

IV-240 - ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS DA SUB BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO ANDRÉAS – VERA CRUZ – RS

Dionei Minuzzi Delevati⁽¹⁾

Professor do Departamento de Engenharia, Arquitetura de Ciências Agrárias da UNISC, coordenador do Curso de Engenharia Ambiental e coordenador do Projeto Protetor das Águas.

Marcelo Luis Kronbauer⁽²⁾

Professor do departamento de Engenharia, Arquitetura de Ciências Agrárias da UNISC, prestador de serviço do Projeto Protetor das Águas.

Endereço⁽¹⁾: Av. Independência, 2293, Bairro Universitário, CEP 96815-900, Bloco 12, Sala 1213, Santa Cruz do Sul – RS-Brasil-Telefone (51) 3717 7515. Fax. (51) 3717 7515.e-mail: dionei@unisc.br

RESUMO

O presente trabalho, aborda os dados obtidos a partir de uma estação hidrológica de monitoramento hidrológico da marca Solar Instrumentação, modelo SL2000. O equipamento empregado constitui-se em um *datalogger* modelo SL2000PNVn, sensor de nível SL2000-NV, pluviômetro automático modelo SL2000-P, além de painel fotovoltaico da marca *Terko*, modelo GP10 e uma bateria selada 12V 9Ah marca *First Power*. O período de coleta de dados compreende os meses de maio de 2015 até abril de 2016. Durante o referido período o nível mínimo e máximo foi de 57,47 cm e 451,16 cm respectivamente. Os dados pluviométricos apontaram um acumulado de 2316,78 mm durante os 12 meses de amostragem, no qual o mês com maior acúmulo de chuvas foi em dezembro de 2015, com 251,0 mm, sendo o esperado para o mês, de acordo com dados históricos da região seria de 159,9 mm de chuva. Com o referido comportamento pluviométrico, fez-se a análise dos tempos de permanência de cada nível de água no corpo hídrico, o qual constatou-se o maior tempo de permanência para o mesmo, foi mantido entre 80-85 cm de nível, durante 33,66% do tempo do período de coleta.

PALAVRAS-CHAVE: Recurso hídrico, estação fluviométrica, monitoramento.

INTRODUÇÃO

Para Schiavetti et al. (2002) todo desenvolvimento, seja qual for o modelo adotado, tem obrigatoriamente a sua base na exploração dos recursos naturais, e cabe aos pesquisadores conceber estratégias de utilização desses recursos naturais da forma mais proveitosa e menos degradadora possível.

De acordo com Silveira (1997) a bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exutório, considerando-se como perdas intermediárias os volumes evaporados e transpirados e também os infiltrados profundamente. Em um evento isolado pode-se desconsiderar estas perdas e analisar a transformação de chuva em vazão feita pela bacia com a ajuda de hidrogramas.

Dados hidrológicos são de suma importância para a compreensão, previsão, planejamento e prevenção de fenômenos fortemente influenciáveis e potencialmente perigosos na vida das pessoas e de processos produtivos como, por exemplo: escassez hídrica, enchentes, falta de qualidade das águas para consumo humano e lixiviação de solos e nutrientes agrícolas. (VESTENA et al., 2002)

Na ciência são de vital importância a confiabilidade, clareza e consistência dos dados coletados, pois são através deles que é possível realizar análises e a partir delas chegar a conclusões mais precisas. Em se tratando especificadamente da área da hidrologia, nota-se uma escassez tanto na disponibilidade quanto na qualidade de tais dados no Brasil, realidade essa que pode ser atribuída a fatores como a ausência de incentivos financeiros para as pesquisas na área, bem como às dificuldades técnicas e operacionais a nível prático, refletindo-se na falta de redes de monitoramento hidrológico. O presente estudo tem por objetivo avaliar em uma escala de tempo prolongada os dados hidrológicos obtidos através de uma estação fluviométrica, instalada em um recurso hídrico de fundamental importância para o abastecimento público de um município localizado na

região central do estado do Rio Grande do Sul, sendo responsável por fornecer 70% do volume de água utilizada.

