



## **ANÁLISE DA SENSIBILIDADE DO MÉTODO DE SAVILLE APLICADA AO RESERVATÓRIO DA HIDRELÉTRICA DE BELO MONTE**

Andréa Paula Jardim (PIC/UEM), Marcelo Marques (Orientador), e-mail: mmarques@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Departamento de Tecnologia– Campus Regional de Umuarama /Umuarama, PR.

**Área:** Engenharias / **Subárea:** Grande Área

**Palavras-chave:** Reservatório, fetch, vento

### **Resumo:**

Os métodos de quantificação de fenômenos gerados pelo vento em águas continentais de grande superfície como lagos e reservatórios são condicionados pela determinação prévia do fetch, definido como o comprimento da região a barlavento que interfere na transmissão de energia do vento para a massa líquida. Entre os métodos adotados na determinação do fetch, provavelmente o método de Saville se constitua no método mais difundido no meio técnico. Trata-se de um método geométrico que considera o fetch como resultado da ponderação do comprimento de linhas traçadas, pelos cossenos dos ângulos que essas linhas formam com a direção do vento. O método como originalmente proposto considera o traçado das linhas respeitando uma amplitude máxima de 45 graus ocupada por linhas intermediárias traçadas a cada 6 graus. Pelo presente trabalho é realizada uma análise de sensibilidade do método sob diferentes resoluções angulares. Por se tratar de método desenvolvido para ser aplicado manualmente e considerando a grande quantidade de operações a realizar, o processo foi automatizado pela aplicação do programa computacional ONDACAD desenvolvido em linguagem computacional LISP e executado em plataforma CAD.

### **Introdução**

A usina Hidrelétrica (UHE) de Belo Monte está sendo construída próximo à cidade de Altamira no estado do Pará. A construção do reservatório causa graves problemas ambientais que não cessam com a conclusão da obra. A ação das ondas geradas pelo vento no reservatório é um exemplo de fenômeno que pode constituir-se em um agente prejudicial ao ambiente.



Atualmente o comportamento destas ondas pode ser simulado pela utilização de modelos numéricos de base física. Infelizmente tais modelos são também reconhecidamente complexos e de difícil manuseio.

Através de estudos desenvolvidos por Marques (2013) foi concebido o conceito de campo de fetch e elaborada uma nova técnica de simulação computacional pela qual um campo de fetch é convertido com sucesso em um campo de ondas semelhante os gerados pelos modelos numéricos de base física, simplificando sobremaneira o processo de simulação.

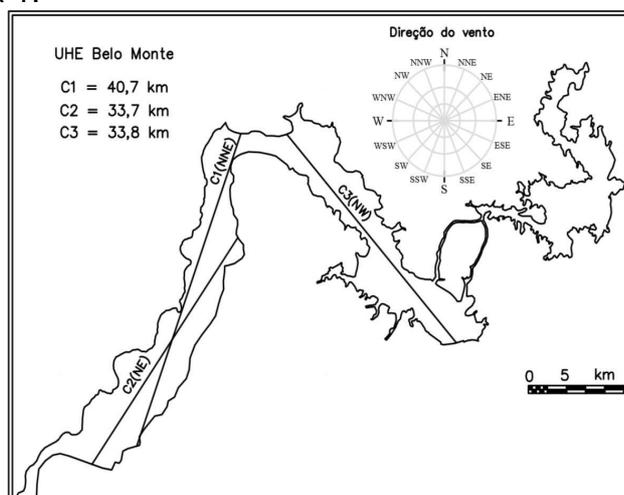
A importância que o fetch passou a assumir requer uma análise aprofundada sobre a sensibilidade do método de Saville (1954) a diferentes resoluções angulares das linhas auxiliares. O método de Saville (MS) constitui-se, provavelmente no método mais difundido no meio técnico para o cálculo do fetch.

## Materiais e métodos

A UHE de Belo Monte localiza-se na bacia hidrográfica do rio Xingu (abrange os Estados do Pará e Mato Grosso). Inundará uma área de 516 Km<sup>2</sup>.

