

## I-245 - PROPOSTA DE APERFEIÇOAMENTO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE IGARAPÉ MIRI

**Elys Evelina Silva Araujo Torres** <sup>(1)</sup>

Graduanda do oitavo semestre do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará. Bolsista do Programa de Educação Tutorial de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFPA.

**Alberto Castro de Moraes** <sup>(2)</sup>

Graduando do oitavo semestre do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará.

**Rayssa Giordana de Vieira Alencar Silva** <sup>(3)</sup>

Graduanda do oitavo semestre do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará.

**Shirley Harumi Martins Tanoue** <sup>(4)</sup>

Graduanda do quarto semestre do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará. Estagiária da Companhia de Saneamento do Pará/CONSAPA.

**Lindemberg Lima Fernandes** <sup>(5)</sup>

Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará, mestrado em Geofísica pela Universidade Federal do Pará e Doutorado em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade Federal do Pará. Tutor do Programa de Educação Tutorial Engenharia Sanitária e Ambiental. Professor da Universidade Federal do Pará.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Avenida Maximino Porpino, 681 - Pirapora - Castanhal - PA - CEP: 68740/080- Brasil - Tel: (91) 993871622 - e-mail: elystorres2@gmail.com

### RESUMO

O abastecimento de água de uma cidade é um dos pilares do saneamento básico, atualmente, mesmo sendo extremamente importante, ainda existem muitas cidades que ou não possuem abastecimento de água potável ou possuem, mas os mesmos estão em situação precária, necessitando melhorias. Este trabalho tem o objetivo de propor para o município de Igarapé-Miri um aperfeiçoamento do sistema de abastecimento de água da área urbana, utilizando o aproveitamento de água subterrânea como complemento, do sistema superficial já existente, que apresenta alguma deficiência. Desta forma, foi feita a estimativa populacional do município para estimar a população de projeto da cidade para 20 anos utilizando o método geométrico, através da taxa de crescimento anual, com os últimos censos do IBGE. Foi realizada também uma visita ao município para o melhor diagnóstico da situação de abastecimento de água, onde foram aplicados aos moradores questionários referentes à qualidade da água, tipo de abastecimento e satisfação da população, e entrevistas com os técnicos responsáveis pelo sistema de abastecimento de água e pela estação de tratamento de água da cidade, além do projetista. Desta forma, foi feito um estudo para verificar os poços existentes no município e se poderiam ser utilizados em sua capacidade máxima para melhorias do sistema. A alternativa proposta certamente melhora a capacidade de abastecimento do município, com a redução das perdas, refletindo principalmente na qualidade e arrecadação da concessionária, trazendo benefício no abastecimento para toda a população.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abastecimento de Água, Saneamento Básico, Água Subterrânea, Aproveitamento de Água, Poços.

### INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para a manutenção da vida. O homem tem necessidade de água de qualidade adequada e em quantidade suficiente para todas suas necessidades, para proteção de sua saúde e também para o seu desenvolvimento econômico (FUNASA, 2006). Porém, nem todos recebem em suas casas água suficiente para atender estas necessidades, o que acontece na cidade de Igarapé-Miri.

Segundo o Manual da Funasa 2006, de construção de poços tubulares profundos, um dos aspectos mais importantes na elaboração de um projeto de captação de água subterrânea, diz respeito à abordagem para se viabilizar o empreendimento. Por isso, quando se trata de construir poços, deve-se considerar as particularidades da área investigando, com visitas "in loco", utilizando-se métodos diretos e indiretos de

investigação do subsolo, para em seguida determinar se há ou não a necessidade de elaborar o projeto construtivo do poço.

