conta os corpos superficiais para a outorga de águas subterrâneas. Mesmo em caso de Filtração em Margem, que pode não ter influência significativa nas quantidades de águas subterrâneas, mas sim nas águas superficiais. Logo, para suprir o déficit de água provocado nos solos da margem a demanda do fluxo fará com que menos água se junte a vazão total do rio podendo assim levar a uma decisão errônea quanto na proteção dos corpos hídricos. A outorga, nesta situação, deveria levar em conta os estudos de perfuração dos poços sendo exigido o estudo do fluxo da água, neste estudo sendo respondidos questionamentos como: qual a porcentagem de água pertence ao solo e qual porcentagem é pertencente a água superficial infiltrada.

As exigências para o pedido de outorga relativo ao consumo da água são: a vazão ( $m^3/dia$ ), horas por dia, dias por mês, e meses por ano. O pedido de outorga é analisado separadamente em superficial e subterrâneo e para eles as exigências são:

– Águas superficiais

- Análise físico-química e bacteriológica da água do manancial
- Utilização da água para irrigação
  - Área  $\leq$  10ha (formulário de irrigação próprio)
  - Área  $>$  10ha (necessário projeto de irrigação)
- Construção de barramento de cursos d'água (com projeto básico, estudo hidrológico com respectivas ART's dos responsáveis pelo estudo)
- Obras hidráulicas que comprovem inundações em áreas de terceiros (cartas de anuência dos proprietários das áreas inundadas)

– Águas subterrâneas

- Captações em poços a serem perfurados (com projeto contendo especificações técnicas dos poços com respectiva ART do responsável pela perfuração)
- Captações em poços já existentes (com relatório técnico do poço e análises físico químico e bacteriológico da água)

- Captações com finalidade de comercialização, abastecimento público, irrigação industrial e abastecimento condominial e hospitalar estão sujeitas a apresentarem estudos hidrogeológicos, testes de bombeamento escalonado e condomínio, no prazo de 30 dias, contados a partir do recebimento da solicitação dos referidos teste

Poços com profundidade igual ou inferior a 20m e vazão menor que 5 m<sup>3</sup>/dia são isentos de outorga desde que seu uso seja, doméstico, residencial ou rural, no caso, o objeto da pesquisa são poços de filtração em margem para abastecimento público, ou seja técnica passível de outorga, apesar de unitariamente os poços possam ter menos de 20 m de profundidade e uma vazão inferior aos 5 m<sup>3</sup>/ dia como é o caso da estação experimental de caixa d'água.

O modelo de outorga para este tipo de empreendimento deve constar a preocupação com a proteção tanto das águas superficiais quanto das subterrâneas o principal fator ligado a isso é que por um bombeamento ativo as águas superficiais são drenadas através da matriz do solo. Havendo por muitas vezes mistura com águas subterrâneas do manancial, sendo assim a Outorga para uso de água para projetos que utilizem-se de Filtração em Margem para a produção, devem ser codificadas como: águas subterrâneas sob influencia de águas superficiais. Faz-se necessária muita atenção à gestão das águas superficiais e subterrânea no processo de concessão de outorga, onde deve ser informado pelo requerente, dentre outros atributos, a porcentagem aproximada das quantidades de águas superficiais e subterrâneas presentes na mistura.

### **3.3 Diretrizes para a gestão da tecnologia**

A gestão da tecnologia aplicada em Pernambuco deve seguir o modelo de gestão dos recursos hídricos Conforme a Lei Estadual nº 11.426/97, os instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos são como discutidos amplamente por este trabalho e exemplificados na aplicação da tecnologia, são: Outorga do direito de uso dos recursos hídricos; Infrações e penalidades; Cobrança pelo uso da água; Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SIRH).

Silva em trabalho realizado em 2003 ressaltava que Pernambuco encontrava-se em estagio de consolidação do gerenciamento de recursos hídricos, destacando a eficiência e utilidade do setor de outorga do direito de uso da água. A autora ainda apontava que o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos precisa de revisão e adequação com a legislação federal. Com a criação da APAC, com o foco gerencial em águas e clima, foco este que, era da Secretaria de Recursos Hídricos e que passou a ter maior atenção às questões energéticas da água tornando-se

Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos; pode-se afirmar que a questão gerencial dos recursos hídricos ainda está em fase de consolidação, possuindo, entretanto, base legal bastante definida.

O desafio da gestão integrada entre solo, águas superficiais e subterrâneas, é um dos principais aspectos da gestão da tecnologia de filtração em margem, pois ela necessita intrinsecamente da qualidade do solo por consequência da água contida nele, e da proteção das águas superficiais, pois a qualidade da água extraída dos poços de FM é variável.

A educação hidroambiental no processo de gestão integrada e não somente o gerenciamento dos recursos naturais deve incluir mudanças de formas e comportamentos de desperdício e degradação dos recursos para o melhor aproveitamento destes, tanto para a população em geral, como para as instituições.