METODOLOGIA

Para determinação dos dados hidrológicos, foi utilizada uma estação de monitoramento hidrológico da marca Solar Instrumentação, modelo SL2000. Instalada desde abril de 2012 na Sub-bacia do Arroio Andréas, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Pardo – RS, nas coordenadas geográficas 29°40'51.17"S 52°29'42.89"O. O local possui uma altitude de 45 metros em relação ao nível médio do mar, abrangendo uma área total de drenagem de 5.251 hectares e com amplitude altimétrica de 411 metros, cujo o principal recurso hídrico é o Arroio Andréas que conforme o IBGE (2010) abastece, via rede geral, mais de 7.200 domicílios da cidade de Vera Cruz, além suprir a demanda hídrica de mais de 1.000 domicílios rurais, cuja principal atividade econômica é a agricultura familiar em minifúndios. Da nascente até a estação de monitoramento o referido arroio possui 18,7 km de extensão e uma declividade média de 0,0174 m/m. A Figura 1 ilustra as características gerais do recurso hídrico e da sua rede de drenagem.

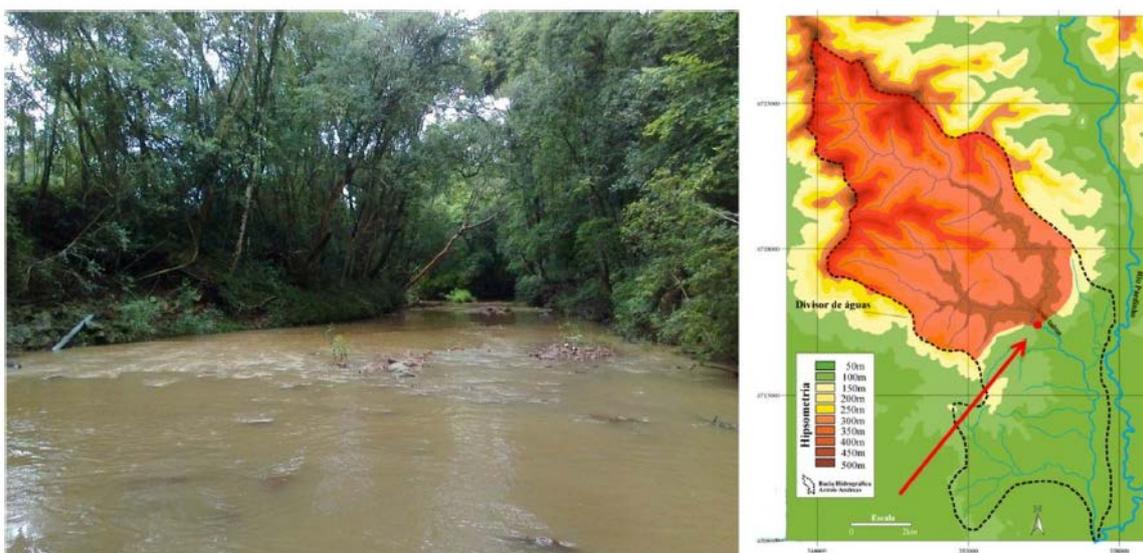


Figura 1: À esquerda, a seção do Arroio Andréas junto ao local de instalação da estação de monitoramento. À direita, o mapa hipsométrico da sub-bacia, com o local de instalação indicado pela flecha. A área hachurada em vermelho corresponde à área de drenagem de 5.251 hectares contemplada pelo monitoramento.

O local de instalação do sistema foi determinado de acordo com a avaliação técnica, que contemplou os seguintes critérios:

- - Representatividade hídrica da rede de drenagem para a população e para a produção agrícola presente no local,
- - Área total de drenagem e densidade hídrica.

O equipamento empregado constitui-se em um *datalogger* modelo SL2000PNVn, sensor de nível SL2000-NV, pluviômetro automático modelo SL2000-P, além de painel fotovoltaico da marca *Terko*, modelo GP10 e uma bateria selada 12V 9Ah marca *First Power*.