## OBJETIVO

Proposta ao município de Igarapé-Miri de uma alternativa de aperfeiçoamento do sistema de abastecimento de água da área urbana, com o aproveitamento de água subterrânea como complementação da demanda de água potável, pois o município utiliza somente a captação de água superficial do Igarapé Cataiandeua, não atendendo a demanda de água para garantir as necessidades básicas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

- **Área de Estudo**

O município de Igarapé-Miri está localizado na mesorregião do nordeste paraense e na Microrregião de Cametá a 78 km de distância da capital do Pará, Belém, nas coordenadas geográficas 01° 58' 33" de latitude Sul e 48° 57' 39" de longitude a Oeste. De acordo com o IBGE de 2010, área da unidade territorial do município é de 1.996,790 km<sup>2</sup> e possui 58.077 habitantes, sendo que a maior parcela, 31.872 pessoas, está concentrada na área rural, enquanto que na zona urbana são 26.205 habitantes.

- **Levantamento de dados do sistema de abastecimento de água existente**

A concepção do sistema de abastecimento de água da cidade de Igarapé-Miri, levou em consideração a situação das unidades de captação de água subterrânea através de poços profundos que apresentam problemas com as concentrações excessivas de ferro. Desta maneira o sistema existente optou pela captação de água superficial no Igarapé do Cataiandeua, manancial com capacidade de 400m<sup>3</sup>/h para atender a demanda de projeto e em área bem protegida em termos ambientais, no entanto o município não possui rede e estação de tratamento de esgoto sanitário. Os conjuntos elevatórios instalados em um trapiche de madeira que sustenta parte da adutora de água bruta no trecho aéreo.

A estação de tratamento de água é do tipo convencional, constituída de quatro floculadores, seis decantadores e seis filtros autolaváveis, como pode ser constatado na figura 1. A desinfecção da água filtrada é feita a montante da entrada de água no reservatório apoiado com volume de 1.000 m<sup>3</sup>. A ETA possui uma casa de química e de operação, destinada ao armazenamento e dosagem dos produtos químicos, monitora da qualidade da água, controle da automação das unidades, e permanência do operador. O reservatório elevado, em concreto armado com 250 m<sup>3</sup> de capacidade e 17,05 m de altura, que abastece, por gravidade, a rede de distribuição de água. A rede de distribuição de água possui anéis principais com diâmetros variando de 100 a 400 mm, que alimenta toda a cidade, formando dois setores de abastecimento, garantindo vazão e pressão também na rede secundária.



Figura 1: Sistema de abastecimento do município.

- **Estimativa Populacional**

Inicialmente foi feita a estimativa populacional do município de acordo com os dados do IBGE até o ano de 2010, utilizando o método geométrico. Desta maneira foram calculadas a taxa de crescimento anual e as

populações ano a ano, obtendo as populações de 2016 até a população final do projeto, do ano de 2036. O método geométrico está exposto na equação 1 a seguir:

$$P_1 = P_0 \times q_0^{(Ano_1 - Ano_0)} \quad (1)$$

Onde:

P = população final;

P<sub>0</sub> = população inicial;

q<sub>0</sub> = taxa de crescimento (através de observações da contagem populacional do IBGE foi adotado 0,006733 ao ano).

De acordo com o censo populacional o IBGE do ano de 2010, obteve-se a população de 26209 habitantes, assim para estimar a população de projeto da cidade para 20 anos foi necessário, primeiramente, encontrar a população do ano do estudo.

$$P_{2016} = 26209 (1 + 0,0067)^{16}$$

$$P_{2016} = 29.164 \text{ hab.}$$

Então, a população de projeto, do ano 2036, foi calculada da seguinte forma:

$$P_{2036} = 29.164 \times (1 + 0,0067)^{20} = 33.331 \text{ hab}$$

- **Elementos para a elaboração do projeto**

Com a população prevista para o ano de 2036, pode-se calcular a demanda de água necessária, para isso foi levado em consideração o tempo de funcionamento da bomba de 16 horas por dia, tanto na captação superficial quanto na subterrânea. Segundo Tsutiya (2006) precisa-se também adotar os valores de: consumo per-capita de água, o coeficiente do dia de maior consumo (K1), coeficiente da hora de maior consumo (K2), que são os coeficientes de reforços para dar segurança na durabilidade do sistema. Além disso, foram verificados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) os índices de perdas do sistema da região norte. Mas como as vazões dos poços serão baseadas nos poços já existentes da região de estudo é possível verificar a capacidade de atendimento por águas subterrâneas.