A automatização do processo de geração de mapas foi viabilizado pela utilização do modelo ONDACAD, um modelo computacional em linguagem LISP que aplica o MS sob condições variáveis de resolução entre as linhas radiais conforme a necessidade do projetista. O modelo aplica o MS sobre cada nó de uma malha de estrutura quadrangular contendo 15 mil nós. A malha é circunscrita pela poligonal que representa as margens.

O processo de simulação foi precedido pela decisão sobre qual direção escolher. Decidiu-se por considerar o vento coincidente com a direção do maior comprimento livre limitado pelas margens, a direção nor-nordeste, conforme Figura 1.



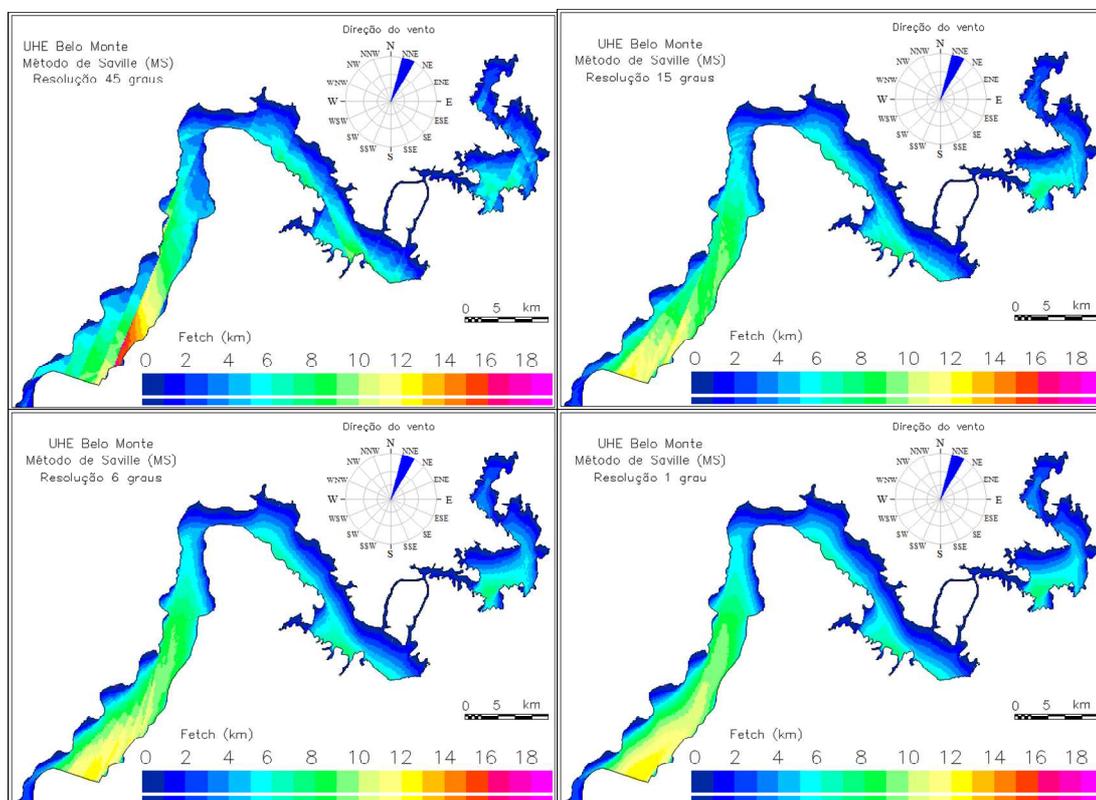
**Figura 1** – Representação dos maiores comprimentos livres limitados pelas margens