Para a fixação dos equipamentos no leito do rio foi utilizado um vergalhão de 12,5 mm de diâmetro nominal com 1,5 m de comprimento, sendo que aproximadamente 0,7 m foram estaqueados no solo em uma seção reta e de regime de escoamento laminar do Arroio Andréas. O sensor de nível fora fixado no vergalhão dentro de um tubo de PVC perfurado e envolto por tecido bidim, a fim de evitar interferências provenientes de sedimentos mais grosseiros e da pressão dinâmica oriunda da velocidade de escoamento da água.

O painel fotovoltaico foi instalado conjuntamente ao pluviômetro de cubas basculantes, em um poste de aço galvanizado com 4,2 m de altura situado em uma área longe da interferência das árvores e seu consequente sombreamento.

O pluviômetro foi acomodado de acordo com as recomendações da Organização Meteorológica Mundial (1989) enquanto o painel fotovoltaico fora instalado com uma inclinação de 30° em relação ao solo e voltado para a direção norte, almejando a melhor insolação possível durante todas as épocas do ano.

O *datalogger*, que foi alocado dentro de uma caixa hermética protegida do sol, dentro do perímetro de uma área cercada e cadeada a fim de evitar vandalismos e eventuais avarias. A Figura 2 exibe a montagem do equipamento.



Figura 2: À esquerda, o *datalogger* alojado junto à bateria suplementar dentro da caixa hermética. No centro, o sistema de tubo de PVC envolto por tecido bidim em que o sensor de nível encontra-se acomodado no interior. À direita, o poste com o painel fotovoltaico e pluviômetro devidamente montados no campo.

O sensor de nível baseia-se na deformação resultante pela coluna d'água exercida sobre um diafragma de aço. O pluviômetro funciona através de duas básculas, que ao excederem a capacidade de receber água advinda do funil de captação realizam o movimento de gangorra, que é contabilizado por uma espécie de interruptor. Estes equipamentos foram montados pelo fabricante de tal maneira a formar um circuito que recebe esta informação e percebe a variação dos seus elementos, que neste estágio obtém um sinal elétrico que tratado convenientemente com filtragem e amplificação se traduz em sinal elétrico.

Considerando que estes sensores emitem sinal para o *datalogger* em forma de tensão (milivolts) foi necessário estabelecer a curva de calibração para cada um de forma individual, possibilitando a conversão de cada sinal elétrico para as unidades desejadas: milímetros de precipitação, centímetros de coluna d'água. Sendo assim foram reproduzidos laboratorialmente, em diferentes e conhecidas intensidades os fenômenos de precipitação, e pressão hidrostática de coluna d'água. O sensor de nível foi introduzido em diferentes profundidades conhecidas dentro de um tubo de PVC com 50 milímetros de diâmetro nominal e 2 metros de comprimento, totalmente preenchido com água.

Para a aferição do pluviômetro calculou-se a área de captação do equipamento e despejou-se água com o auxílio de uma seringa graduada simulando chuva para, então, determinar a quantos milímetros de precipitação corresponde uma basculada (um pulso) do sistema.

Em planilha eletrônica do software *Microsoft Office Excel 2013* foi possível graficar estes dados, onde as tensões transmitidas pelos sensores foram plotadas no eixo das abscissas enquanto as intensidades do fenômeno reproduzido foram alocadas no eixo das ordenadas. Com isto foi possível determinar a linha de tendência "fenômeno ocorrente *versus* sinal de tensão transmitido" de cada sensor para. Com a obtenção da equação correspondente a linha tendência obtida, introduziu-se estas equações de calibragem diretamente nas configurações do software do *datalogger* (SL-2000Manager, Versão 4.0.0.3).

Os dados da estação são coletados com intervalos de 30 minutos, totalizando 47 medições diárias do nível e vazão do recurso hídrico. O recolhimento das informações é realizado através de um cabo do tipo “*serial-USB*”, que com o auxílio do software anteriormente discriminado transfere as informações do *datalogger* para o *notebook* em formato de arquivo *.txt*, que posteriormente são realocados para planilha eletrônica do *Microsoft Office Excel 2013* para melhor interpretação dos dados.

Com o intuito de validar as calibrações realizadas nos sensores, em todas as inspeções *in loco* mediu-se com uma régua a profundidade do rio junto ao local de instalação do sensor competente para constatar se o nível observado correspondia ao valor indicado pelo *datalogger*.