- **Diagnóstico do Sistema**

Posteriormente foi realizada uma visita ao município para melhor diagnosticá-lo sobre a situação do sistema, onde foram aplicados questionários referentes à qualidade da água, tipo de abastecimento e satisfação da população, além disso, foram feitas entrevistas com os técnicos responsáveis pelo sistema e pela estação de tratamento de água da cidade e com o projetista.

- **Levantamento dos poços**

O levantamento dos poços da área urbana do município foi realizado através do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (Siagas), com conforme o Mapa 1.



**Mapa 1:** Poços da área urbana do município de Igarapé Miri cadastrados no Siagas.

Desta maneira, verificou-se os poços que utilizavam água de aquíferos confinados ou semi confinados para analisar suas vazões. Desta forma, foi feito um estudo para verificar o quanto cada poço poderia produzir de vazão se fosse aproveitado ao máximo, ou seja, se seu nível dinâmico ficasse cerca de 6 metros acima da bomba, e a bomba cerca de 6 metros acima do filtro, garantindo maior vida útil ao poço. Para isto foi feito um cálculo levando em consideração sua vazão específica e o novo rebaixamento. O cálculo usado para encontrar a vazão máxima de cada poço, levando em consideração seu rebaixamento para que não interfira na bomba, se dá através equação a seguir (2):

$$Q \text{ do poço} = Q \text{ esp.} \times \text{Rebaixamento} \quad (2)$$

Com o resultado da vazão necessária para o início e final de projeto foram selecionados cinco poços para reforçarem o sistema atual, eles foram baseados nos poços IGM-7, IGM-9, IGM-10 e IM-31 (nomenclatura do siagas). Utilizando o valor da vazão total dos poços e com os elementos para a elaboração de projeto podemos determinar a população atendida por águas subterrâneas.

Os elementos para a elaboração do projeto:

- População atual: 29.164 habitantes
- População Final: 33.331 habitantes
- Área total do bairro: 401,87 ha
- Consumo per-capita: 150 L/hab.dia (adotado)
- Número de horas de funcionamento: 16 horas (adotado)
- Coeficiente do dia de maior consumo (K1): 1,2
- Coeficiente da hora de maior consumo (K2): 1,5
- Taxa de crescimento: 0,6733 % ao ano
- Índices de Perdas: 47,9 %

Com os dados preliminares para a elaboração do projeto foi verificado a capacidade de abastecimento dos poços, porém foi levado em consideração que no início do projeto a população é menor, logo não será necessário que se trabalhem todos os cinco poços, desta forma foram escolhidos quatro para os primeiros dez anos, até o ano de 2016. Ressaltando que as vazões dos poços foram adquiridas também através do banco de dados do siagas.

$$Q \text{ total dos poços} = \sum Q \text{ poços}$$

$$Q \text{ total dos poços} = (66+149+66+110+48) \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q \text{ total dos poços} = 391 \text{ m}^3/\text{h}$$

Levando em consideração uma perda de, segundo o SNIS, 47,9 %:

$$Q \text{ útil} = Q \text{ total dos poços} \times (1 - 0,479)$$

$$Q \text{ útil} = 203,71 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{População atendida} = [Q \text{ útil} \times (16\text{h}/24\text{h}) \times 86400]/(q \times K1)$$

$$\text{População atendida} = 18108 \text{ hab.}$$

Como a população prevista para o ano de 2026 foi de 31178 habitantes e a capacidade de atendimento dos poços era de 18108 hab. o projeto propôs que o restante da população fosse abastecida pelo sistema superficial. A vazão necessária para 16 horas de bombeamento para atender esta parcela da população Equação (3):

$$Q \text{ total}(\text{m}^3/\text{h}) = Q \text{ total}(\text{l}^3/\text{dia})/24000 \quad (3)$$

