



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Trabalho SER-300

Maurício Braga Meira

Hipótese do trabalho

- Existe similaridade entre duas séries de dados espaço temporais que representam o desmatamento na Amazônia Legal Brasileira?
 - a. Dados produzidos pelo projeto PRODES-INPE, desde 1988, a partir dos incrementos de desmatamento identificados em imagens de satélite.
 - b. Dados gerados pela ferramenta ForestClimate desenvolvida pelo ITV-VALE que produz imagens sintéticas capazes de representar o desmatamento no espaço e no tempo em qualquer frequência temporal com base nos dados originais do projeto PRODES tratados individualmente nas suas versões analógica (Relatório Tardin 1975 e 1978 + dados tabulados do período 1988 a 1999) e digital (Mapas digitais de 2000 a 2016) para compor uma série temporal contínua dessazonalizada e livre de nuvens com mais de 40 anos.

Motivação do Trabalho

- Os dados do Projeto PRODES sofreram diversos ajustes ao longo de sua história devido a mudanças na metodologia de mapeamento e as correções na geometria da sua principal fonte de informação (i.e., imagens coletadas pelos satélites LANDSAT) que resultaram em uma série histórica e dados limitada aos últimos 10 anos com periodicidade anual.
- A motivação dessa análise resulta na possibilidade avaliar a qualidade dos imagens sintéticas geradas por um estimador de desmatamento (ForestClimate), além da possibilidade de expandir interpolar os dados do passado para englobar a totalidade dos mais de 40 anos da série histórica de desmatamento produzida pelo Projeto PRODES, como também ampliar a capacidade de representação espaço-temporal do desmatamento com periodicidade praticamente ilimitada.

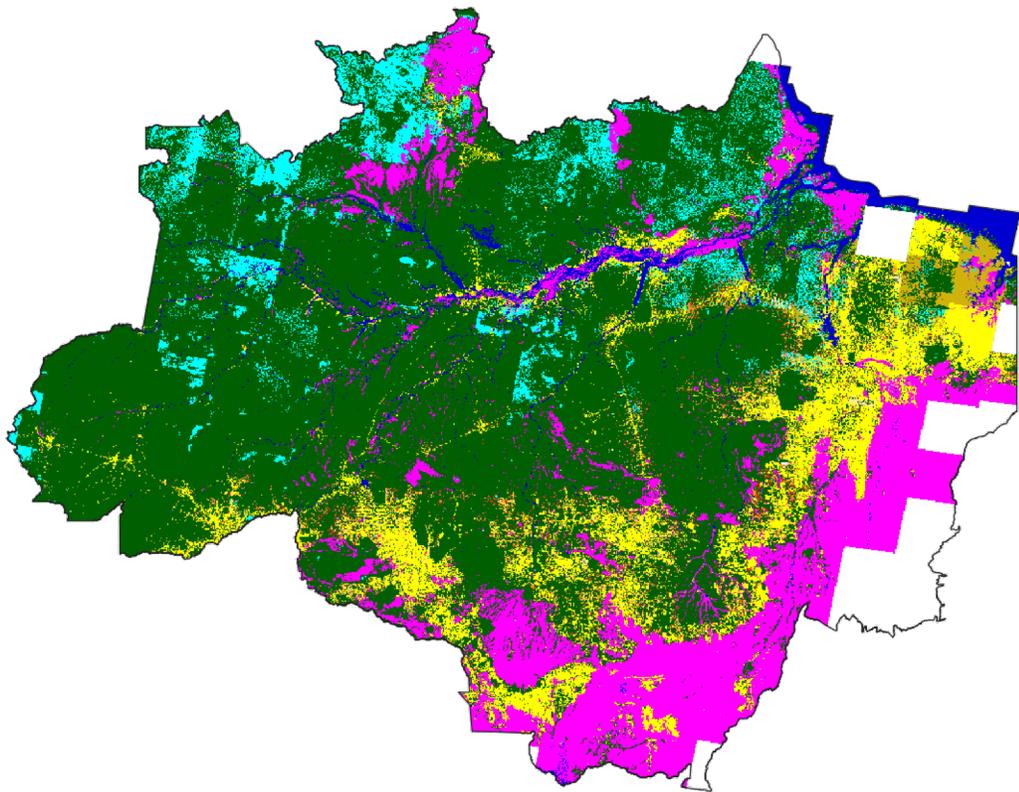


Material de trabalho

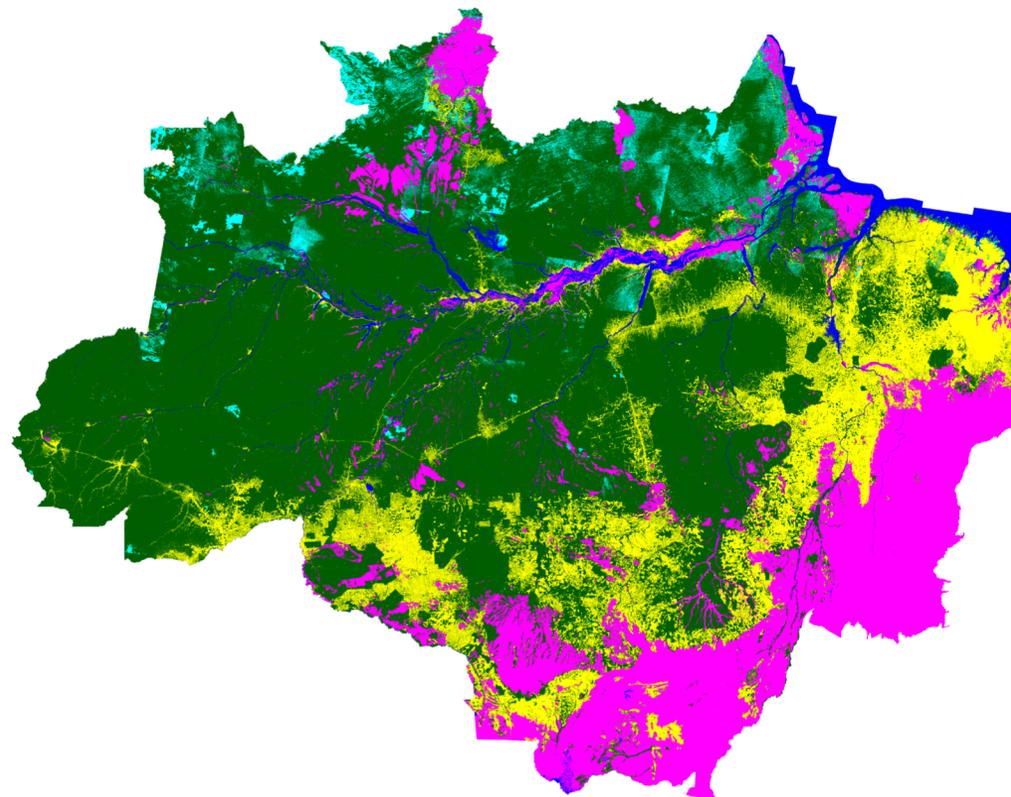
- Série histórica com 10 anos de dados da Amazônia Legal Brasileira
 - a. Dados produzidos pelo projeto PRODES com o desmatamento acumulado até 2007 e seus incrementos anuais até 2017;
 - b. Dados gerados pela ferramenta ForestClimate com o desmatamento acumulado até 2007 e seus incrementos anuais (31/Jul – 01/Ago) até 2017.