RESULTADOS

Após o levantamento de todos os dados do período analisado, foram feitas as médias mensais de vazão. Posteriormente foram calculadas as médias mensais. Também foram utilizadas as precipitações diárias que ocorreram em cada mês do ano como mostra na Tabela 1.

Para obter uma comparação de qual a precipitação que seria a estimada para o município, foi utilizada uma média de precipitações elaboradas pelo Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura, onde foram utilizadas informações pluviométricas da estação de Santa Cruz do Sul nos anos de 1914 a 1968, totalizando uma precipitação anual prevista de 1604,1 milímetros.

Tabela 1- Médias mensais de nível, vazão e a precipitação acumulada.

Mês	Nível (cm)	Vazão Média (m³/s)	Precipitação Ocorrida (mm)	Precipitação Prevista (mm)
MAIO 2015	81,677	1,361	179,000	136,1
JUNHO 2015	85,926	0,440	150,400	105,2
JULHO 2015	108,011	0,713	217,383	124,4
AGOSTO 2015	78,350	0,393	111,400	121,7
SETEMBRO 2015	93,998	0,44	225,4	155,4
OUTUBRO 2015	107,695	0,6	312,4	132,7
NOVEMBRO 2015	81,062	0,44	168,6	127,7
DEZEMBRO 2015	88,631	0,38	251,0	159,9
JANEIRO 2016	92,441	0,97	169,0	175,4
FEVEREIRO 2016	90,942	1,05	101,0	145,1
MARÇO 2016	101,341	1,01	249,6	100,6
ABRIL 2016	94,058	0,29	181,6	119,9
TOTAL	92,011	0,674	2316,783	1604,1

Como mostrado na Tabela 1, em apenas quatro meses a precipitação ocorrida foi inferior à prevista, no restante dos meses a precipitação ocorrida foi bem superior à prevista, obtendo ao longo do período uma diferença de 712,683 milímetros a mais no total ocorrido. Pode-se observar que o mês que mais choveu foi o de novembro com 312,4 milímetros, obtendo a maior média de altura 451,160 centímetros. Na figura 2 podem ser observados a relação entre a precipitação prevista e a ocorrida

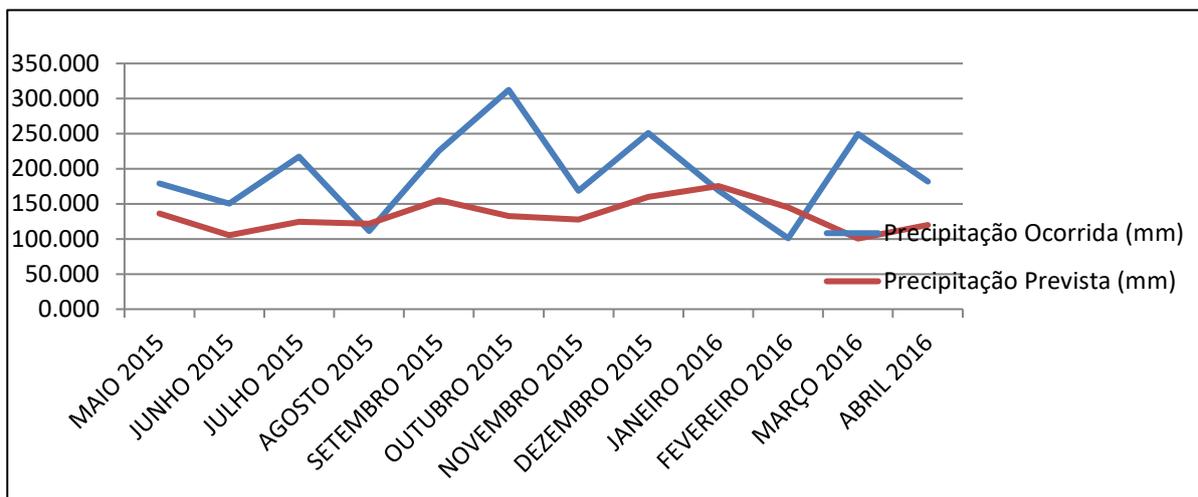


Figura 2: Precipitação Prevista (mm) e Precipitação Ocorrida (mm)

O método utilizado para a elaboração da curva-chave para o local onde está instalada a estação fluviométrica é o Logarítmico, sendo assim confiáveis as vazões calculadas para um nível de até 150 centímetros de altura. Acima desse nível de água, já são comprometidos os valores de vazão calculados.