O mesmo se aplica para verificar a situação de 2036, se os poços irão ou não atender se trabalharem 16 horas diárias. Para o cálculo do volume do reservatório que irá atender a população estimada para 2036 foram feitos os seguintes cálculos:

$$\text{Volume total de reservação} = \text{População total em 2036} \times q \times K1 \times K2 / 3000$$

$$\text{Volume total de reservação} = 33331 \times 150 \times 1,2 \times 1,5 / 3000$$

$$\text{Volume total de reservação} = 2999,79 \text{ m}^3$$

Como na estação de tratamento existente da cidade possui a capacidade para reservar apenas 1250 m<sup>3</sup> será necessário que se construa novos reservatórios, um apoiado e um elevado, que suportem o restante do volume necessário para atender toda a população de projeto.

## RESULTADOS

### • Diagnóstico do Projetista

O sistema não foi projetado para o aproveitamento de água subterrânea como abastecimento da cidade de Igarapé-Miri, devido a qualidade da água na região. A quantidade de ferro poderia gerar problemas na manutenção do sistema e aumentar o custo deste. Além disto, o sistema projetado captaria água do rio Igarapé-Miri, principal rio da região propício de atender a demanda da cidade. Porém, o projeto foi modificado e a captação é feita no Igarapé Cataiandeua, causando alguns problemas na manutenção.

Além disso, outros aspectos do projeto foram modificados gerando dispêndios para concessionária e insatisfação para os usuários, por exemplo, ocorreu rompimento da adutora, em decorrência da falta de uma válvula para evitar o golpe de aríete. Além da madeira de péssima qualidade utilizada no trapiche da captação, que já está comprometida.

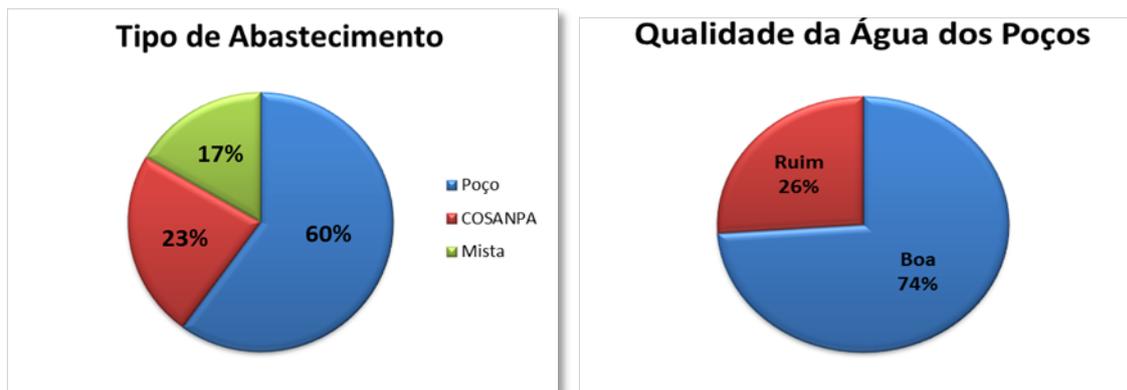
### • Diagnóstico Técnico

O abastecimento de Igarapé-Miri era realizado por poços profundos. Segundo o técnico da concessionária local, é economicamente mais viável o abastecimento por captação superficial que por poços profundos. Porém, devido a vida útil, os problemas com periodicidade na limpeza e manutenção na bomba, tornam esse tipo de abastecimento árido. Por isso, há uma preferência no abastecimento por água superficial, principalmente na Amazônia, onde os corpos hídricos superficiais têm grandes vazões. Condigno a defasagem do projeto, quando em 2016, houve a implantação do sistema na região, com aproximadamente 20 anos do projeto, o sistema não está a suprir a necessidade da demanda. Provocando problemas com furtos na rede de distribuição, para a utilização dessas tubulações nos poços individuais.