Mosaico dados originais de desmatamento

PRODES 2007

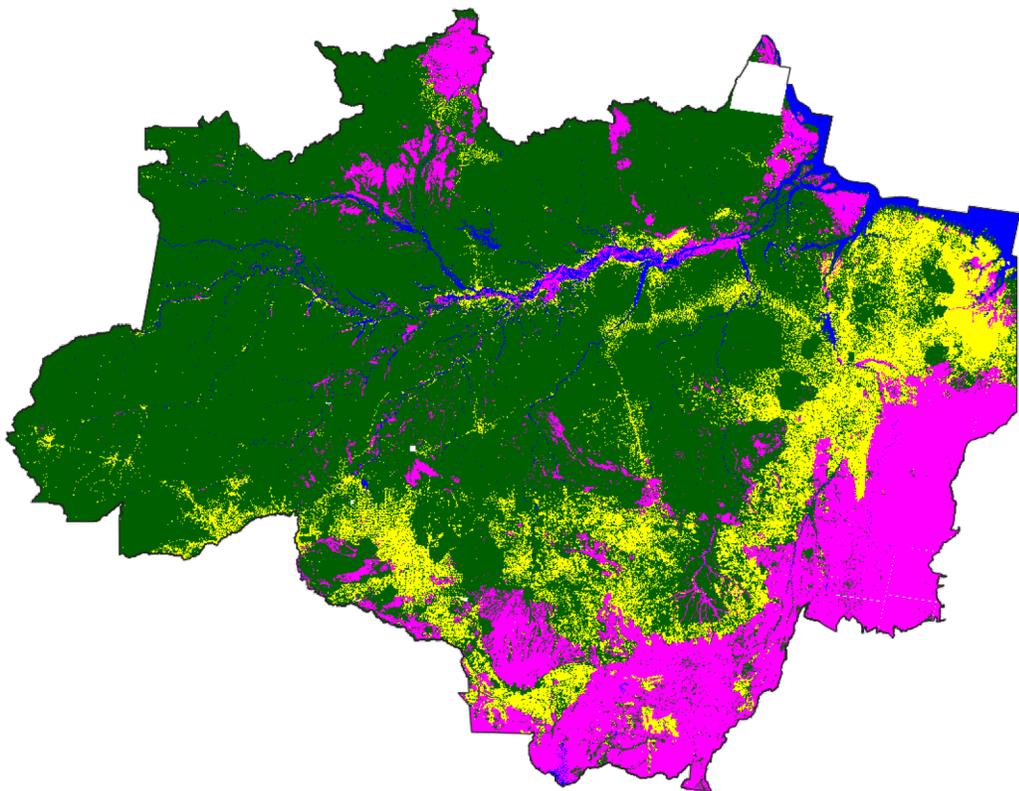


PRODES 2017

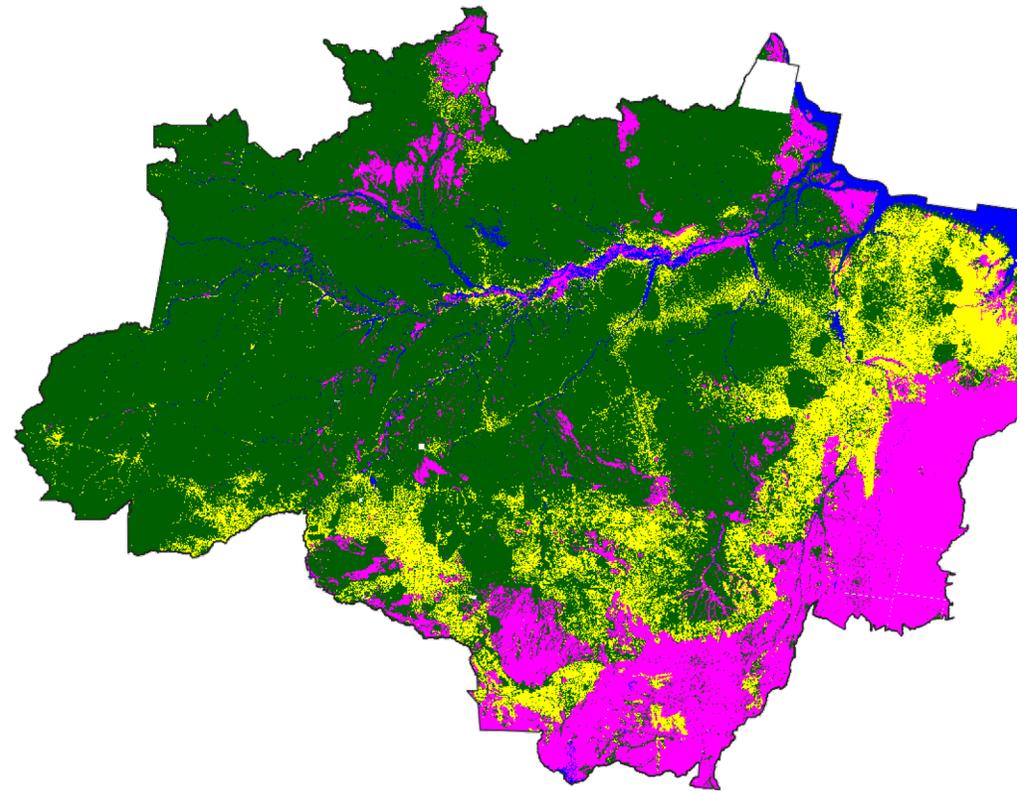


Mosaico imagem sintética do desmatamento

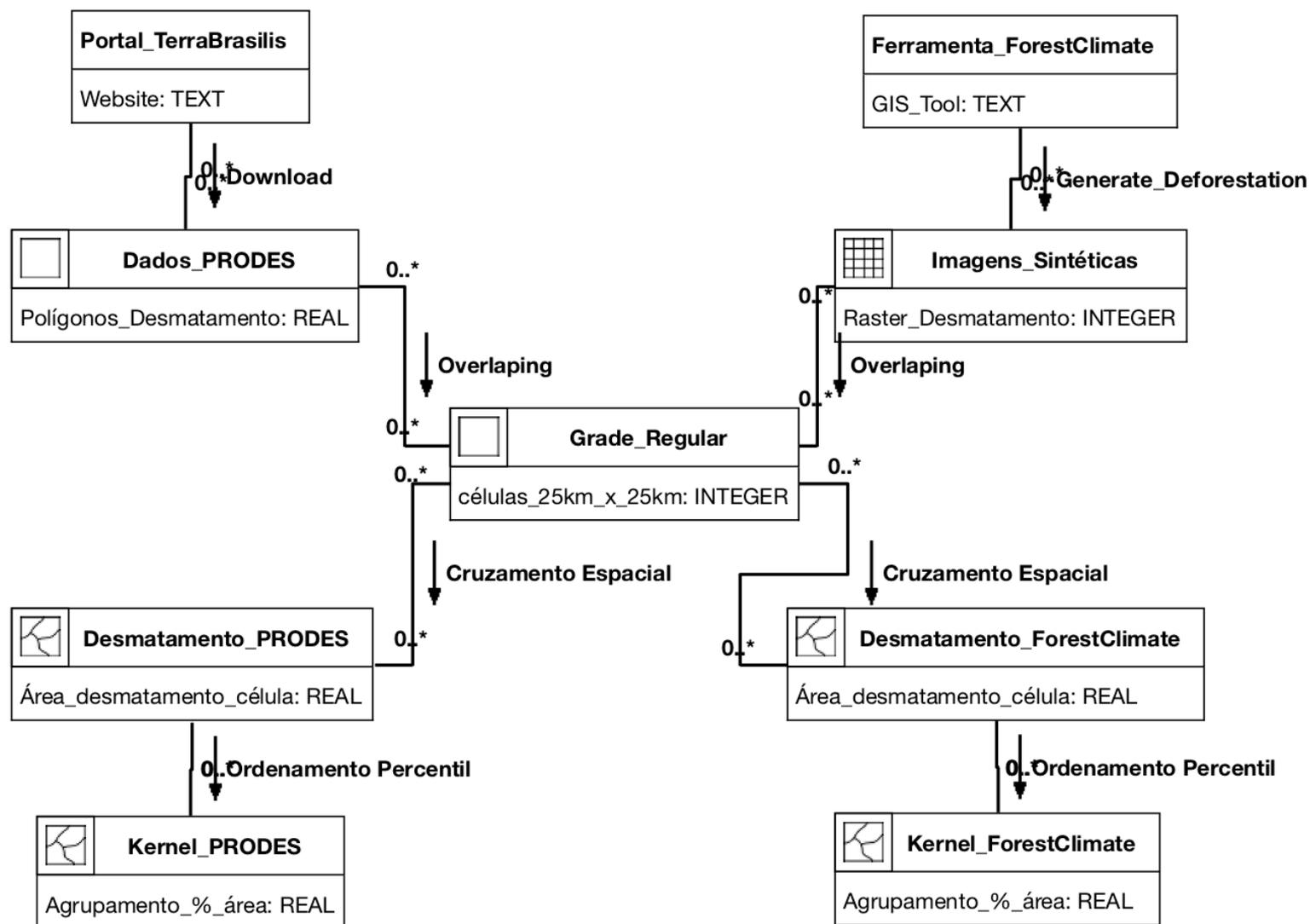
ITV 2007



ITV 2017



Metodologia do Trabalho

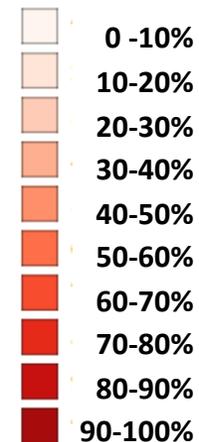


Criação do kernel do desmatamento

- O kernel do desmatamento é um indicador de intensidade que utiliza a soma das áreas de desmatamento de cada células para permitir uma análise comparativa mais abrangente, no tempo e no espaço, entre os mapas produzidos pelo projeto PRODES e as imagens sintéticas geradas pela ferramenta ForestClimate.
- A construção dos kernels do desmatamento foi feita de acordo com os processos descritos a seguir, repetindo essas cinco etapas para cada ano da análise:
 - 1) Somatória das áreas de desmatamento na articulação das células.
 - 2) Transformação da soma das áreas desmatadas em cada célula em percentil (i.e., divisão da área da célula pelo total de desmatamento);
 - 3) Ordenação do percentil de cada célula de forma decrescente;
 - 4) Cálculo da porcentagem acumulada das áreas desmatadas em cada célula;
 - 5) Agrupamento do percentil acumulado nas células em dez grupos com a mesma porcentagem (10%) de área desmatada.

Metodologia de Trabalho

- Uma vez agrupadas as células com a mesma porcentagem de área desmatada, as mesmas foram classificadas de acordo com o grupo que pertencem para criação da legenda do kernel do desmatamento conforme representada adiante:
- Como cada grupo possui a mesma porcentagem (10%) da área desmatada e está ordenado de forma decrescente, o kernel do desmatamento pode ser utilizado para representar a densidade espacial do desmatamento visto que a aplicação dessa técnica sempre resultará em um conjunto maior de células para formar o primeiro grupo (i.e., células com a menor proporção da área desmatada) do que o último grupo (i.e., células com a maior proporção da área desmatada).