Nos dias nos quais o nível registrado foi superior a 150 centímetros, foram desconsiderados os valores de vazão para efetuar a média mensal.

Ao longo de todos os dias do ano que foram efetuadas medida na estação foi verificado a cada mês o nível máximo e mínimo do arroio, onde foi observado que a maior altura registrada ocorreu no mês de outubro 451,16 centímetros e o menor nível ocorreu no mês de dezembro 57,478 centímetros, conforme a Tabela 2.

Tabela 2- Níveis máximos e mínimos registrados

Mês	Nível Máximo (cm)	Nível Mínimo (cm)
MAIO 2015	397,877	66,050
JUNHO 2015	340,789	69,618
JULHO 2015	443,548	72,235
AGOSTO 2015	154,300	71,521
SETEMBRO 2015	298,924	69,616
OUTUBRO 2015	451,16	63,671
NOVEMBRO 2015	380,751	57,963
DEZEMBRO 2015	443,548	57,478
JANEIRO 2016	336,983	84,604
FEVEREIRO 2016	127,658	81,987
MARÇO 2016	157,868	83,652
ABRIL 2016	287,56	65,574

Com base nos resultados obtidos, elaborou-se gráfico apresentado na Figura 3. No qual se pode verificar que os níveis máximos e mínimos oscilaram entre 451,26 a 57,478 centímetros durante o ano analisado.

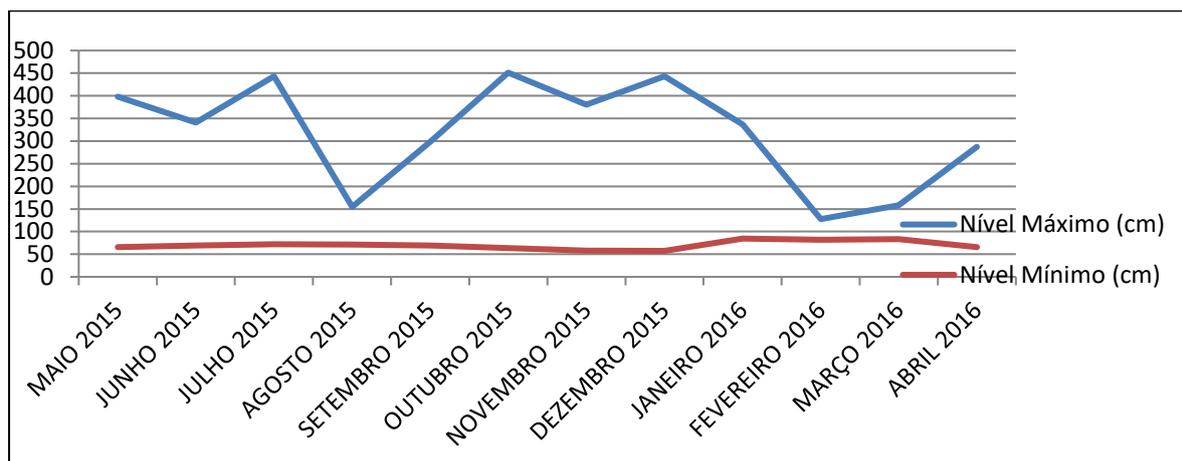


Figura 3 - Níveis máximos e mínimos mensais

Na Tabela 3 estão descritos os níveis do arroio Andreas e seu respectivo período de permanência ao longo do ano. Pode se observar na Figura 4, que o nível da água permaneceu em 33,66 % do tempo entre as alturas de 80 a 85 centímetros e 31,39% no nível entre 75 e 80 centímetros. Sendo assim as duas alturas predominantes, totalizaram 65,05% de permanência.