## Resultados e Discussão

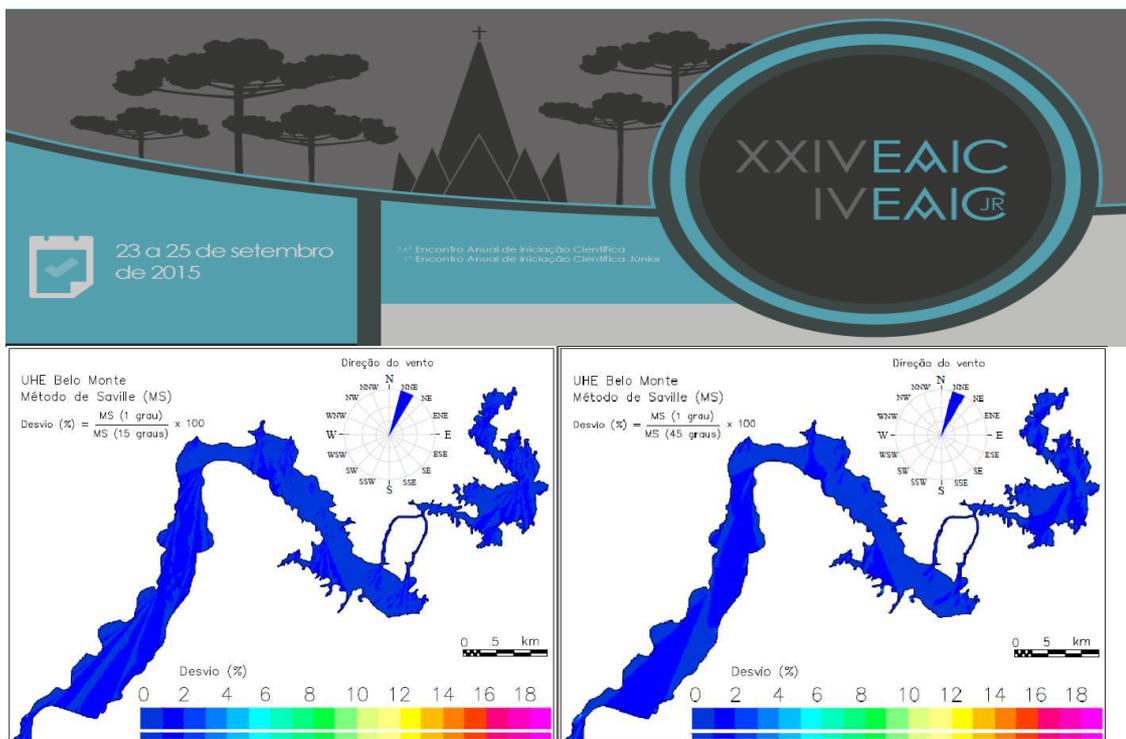
Pela aplicação automatizada do método MS através do modelo ONDACAD foram adotadas quatro resoluções angulares entre as linhas auxiliares:  $1^\circ$ ,  $6^\circ$ ,  $15^\circ$  e  $45^\circ$ . Em todos os casos foi mantida a amplitude máxima de  $45^\circ$  entre as linhas auxiliares externas. Os mapas estão representados pela Figura 2.

Analisando a figura 2, nota-se que o mapa de  $45^\circ$  apresenta forma irregular, distanciando de um aspecto de distribuição de campo de onda.



**Figura 2** – Campos de fetch com resoluções angulares de  $45^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $6^\circ$  e  $1^\circ$

Visando uma análise, tanto quantitativa quanto qualitativa decidiu-se por elaborar mapas de desvio entre as resoluções de  $1^\circ$ ,  $15^\circ$  e  $45^\circ$  tomadas duas a duas, conforme Figura 3.



**Figura 3** - Distribuição de erros das resoluções 15° e 45°.

## Conclusões

O Método de Saville é um método de ação pontual, os mapas gerados ilustram que a redução da resolução angular degrada visualmente de modo crescente o resultado. Desta forma ao utilizar-se do método a melhor resolução angular a utilizar é 1°, porém usos do ângulo de 6° é tolerável, pois as isolinhas sofreram pequenas distorções. Desaconselha-se o uso do ângulo de 45°, pois este não configura o aspecto de Campo de onda.

## Agradecimentos

À Universidade Estadual de Maringá e ao Núcleo de Pesquisa em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental (NUPEHIDRO).

## Referências

MARQUES, M. **Modelagem paramétrica bidimensional para simulação de ondas em águas continentais**. 2013. 197f. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2013.

SAVILLE, T. (1954). **The effect of fetch width on wave generation**. Technical Memorandum n. 70, U. S. Army, Corps of Engineers, Beach Erosion Board, 9 pp. U.S. Army Coastal Engineering Research Center (1966).

U. S. ARMY COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTER (1966). **Shore Protection Manual**. Second Edition, Volume 1. Washington, D. C.: Department of the Army Corps of Engineers.