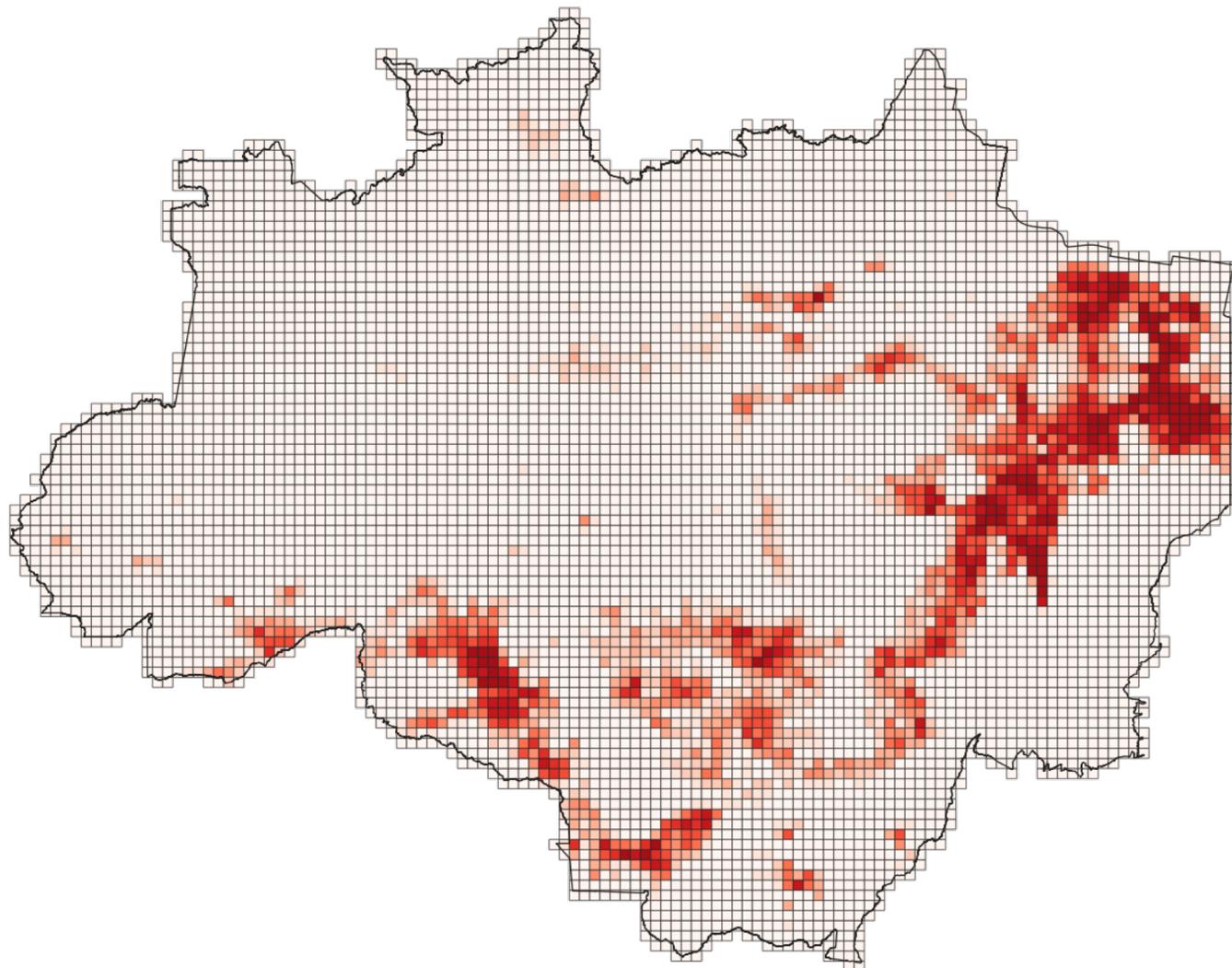
Desmatamento agrupado (Kernel) até 2007

INPE

kernel células



	0 -10%	5325
	10-20%	398
	20-30%	263
	30-40%	203
	40-50%	171
	50-60%	146
	60-70%	130
	70-80%	118
	80-90%	108
	90-100%	99

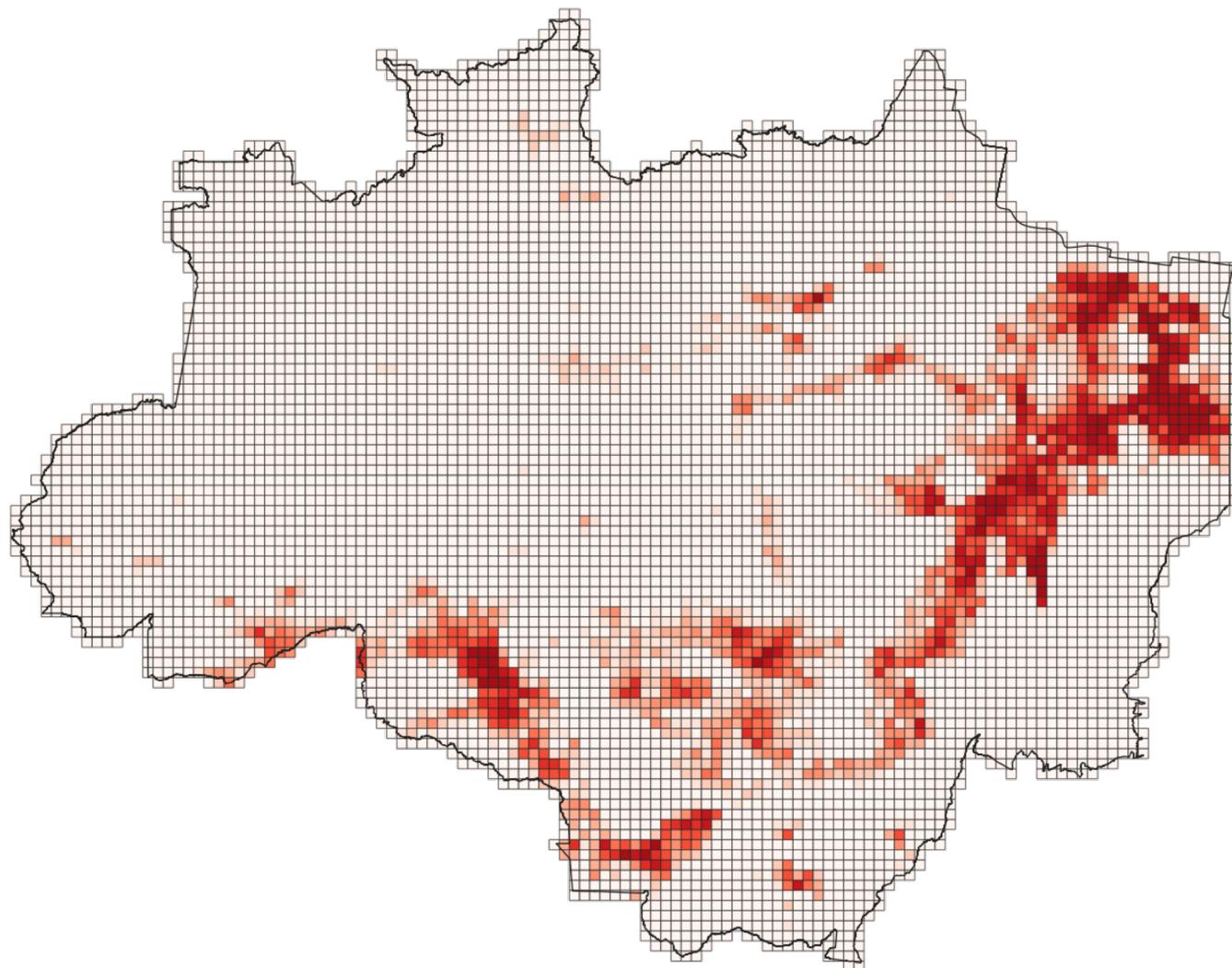


Desmatamento agrupado (Kernel) até 2007

ITV

kernel células

	0 -10%	5395
	10-20%	380
	20-30%	253
	30-40%	196
	40-50%	166
	50-60%	141
	60-70%	125
	70-80%	112
	80-90%	101
	90-100%	92



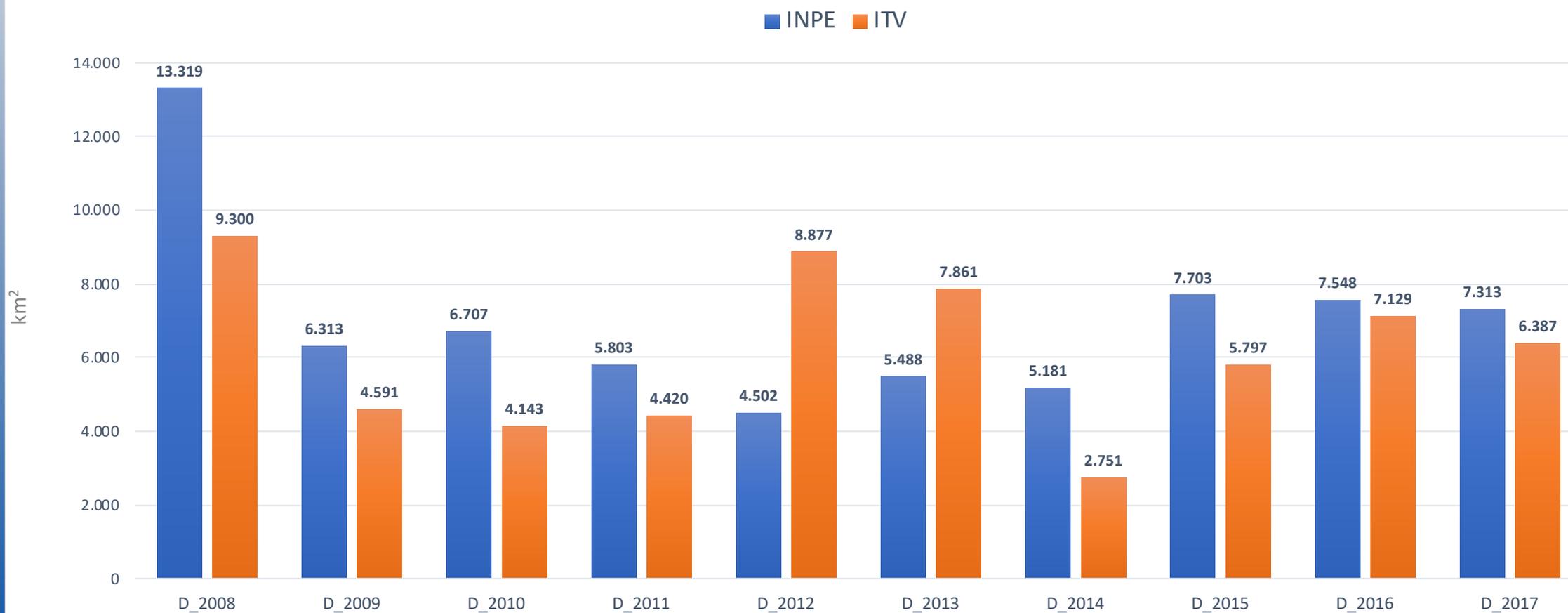


Análise dos resultados

1. Comparação da área total de desmatamento
1. Análise dos kernels do desmatamento
2. Comparação das áreas nos kernels do desmatamento
3. Espacialização das diferenças na área de desmatamento
4. Desvio padrão das diferenças nos kernels do desmatamento