Como resultado da análise dos documentos institucionais e legais voltados para a gestão do uso e ocupação do solo e principalmente da proteção de recursos hídricos; assim como da reflexão sobre as limitações e vantagens da tecnologia de filtração em margem, e da referencia analítica da caracterização das condições do poço experimental instalado às margens do Rio Beberibe. As instalações de poços que utilizem a técnica de filtração em margem devem seguir os seguintes critérios para a gestão do processo:

- Etapa de planejamento e construção
  - Os poços devem ser construídos segundo as normas da ABNT (NB-588/90 e NB-1290/90).
  - A profundidade e a distância do corpo hídrico superficial devem ser otimizadas para que a água passe o tempo necessário no solo para adquirir condições de potabilidade, isto dependera de um estudo prévio das condições das águas do manancial, da permeabilidade do solo e das disponibilidades físicas do local.
  - A vazão do rio ou o nível dinâmico da barragem devem ser controlados, a autorização para a tomada d'água via poço deve levar em conta a mesma vazão caso esta retirada fosse uma captação superficial desde que, não ultrapasse limites estabelecidos para a extração de águas subterrâneas
- Etapa de operação
  - No primeiro ano de funcionamento do sistema as análises físico-químicas e bacteriológicas da água devem ser feitas trimestralmente, assim como análise do fluxo subterrâneo e da estimativa quantitativa das águas subterrâneas presentes na extraída, no segundo ano semestralmente, e a partir do terceiro, anualmente.
  - Conforme as condições do aquífero ou semestralmente devem ser realizados estudos de rebaixamento do lençol freático.

- Deve-se evitar a instalação de atividades potencialmente poluidoras do solo e dos recursos hídricos nas adjacências do sistema. Assim como a preservação das matas ciliares e zona riparia ao longo da montante da estação de tratamento.
- Os padrões de potabilidade devem ser seguidos e a água para distribuição direta deve passar pelo processo de desinfecção.

Estas diretrizes visam preservar a sustentabilidade do processo em um manancial onde a técnica possa ser instalada. As águas do rio Beberibe apresentam estado de eutrofização elevado, com alguns trechos de águas com toxicidade. Mesmo assim a técnica de filtração em margem foi eficiente na produção de água nos padrões de potabilidade (Paiva, 2009; Andrade, 2010). Para garantir a continuidade da efetividade deste sistema, as diretrizes supracitadas podem auxiliar no processo de gestão e melhoria das condições e produção do sistema.

#### **4. CONCLUSÕES**

A exploração do aquífero, assim como a implementação da tecnologia, devem passar por ajustes de conduta quanto aos instrumentos de proteção ambiental, onde o licenciamento e a outorga devem ter uma atenção especial, já que, se feito, será a primeira experiência neste campo segundo o aparato legal brasileiro. As informações fornecidas por este trabalho devem ser analisadas pelo corpo técnico das agências responsáveis e adaptados conforme a demanda do local de implementação.

As diretrizes de gestão do projeto constituem uma ferramenta de gestão auxiliando os cuidados necessários para o uso sustentável, conforme a localidade onde planeja-se um projeto de filtração em margem. Essas diretrizes devem sempre focar no uso e ocupação do solo e na metodologia correto de aferição da vazão extraída do corpo hídrico superficial.

Estudos com esta técnica em regiões cujo acesso a água ou a seu tratamento são mais difíceis, como em grande parte do semi-árido nordestino, são sugeridos observando as características legais e de gestão resultantes deste trabalho.

## BIBLIOGRAFIA

- AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA. (2011). *Principais Leis e Decretos referentes a Recursos Hídricos em Pernambuco e no Brasil*. Recife: APAC, 2011. Disponível em: <<http://www.apac.pe.gov.br>>.
- BRAGA, R. A. P. (2009). *Instrumentos para Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos*. Recife: Editora Universitária da UFPE.
- DURHAM, B.; RINCK-PFEIFFER, S.; GUENDERT, D. (2002). “*Integrated water resource management – through reuse and aquifer recharge*”. In: Anais da EUROMED 2002 Conference on Desalination Strategies In South Mediterranean Countries. Egito, pp.32-56.
- FREITAS, D. A O. (2010). *Emprego da técnica de filtração em margem para tratamento de água no rio Beberibe, Região Metropolitana do Recife*. 2010. 148p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- HISCOCK, K. M.; GRISCHEK, T. (2002). “*Attenuation of groundwater pollution by bank filtration*.” *Journal of Hydrology*. v. 266, p. 139–144.
- PAIVA, A. L. R. (2009). “*O estudo da filtração em margem e um estudo de caso no Rio Beberibe*.”. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 150 p
- SENS, M. L. (2006). “*Filtração em Margem*.” In: PROSAB. (Org.). Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano. ABES. Rio de Janeiro, 230p
- SILVA, S. R. ; MONTEIRO, A. B. ; CABRAL, J. J.S.P. ; BORBA, A. L. S. ; FREIRE, P. K. C. ; COSTA, W. D. ; BARBOSA, G. F. (2008). *A gestão de águas subterrâneas no Aquífero Barreiras Jordão, Jardim Jordão e Ibura Recife Pernambuco*. In: Anais do 15º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Natal-RN.
- SILVA, S. R.; MONTEIRO, A. B.; FRANCA, A. E. . (1999). “*O gerenciamento das águas subterrâneas em Pernambuco*”. In: Anais do 8º Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 1999. Belo Horizonte.
- TUFENKJI, N.; RYAN, J. N.; ELIMELECH, M. (2002). “*The promise of bank filtration: a simple technology may inexpensively clean up poor-quality raw surface water*”. *Environmental Science & Technology*. Colorado, USA, p. 423–428.
- KIM, SONG-BAE; CORAPCIOGLU, M. Y., KIM DONG-JU. (2003). “*Effect of dissolved organic matter and bacteria on contaminant transport in riverbank filtration*”. *Journal of Contaminant Hydrology*. v. 66, p. 1– 23.
- RAY, C.; SCHUBERT, J.; LINSKY, R. B; MELIN, G. (2002). “*Introduction. Riverbank Filtration: improving source-water quality*”. Kluwer Academic Publishers. California, USA. v, 43. p. 1-7.
- RIBEIRO, M. M. R., LANNA, A. E. (2001). “*Instrumentos regulatórios e econômicos: aplicabilidade à gestão das águas e à bacia do rio Pirapama-PE*”. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos RBRH*. v. 6, n, 4. p. 41-70.