### • Percepção do Usuários

Na visita ao município foram aplicados 30 questionários aos habitantes referentes às suas percepções sobre a qualidade da água, qual o tipo de abastecimento se serviam (poço ou rede pública) e a sua satisfação quanto a este

abastecimento. Para garantir maior representatividade dos dados foram selecionados quatro bairros para serem aplicados os questionários, sendo um deles um bairro central onde frequentavam diversas pessoas de várias partes da cidade. Segundo os questionários 77% da população utiliza águas de poços e acredita que o abastecimento público é deficiente devido, principalmente, à falta constante de água, mas não desaprovando sua qualidade, sendo desses 78% utilizam apenas água subterrânea e 22% utilizam os dois tipos de abastecimento e apenas 23% da população utiliza apenas o abastecimento público. Em relação aos poços individuais, apenas duas pessoas souberam dizer a profundidade do poço que abastece sua casa, sendo que um deles de aproximadamente 40 m de profundidade ficando à 150 metros de um cemitério. Sobre a percepção dos usuários de águas subterrâneas foi extraído que 74% da população considera a água de boa qualidade quanto a cor, sabor e odor e 26% consideram a água com qualidade ruim, conforme a Figura 2.



**Figura 2: Resultados dos Questionários Aplicados.**

A Tabela 1 representa o cálculo de estimativa necessária de água para a população de 20 anos de projeto.

**Tabela 1: Estimativa De 20 Anos De Projeto.**

Ano	População Atendida (hab)	Demanda de água (l/s)		Produção		Reservação (m <sup>3</sup> )		
		Média	Máxima		Necessária 16 h (l/s)	Necessária 16 h (m <sup>3</sup> /h)	Reservatório Superior	Reservatório Inferior
			Diária	Horária				
2016	29164	50,632	60,758	75,948	91,138	328,095	524,95	2099,81
2026	31178	54,128	64,954	81,193	97,431	350,753	561,20	2244,82
2036	33331	57,866	69,440	86,799	104,159	374,974	599,96	2399,83

A Tabela 2 mostra os valores de demanda de início e final de projeto, com as vazões de captação dos poços e superficial necessária e com suas respectivas perdas

**Tabela 2: Demanda Inicial e Final de Projeto.**

ANOS		2016	2036
<b>DEMANDA TOTAL (m<sup>3</sup>/h)</b>		328,1	375
<b>SUBTERRÂNEA</b>	Vazão Total (m <sup>3</sup> /h)	391	439
	Vazão com perdas (m <sup>3</sup> /h)	203,7	228,7
	Percentual de contribuição	62,09%	61,00%
<b>SUPERFICIAL</b>	Vazão Total (m <sup>3</sup> /h)	124,4	146,3
	Percentual de contribuição	37,91%	39,00%

Na Tabela 3, foi inserido os dados dos cinco poços propostos como alternativas do abastecimento do município.

**Tabela 3: Poços propostos para aprimoramento.**

Nº	1		2		3		4		5	
Nome do poço	IGM-7		IM-31	ARES-1	IGM-7	ARES-02	IGM-10	ARES-03	IGM-9	ARES-4*
Poços	Atual	Recuperado	Atual	Otimizado	Atual	Otimizado	Atual	Otimizado	Atual	Otimizado
Profundidade (m)	78	78	140	140	78	53	96	96	86	86
NE (m)	4,17	4,17	3	3	4,17	4,17	22	22	20	20
ND (m)	30	29	6	48	29	29	29	44	30	36
Rebaixamento (m)	12	24,83	3	45	24,83	24,83	7	22	10	16
Q (m³/h)	45	66	10	149	66	66	35	110	30	48
Q Esp (m³/h/m)	3,75	2,66	3,33	3,33	2,66	2,66	5	5	3	3

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

A proposta do novo sistema de abastecimento de água na área urbana do município foi baseada no abastecimento misto. As vazões necessárias para o tempo de funcionamento foram de aproximadamente 329, 350 e 375 m³/h para os anos de 2016, 2026 e 2036 respectivamente, esses valores de vazão dos anos foram destacados para que não houvesse o problema de perfurar um poço desnecessário para os primeiros anos de projeto, visto que a demanda é menor, e que pudesse ser incluindo somente quando fosse necessário.