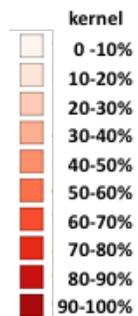
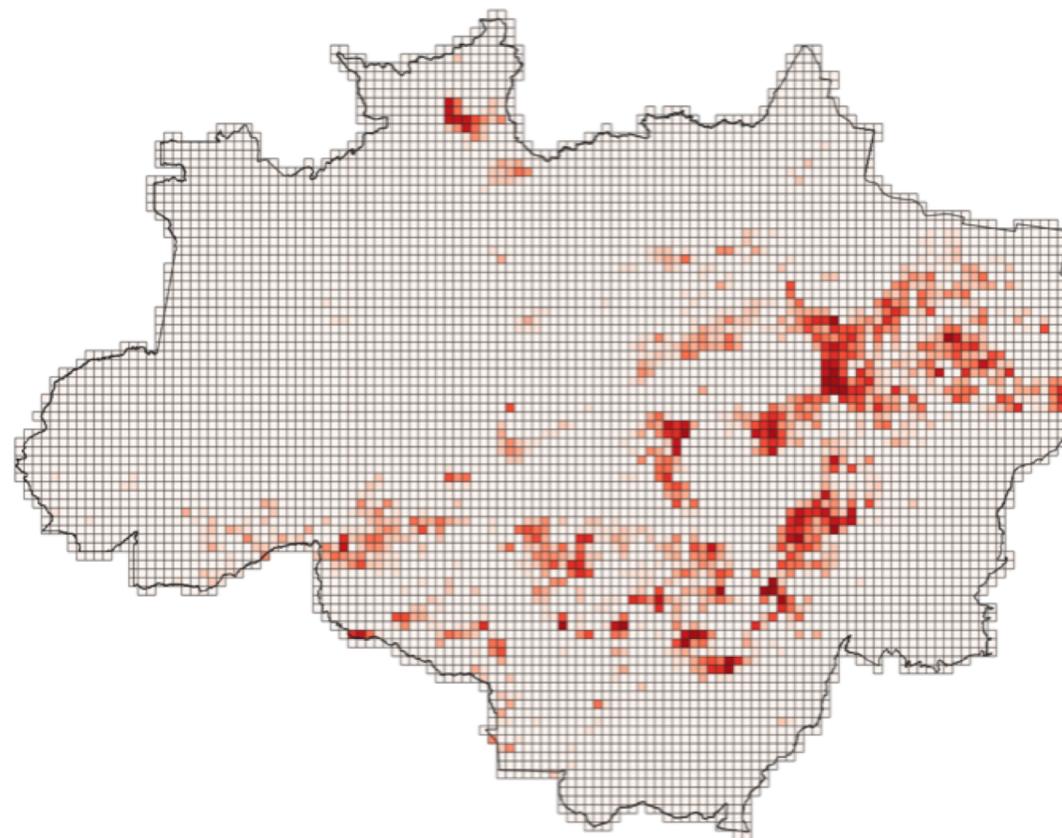
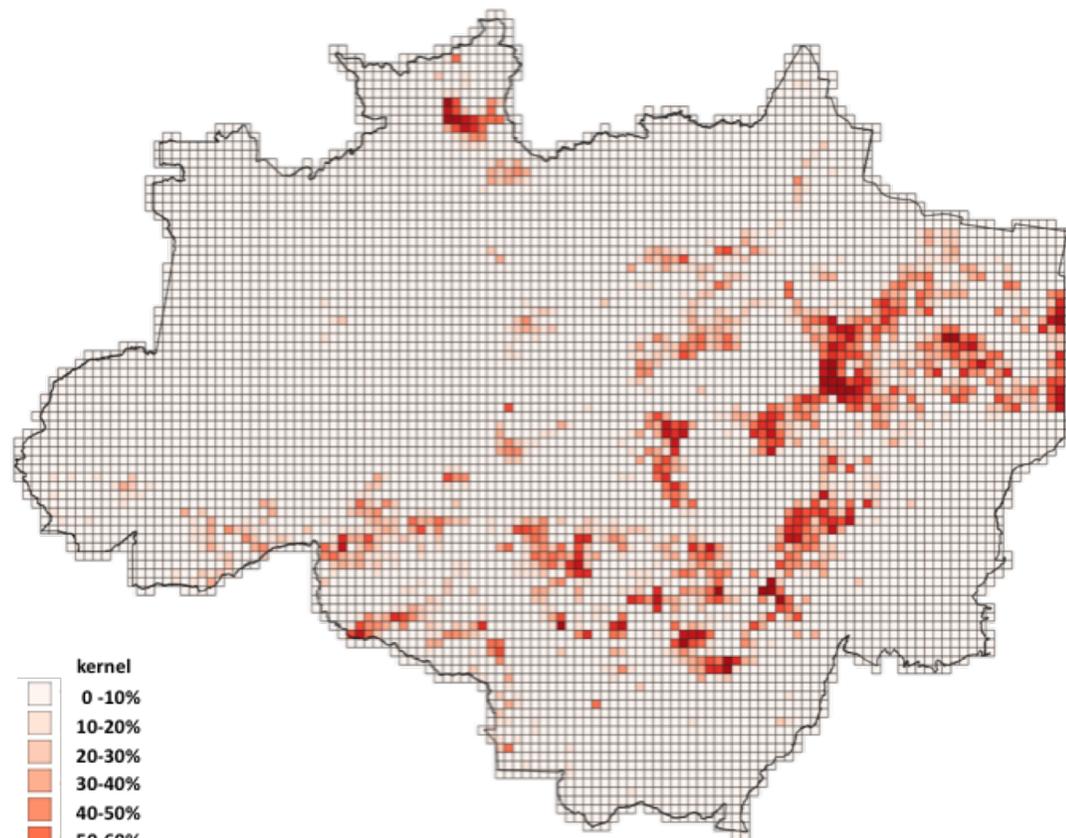
Comparação do desmatamento Anual



Comparação desmatamento (Kernel) 2008

INPE

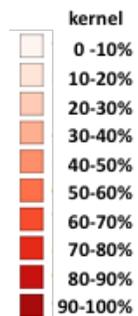
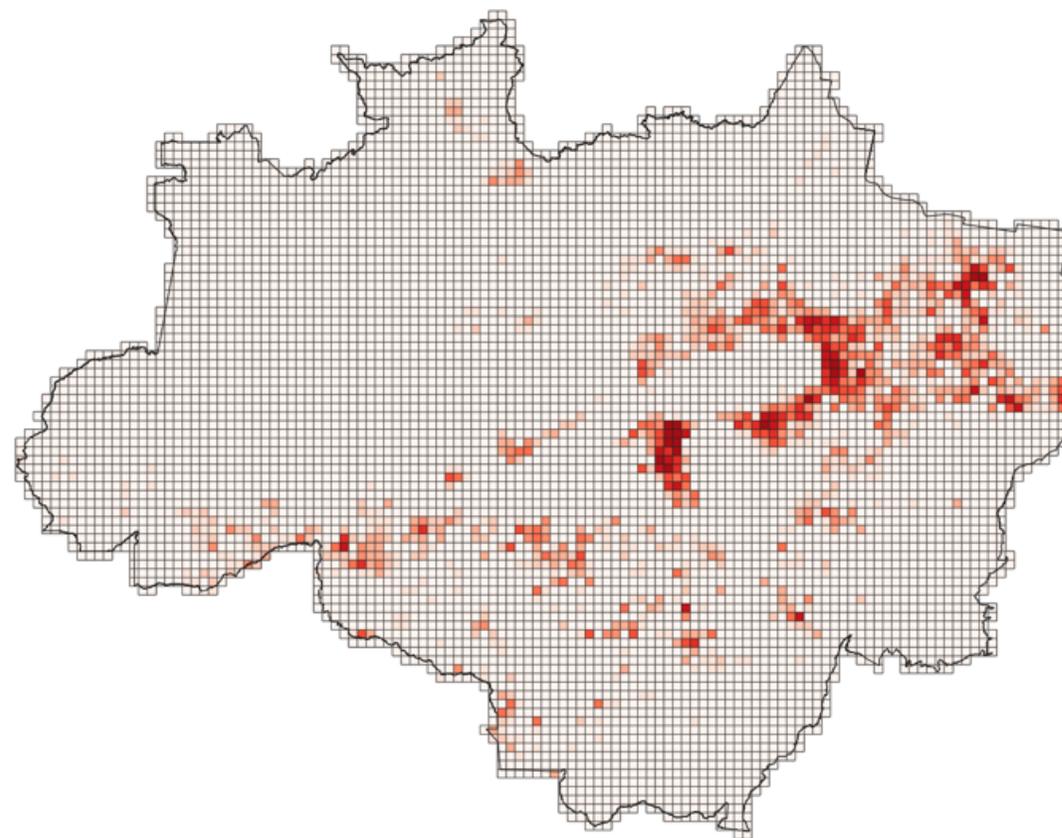
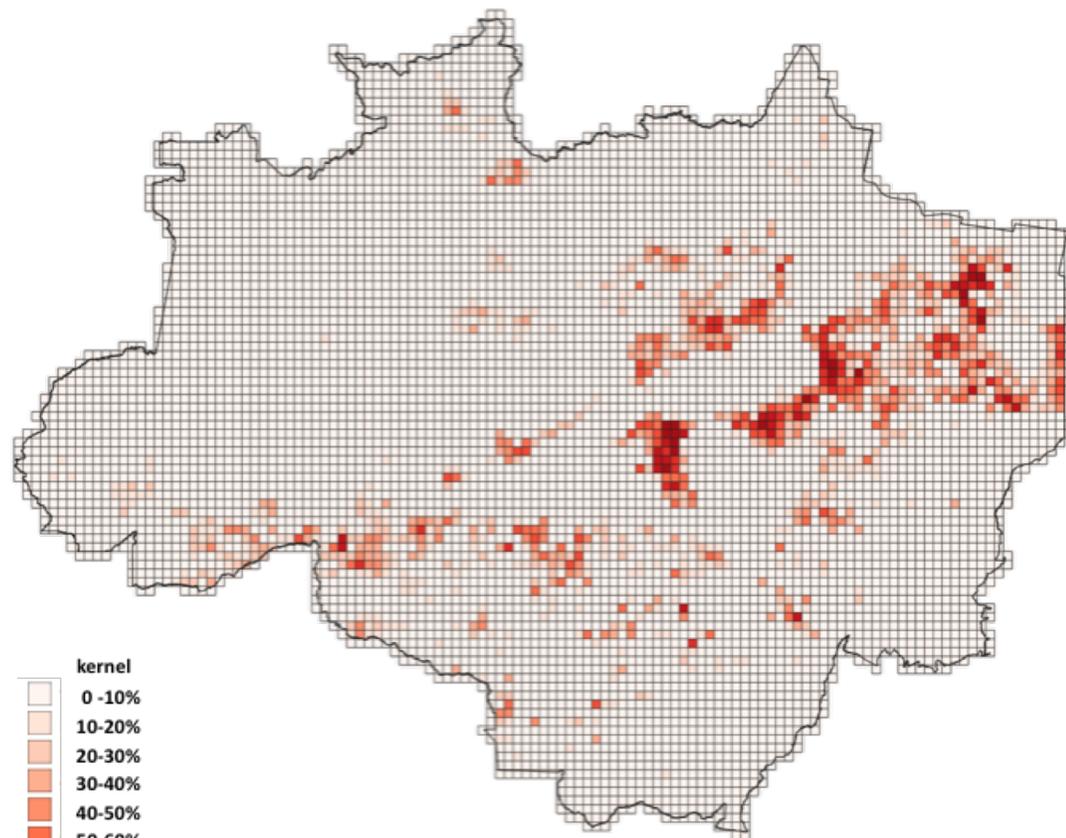
ITV



