

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Pesquisas Hidráulicas

# IMPACTO DAS MUDANÇAS DE USO E COBERTURA DA TERRA NOS CICLOS DE ENERGIA E CARBONO NA ZONA COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL

Aluno: Fernando Corrêa Todeschini  
Orientador: Anderson Ruhoff

fernandotodes@gmail.com  
andersonruhoff@gmail.com

## Introdução

A zona costeira do estado do Rio Grande do Sul apresenta uma grande disponibilidade de recursos hídricos em áreas úmidas. Conforme a Convenção de RAMSAR, essas áreas úmidas desempenham importantes funções na hidrologia e ciclagem de carbono. Além disso, essas áreas também disponibilizam diversos outros serviços ecossistêmicos, incluindo oferta de recursos hídricos para consumo humano e produção de alimentos. Nesse contexto, a degradação de áreas úmidas representa como consequência uma emissão de grandes quantidades de carbono para a atmosfera e impactos diretos no ciclo hidrológico já que o Painel de Revisão Técnica e Científica (STRP) da Convenção Ramsar (2008) afirma que áreas úmidas cobrem 9% da superfície terrestre mas armazenam aproximadamente 35% do carbono terrestre. Isso é perceptível ao analisar as taxas de crescimento da vegetação, essas são maiores que as taxas de decomposição, contribuindo positivamente no balanço de carbono. A degradação se deve a expansão da silvicultura e da agricultura irrigada que começaram a integrar a economia da zona costeira do Rio Grande do Sul e a mudar o uso e cobertura da terra associados a essas atividades.

## Materiais e Métodos

A mudança do uso e cobertura da terra foram analisados por imagens dos sensores de satélites LANDSAT L1-5 MSS, 4-5 TM, 7 ETM+ e 8 OLI no período de 1985 a 2015 em intervalos de aproximadamente 10 anos. As imagens de satélite fornecem informações através da refletância da terra e seus componentes referentes às diferentes bandas listadas na Figura 1. Assim é possível a estimativa de diversos produtos, como índices de vegetação, balanço de radiação, evapotranspiração e balanço de carbono. Essas imagens foram executadas nos softwares Idrisi TerrSet™ 18.09, Spring 5.3 e ArcGis 10.3 usando-se diferentes recursos de cada programa.

BANDA	INTERVALO ESPECTRAL (μm)	APLICAÇÕES
1	(0,45-0,52)	Grande penetração em corpos de água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos. Só é absorvida pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenóides). Apresenta sensibilidade a plumas de fumaça oriundas de queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.
2	(0,52-0,60)	Sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise de quantidade e qualidade. Bom penetração em corpos de água.
3	(0,63-0,69)	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação e aquelas sem vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite a análise da variação fitológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.
4	(0,76-0,90)	Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delimitamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre geomorfologia, solos e geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com pinus e eucalipto. Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a identificação de áreas agrícolas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrofitas aquáticas (ex.: aguapé).
5	(1,55-1,75)	Sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.
6	(10,4-12,5)	Sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades térmicas de rochas, solos, vegetação e água.
7	(2,08-2,35)	Sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre geomorfologia, solos e geologia. Esta banda serve para identificar minerais com ions hidroxiilas. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal.

Figura 1

Os cálculos serão feitos da seguinte maneira:

- Para realizar o balanço hidrológico, calcula-se a fração evaporativa (FE) onde:

$$FE = \frac{LE}{Rn - G}$$

(LE) - fluxo de calor latente;  
(Rn) - é o saldo de radiação;  
(G) - fluxo de calor no solo.

O fluxo de calor latente (LE) se dá por

$$LE = Rn - G - H$$

(H) é o calor sensível

O saldo de radiação se dá por

$$Rn = R_{s\downarrow} - \alpha R_{s\downarrow} + R_{L\downarrow} - R_{L\uparrow} - (1 - \epsilon_0) \cdot R_{L\downarrow}$$

$R_{s\downarrow}$  Radiação de onda curta incidente;

$\alpha$  Albedo de superfície;