Como foi verificado na aplicação dos questionários e conversando com os usuários de vários bairros do município, segundo sua percepção, boa parte da população não é atendida pelo abastecimento coletivo devido à falta de qualidade no atendimento dos usuários, cabe destacar também que não foi feita nenhuma análise físico-química da água, assim como a manutenção da rede que é precária prejudica o fornecimento de água, como foi mencionado pelo técnico da concessionária.

Desta maneira, no início do projeto para melhor aproveitamento do sistema foi dividida a demanda total utilizando o valor das vazões dos poços 1,2, 3 e 4 que neste caso o poço IGM-07 de domínio da concessionária local de abastecimento, e construindo mais 3 poços tomando como base nos poços da prefeitura do município, obtendo uma vazão de 203,7 m³/h, já considerando as perdas. Assim contribuindo com 62,09% da produção necessária para 16 horas de funcionamento da bomba. A partir do ano de 2024 projeta-se a construção de outro poço que atenderá a demanda até o final do projeto, devido ao aumento da população. Assim garantindo que a partir do ano de 2026 mais de 50% da população permanecerá atendida pelo sistema subterrâneo.

O sistema superficial atual do município tem capacidade de produzir até 400 m³/h, considerando o índice de perdas de 47,9%, segundo o SNIS, o que implicaria na arrecadação da concessionária e em planejamento de obras como melhorias para o abastecimento. A captação superficial responsável por 37,91%, contribuindo com 124,4m³/h no início do projeto, e vale ressaltar que a mesma pode ser utilizada em menor porcentagem, pois a captação feita no Igarapé Cataiandeua possui algumas dificuldades, em função do mesmo ser muito estreito, e em algumas épocas do ano a lâmina d'água é muito baixa, havendo problemas com sólidos em suspensão, o que provoca manutenção constante da bomba,

Vale acrescentar, que o município não possui sistema de esgotamento sanitário desta forma a estação de tratamento pode enfrentar problemas para tratar a água, devido ao despejo de esgoto *in natura* no igarapé, alterando a qualidade da água. Esse sistema misto proposto terá vazão necessária para atender a população até o final do projeto.

Sendo assim é proposto que o reservatório elevado para armazenar a água da captação subterrânea, seja em concreto armado com 350 m³ de capacidade e aproximadamente 17 m de altura do nível do terreno a laje de fundo, que por gravidade poderá alimentar a rede de distribuição de água e o apoiado terá capacidade de 1400m³. Contudo o novo sistema de abastecimento de água do município irá sempre funcionar com uma bomba reserva que captaria água superficial caso haja algum problema o sistema.

## **CONCLUSÃO**

O município possui sérios problemas na distribuição de água e através do diagnóstico realizado, principalmente com as perdas e ligações na rede, nota-se que o sistema de abastecimento de água para a cidade de Igarapé-Miri deve ser preferencialmente misto, visto que, além da cidade possuir uma boa capacidade de abastecimento superficial, também possui alta disponibilidade de abastecimento através de águas subterrâneas. Portanto, mesmo com todo potencial hídrico o município não possui um bom sistema de abastecimento de água potável, devido a execução da obra de abastecimento não cumprir completamente o projeto elaborado pelo projetista. Desta forma, a alternativa proposta certamente trará melhorias na capacidade de abastecimento do município, com a redução das perdas, refletindo principalmente na qualidade e arrecadação, trazendo benefício no abastecimento para toda a população.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. 4. ed. Brasília. Funasa. 642 p. il. 2015.
2. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2016.
3. PREFEITURA DE BELÉM. Trabalhadores e população aprovam ação integrada no Ver-o-Peso. 2013. Disponível em: <<http://ww3.belem.pa.gov.br/www/?p=11190>>. Acesso em: 14 dez. 2016.
4. PREFEITURA DE BELÉM. SESAN intensifica ações de limpeza no Ver-o-Peso. Disponível em: <<http://ww3.belem.pa.gov.br/www/em-pauta/sesan-intensifica-acoes-de-limpeza-no-ver-o-peso/>>. Acesso em: 14 dez. 2016.