Comparação desmatamento (Kernel) 2009

INPE

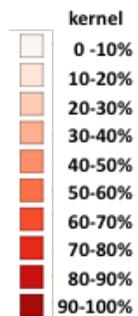
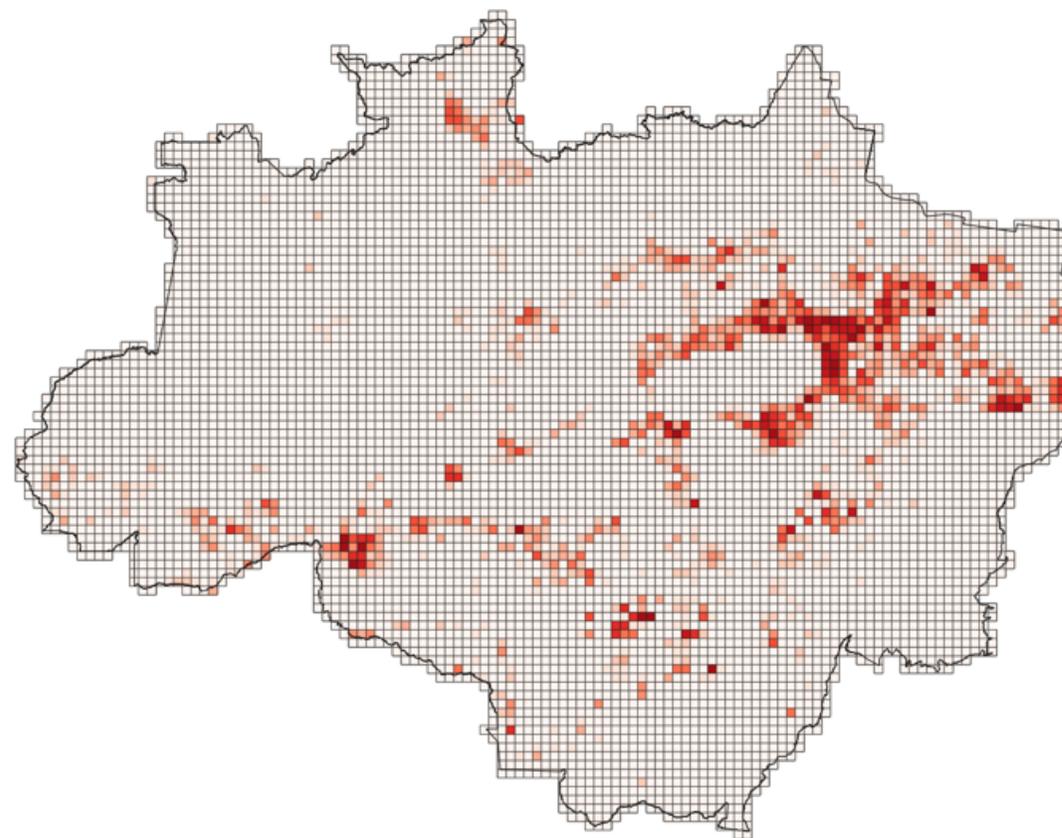
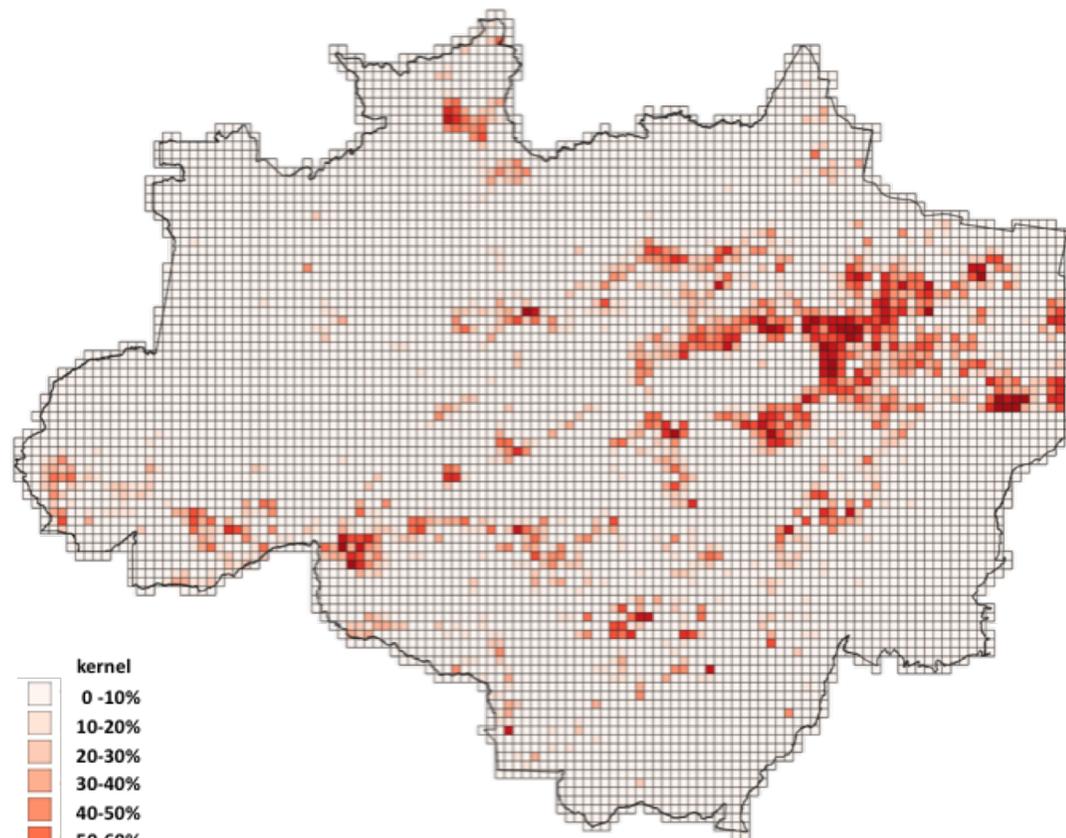
ITV



Comparação desmatamento (Kernel) 2010

INPE

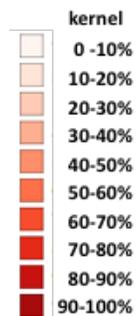
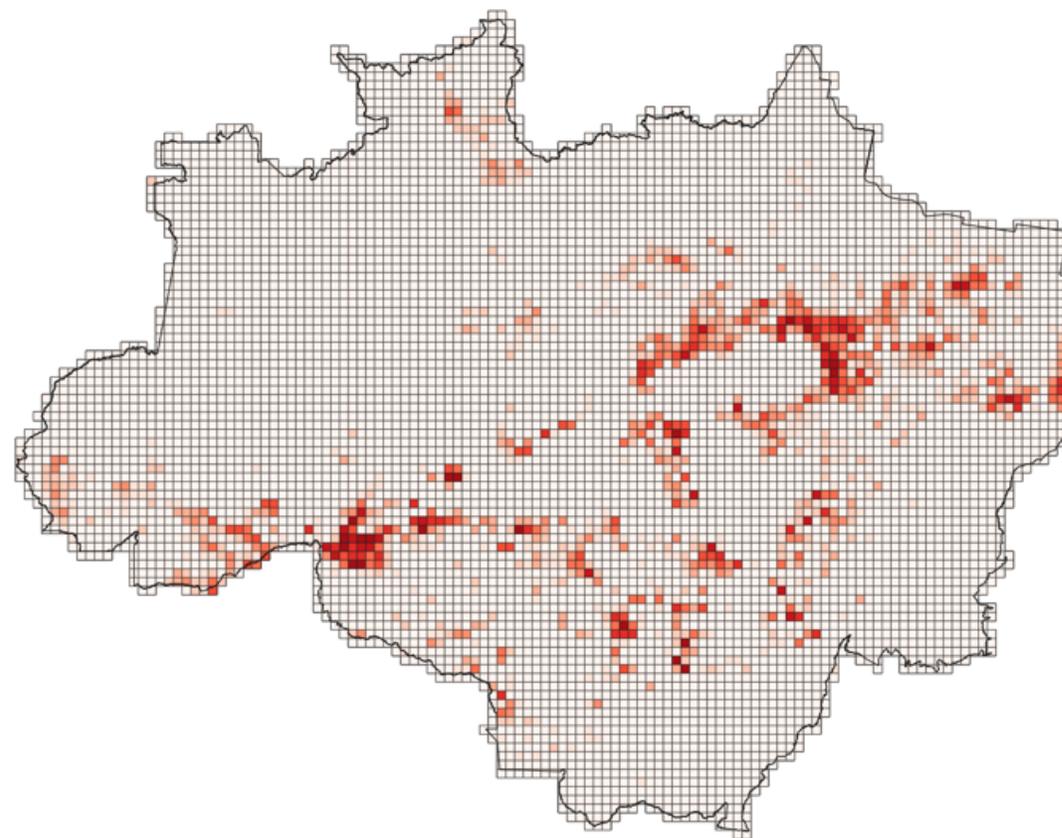
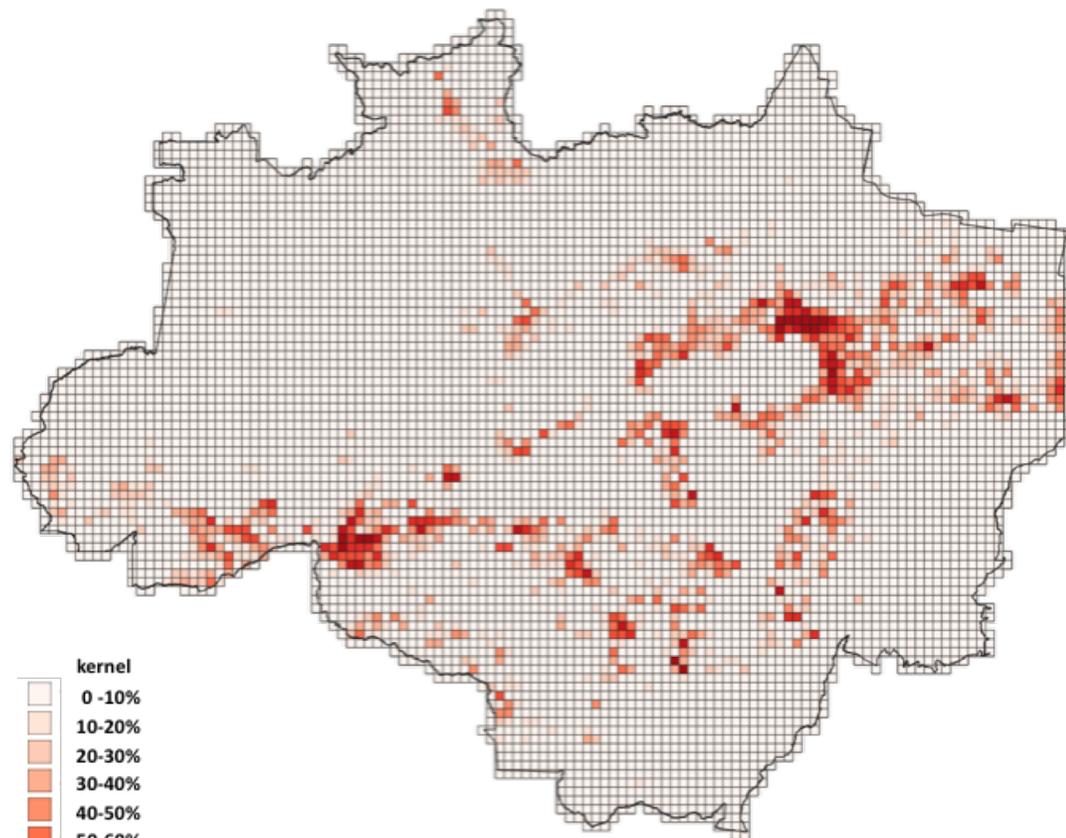
ITV