$R_{L\downarrow}$  Radiação de onda longa incidente

$R_{L\uparrow}$  Radiação de onda longa emitida

$\epsilon_0$  Emissão térmica da superfície no amplo espectro térmico

O fluxo de calor no solo (G)

$$G = \left[ \frac{T_s - 273,15}{\alpha} (0,0038\alpha + 0,0074\alpha^2) (1 - 0,98 \cdot NDVI^4) \right] Rn$$

$T_s$  é a temperatura na superfície

NDVI é o índice de vegetação pela diferença normalizada

Para o calor sensível

$$H = pa \cdot Cp \cdot \left( \frac{dT}{r_{ah}} \right)$$

pa trata da densidade do ar;  
 $C_p$  é o calor específico do ar;

dT corresponde ao gradiente de temperatura, que se dá pela diferença entre a temperatura de superfície e do ar; e  $r_{ah}$  representa a resistência aerodinâmica ao transporte de calor.

- Para a estimativa do balanço de carbono, calcula-se a produtividade primária:

$$GPP = RFAA \cdot \epsilon = RFA \cdot FPAR \cdot \epsilon$$

em que RFAA é a radiação fotossinteticamente ativa absorvida pela vegetação,  $\epsilon$  é a eficiência do uso de luz da vegetação e FPAR representa a fração da radiação RFA que é absorvida pela vegetação, a qual pode ser estimada em função da radiação solar global diária:

$$RFA = 0,48 \cdot R_s \cdot 24h$$

A eficiência do uso de luz ( $\epsilon$ ), embora dependa de outros elementos da comunidade vegetal:

$$\epsilon = \epsilon' T_1 T_2 \cdot FE$$

em que  $\epsilon'$  representa a eficiência máxima de uso da luz pela vegetação, FE reflete a contribuição do fator umidade na fotossíntese e  $T_1$  e  $T_2$  refletem a contribuição da temperatura na eficiência de uso da luz pelas plantas, podendo ser calculados por:

$$T_1 = 0,8 + 0,02 T_{opt} - 0,0005 T^2_{opt}$$

$$T_2 = \frac{1}{1 + \exp(0,2 T_{opt} - 10 - T_{dia})} * \frac{1}{1 + \exp(0,3(-T_{opt} - 10 + T_{dia}))}$$

em que,  $T_{opt}$  é a temperatura média do ar do mês de máximo NDVI e  $T_{dia}$  é a temperatura média diária do ar.

## Resultado e Discussões

Realizando-se testes em classificações tanto supervisionadas e não supervisionadas, conseguiu-se chegar em modelos como segue a Figura 2 referente ao Litoral Sul do Rio Grande do Sul em comparação com a composição RGB 543 para o sensor do LANDSAT 8 em 2015. Na imagem, as áreas úmidas são azul claro; solo exposto, amarelo; agricultura, laranja; dunas, cinza; silvicultura, vermelho e verde, vegetação natural. Futuramente será possível comparar com os outros anos e aplicar os cálculos referentes às mudanças da paisagem.

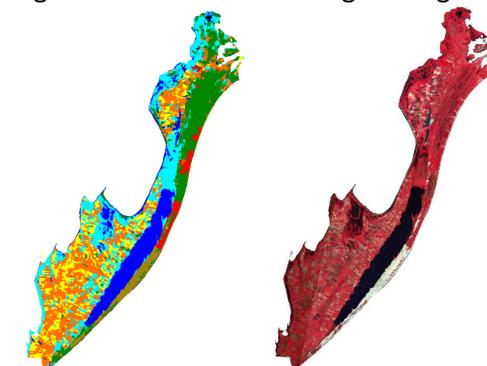


Figura 2

## Principais Bibliografias

SHUTTLEWORTH, W. J. Evaporation. In: MAIDMENT, D. R. Handbook of Hydrology. New York, USA: McGraw Hill, 1993.

BASTIAANSEN, W. G. M.; ALI, S. A new crop yield forecasting model based on satellite measurements applied across the Indus Basin, Pakistan. Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 94, p.321-340, 2003.

CONVENÇÃO RAMSAR. Scientific and technical research panel (STRP). 2008.

FIELD, C. B.; RANDERSON, J. T.; MALMSTROM, C. M. Global net primary production: combining ecology and remote sensing. Remote Sensing of Environment, v.51, p.74-88, 1995.

MONTEITH, J. L. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. Journal of Applied Ecology, v.9, p.747-766, 1972.