Tabela 3- Níveis anuais de permanência de nível e vazão

NÍVEL (cm)	PERMANÊNCIA (%)	VAZÕES MÉDIAS (m³/s)
55-60	1.29%	0,005
65-70	0.32%	0,020
70-75	1.29%	0,035
75-80	31.39%	0,058
80-85	33.66%	0,091
85-90	14.56%	0,140
90-95	5.18%	0,207
95-100	4.53%	0,299
100-200	7.12%	-
200-300	0.65%	-
TOTAL	100%	

Vestena (2008) apresenta de forma bem clara a importância da ciência hidrologia na prevenção e mitigação de desastres naturais ocasionados pela dinâmica do movimento da água. Dessa forma, após o levantamento de todos os dados do período analisado, pretende-se realizar as médias diárias de nível e vazão, permitindo-se a partir de dados tabelados, que se obtenham valores mínimos e máximos dessas variáveis. A análise de eventos extremos é fundamental, para a análise das variáveis que os condicionam. Nesse caso o principal elemento a ser correlacionado com os dados de nível e vazão é o índice pluviométrico. Kobiyama et al. (2004), fazem referência as formas de mitigar os desastres naturais, e é imprescindível para tanto as pesquisas de monitoramento (contínuo em tempo real).

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Tendo em vista que a água é um elemento fundamental para o desenvolvimento das cidades, é essencial que se mantenha o monitoramento da mesma. As estações fluviométricas tem uma função muito importante, monitorar vazão e nível e fatores que os influenciam de forma direta.

Através dos dados obtidos foi possível verificar o comportamento do arroio Andréas em diferentes épocas do ano, podendo ser obtida assim uma caracterização geral do comportamento do mesmo. Observou-se uma variação bastante grande no nível médio do Arroio, além do fato de ter ocorrido uma índice anual de precipitação muito maior que a média histórica, superando esta em 712 mm, o que representa quase a metade da pluviométrica anual. Este fato elevou a cota a históricos 451,16 cm, neste mesmo sentido as cotas média das cotas inferiores não foi muito baixa como em anos anteriores.

O estudo do comportamento hidrológico de um rio ou arroio é consolidado através dos anos pelo monitoramento sistemático e este é o terceiro anos consecutivo de monitoramento do Arroio Andreas onde ocorre o programa de Pagamentos Ambientais, este projeto que começou em 2011 e hoje é uma política pública do município de Vera Cruz no Estado do Rio Grande do Sul.

A necessidade da continuidade do monitoramento é a chave para o conhecimento do comportamento hidrológico do Arroio Andreas, o que é de valor inestimável já que o manancial de abastecimento da cidade de Vera Cruz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/painel/>>. Acesso em: 29 de outubro de 2016.
2. KOBIYAMA, M.; CHECCHIA, T.; SILVA, R. V.; SCHRÖDER, P. H.; GRANDO, A.; REGINATTO, G. M. P. Papel da comunidade e da universidade no gerenciamento de desastres naturais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1, 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 834-846.
3. OYOIS, P.; GUHA-SAPIR, D. Disasters caused by flood: Preliminary data for a 30 year assessment of their occurrence and human impact. Health and Flood Risk Workshop A Strategic Assessment of Adaptation Processes and Policies, Tyndall Center for Climate Change Research. University of East Anglia, Norwich. 18th to 20th July 2004. 15p.
4. SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antonio F. M. *Conceitos de Bacias Hidrográficas: Teorias e Aplicações*. Ilhéus – BA: Editus, 2002. 289 p.
5. SILVEIRA, André L. L. da. “Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica”. In: TUCCI, Carlos E. M. (Org.). *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.
6. SOLAR Instrumentação Monitoração e Controle Ltda. Estação SL2000 NÍVEL E VAZÃO: Manual de Instruções. Florianópolis – SC.
7. VESTENA, L.;R. A importância da hidrologia na prevenção e mitigação de desastres naturais – Revista *Ambiência* v4. N1 p151-162, 2008
8. WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Instruments and Observing Methods Report No.39: Catalogue of National Standard Precipitation Gauges. Disponível em: <<http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/IOM-39.pdf>>. Acesso em: 20 de outubro de 2016.