Comparação desmatamento (Kernel) 2011

INPE

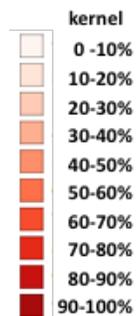
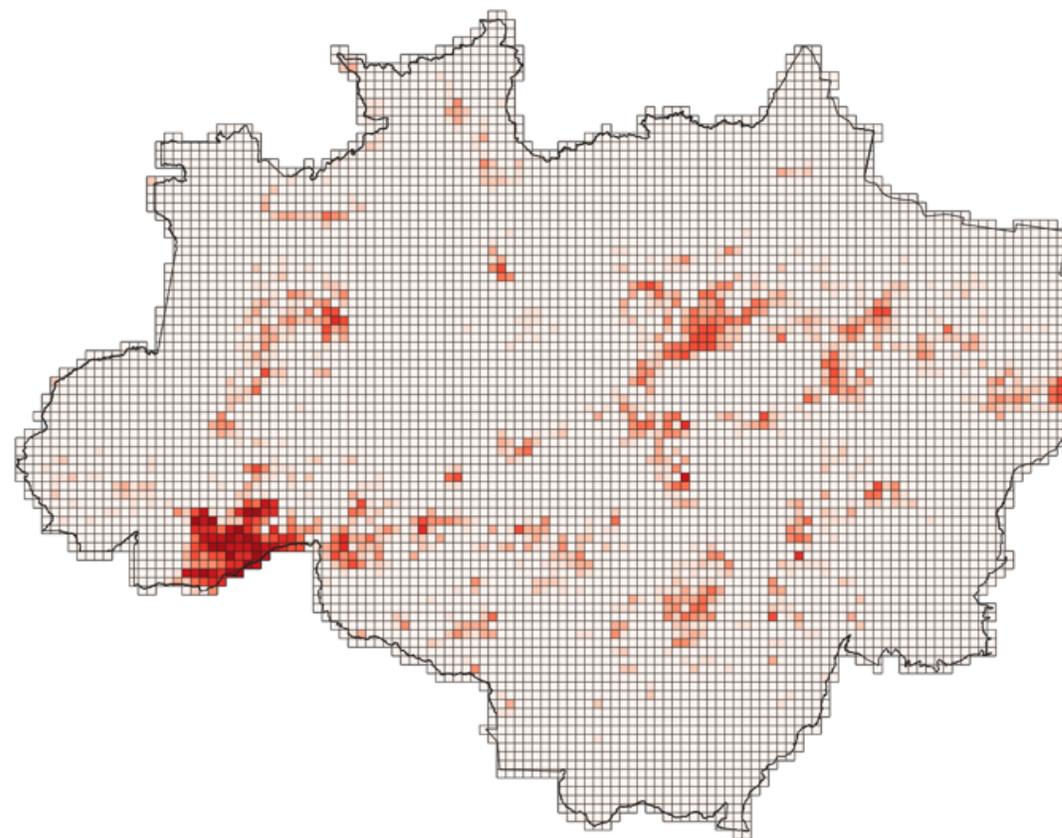
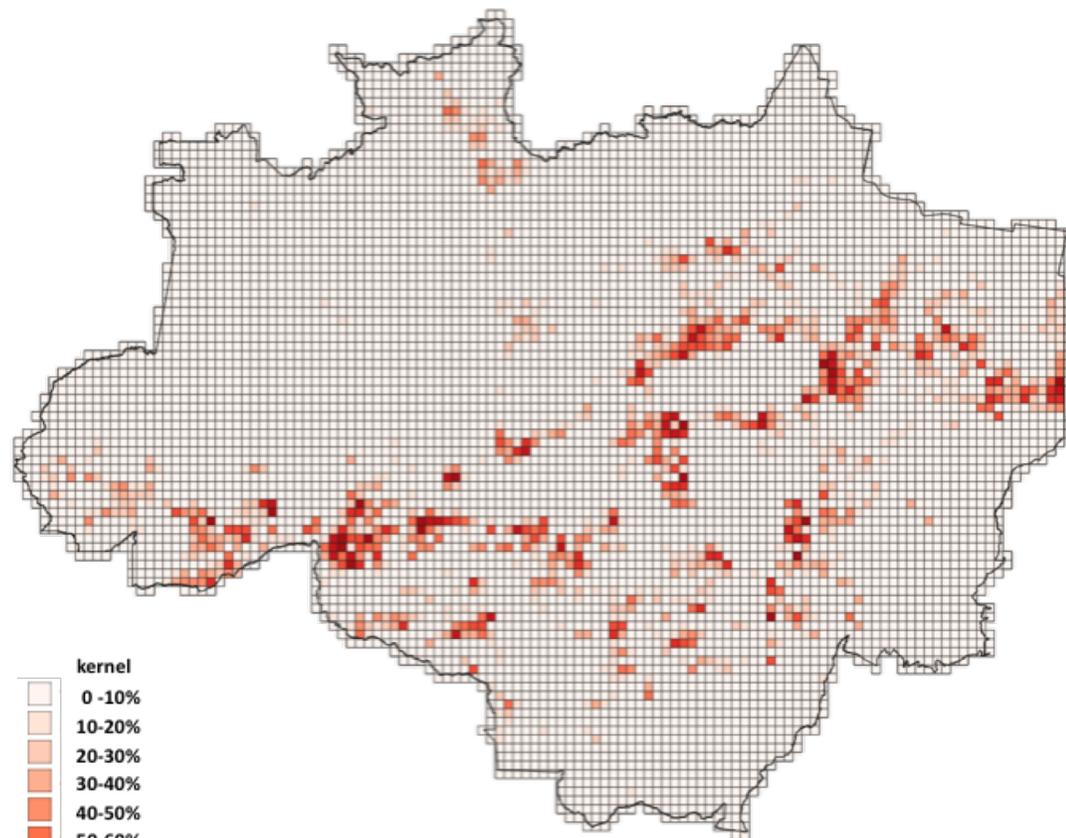
ITV



Comparação desmatamento (Kernel) 2012

INPE

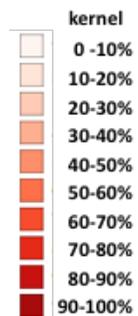
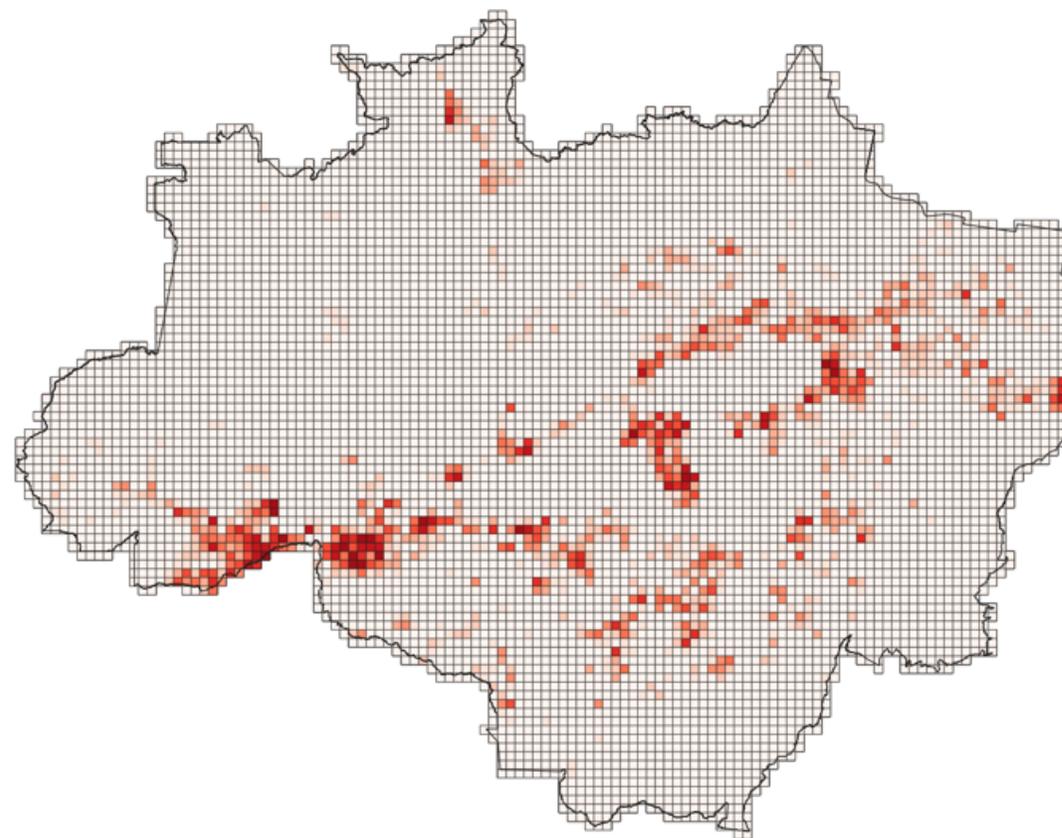
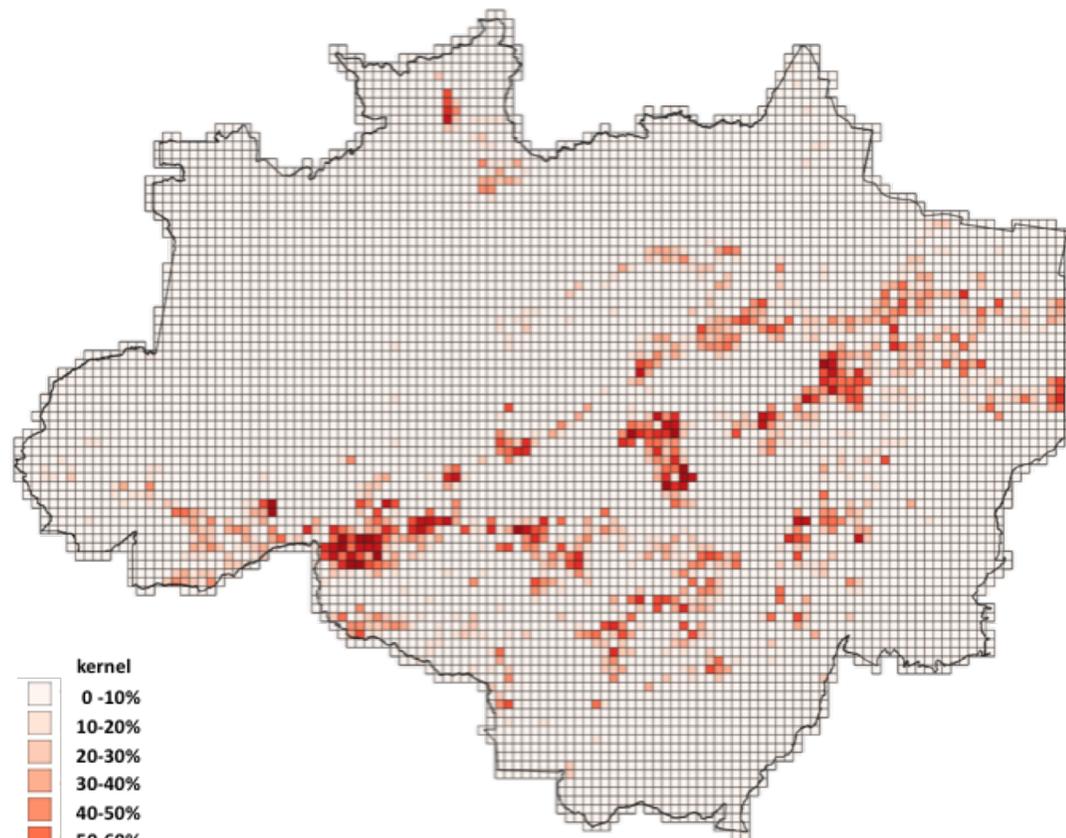
ITV



Comparação desmatamento (Kernel) 2013

INPE

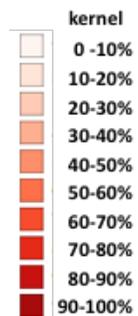
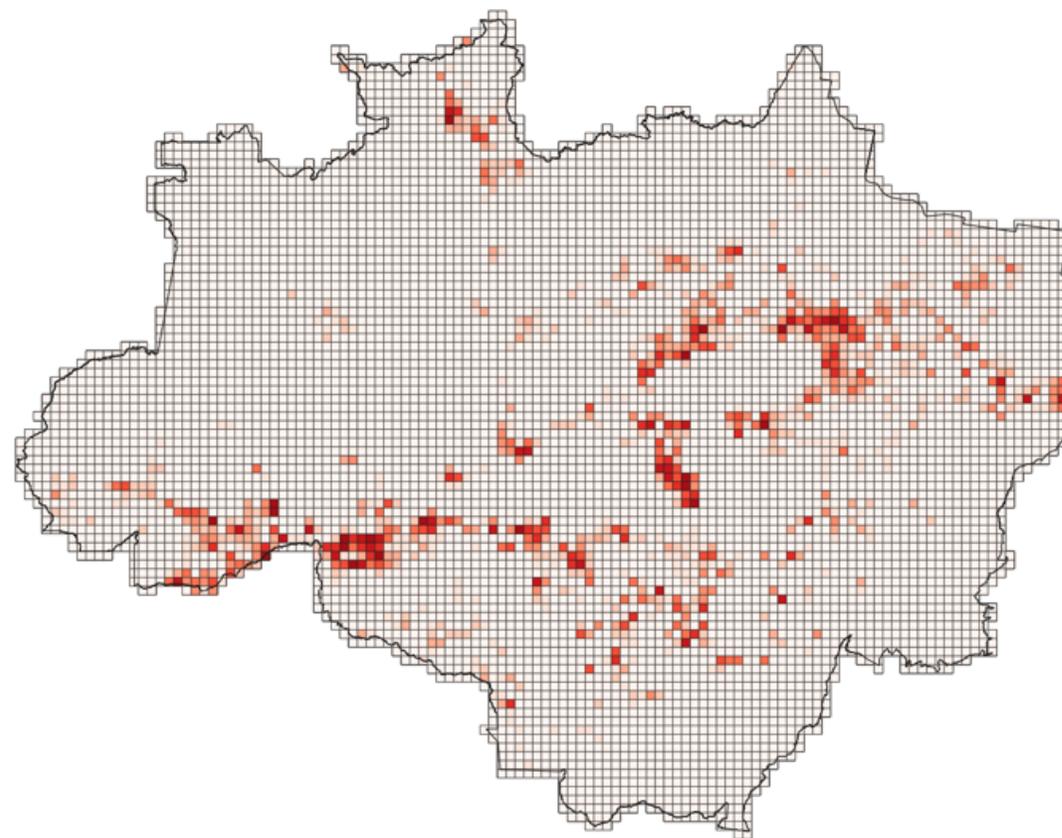
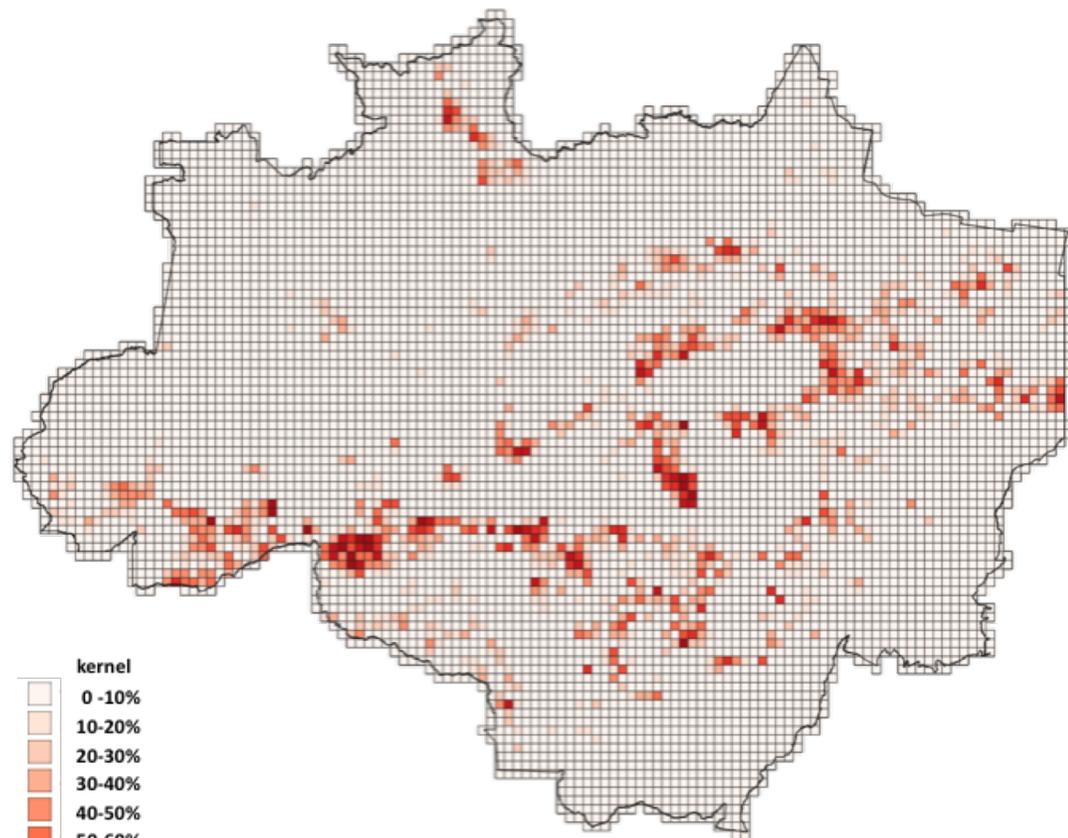
ITV



Comparação desmatamento (Kernel) 2014

INPE

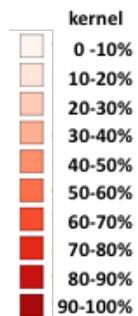
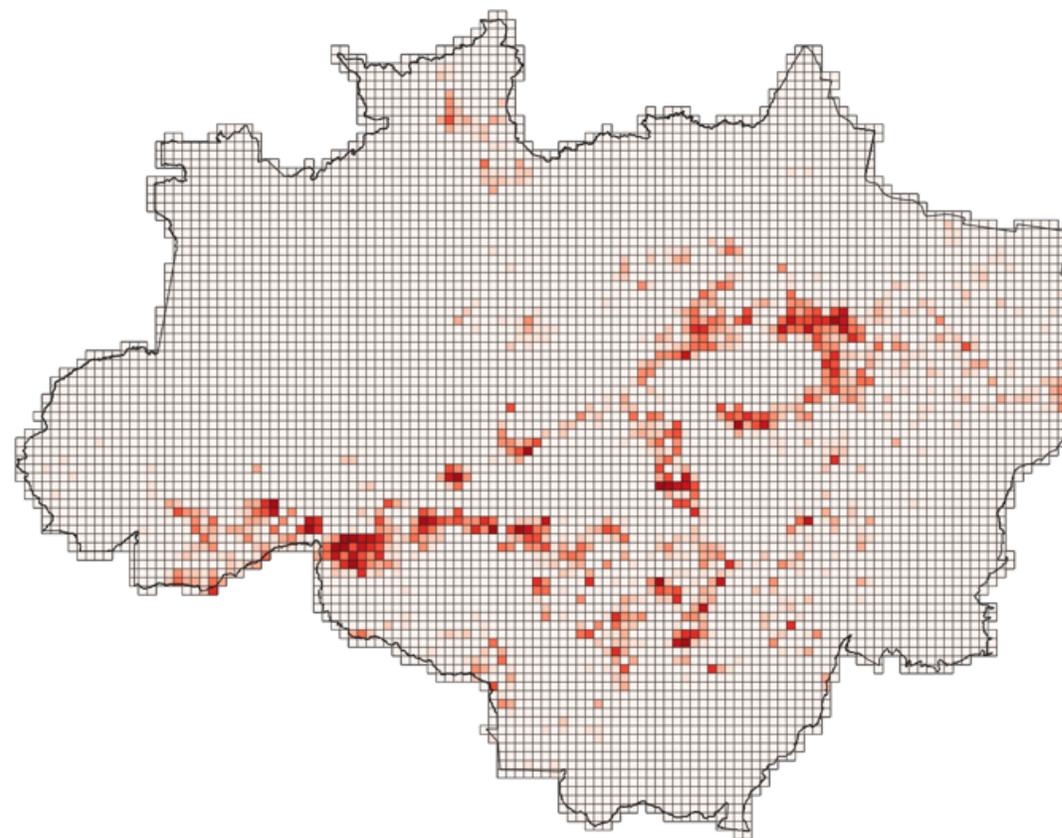
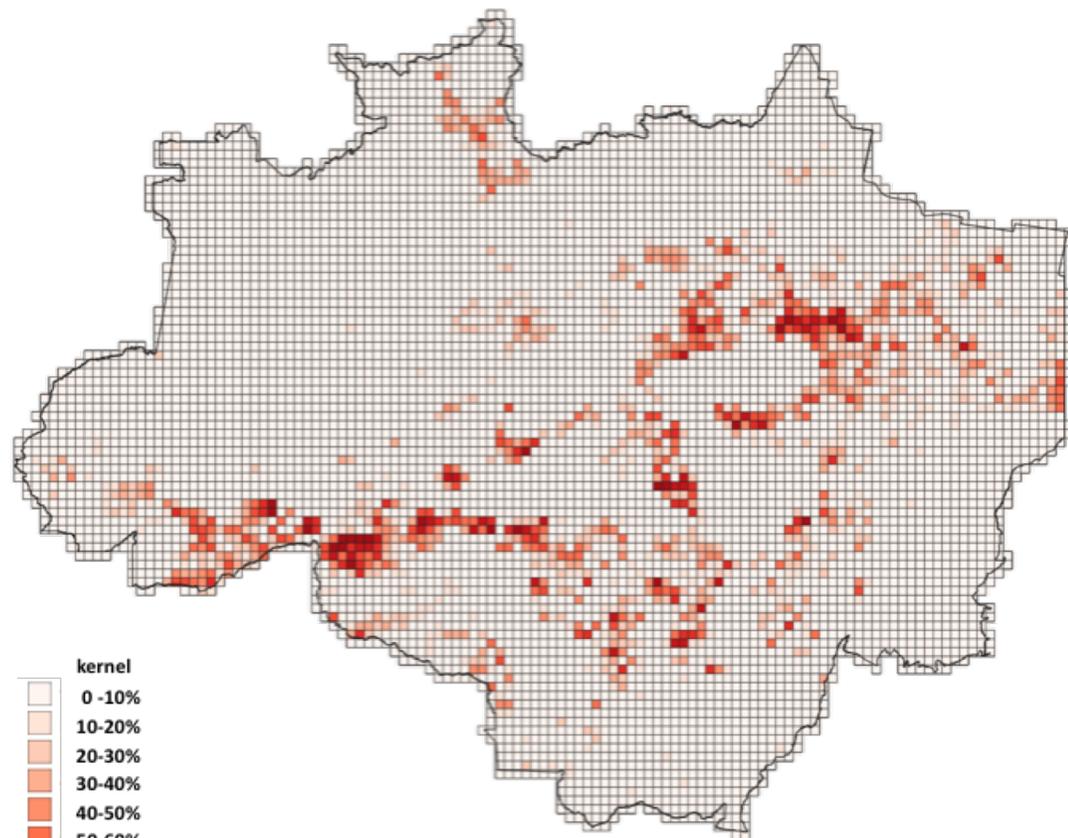
ITV



Comparação desmatamento (Kernel) 2015

INPE

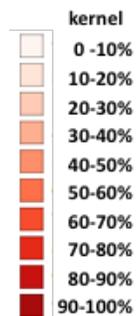
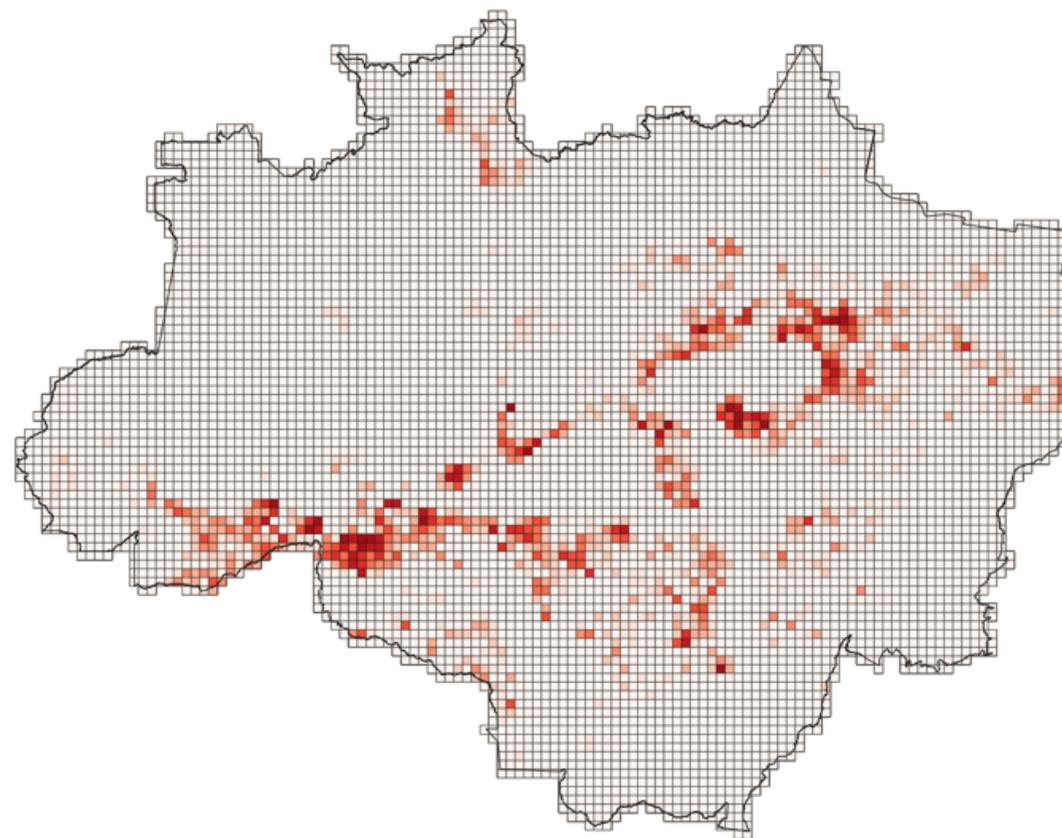
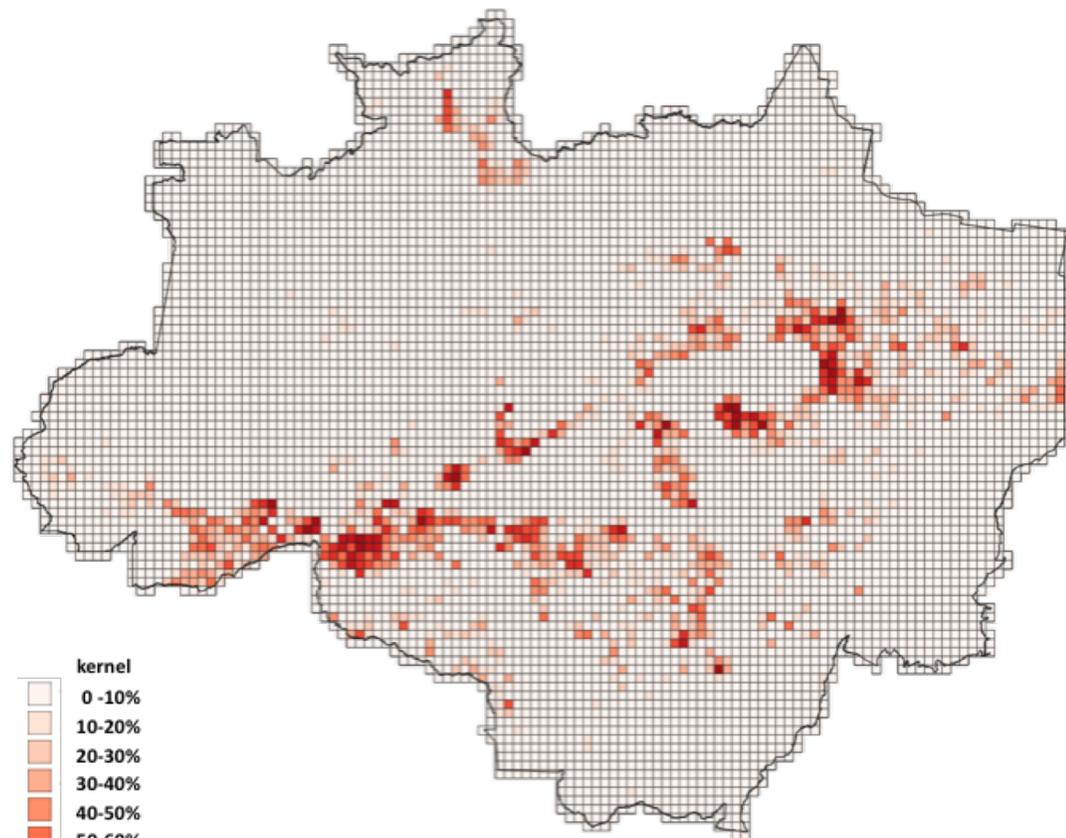
ITV



Comparação desmatamento (Kernel) 2016

INPE

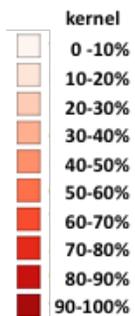
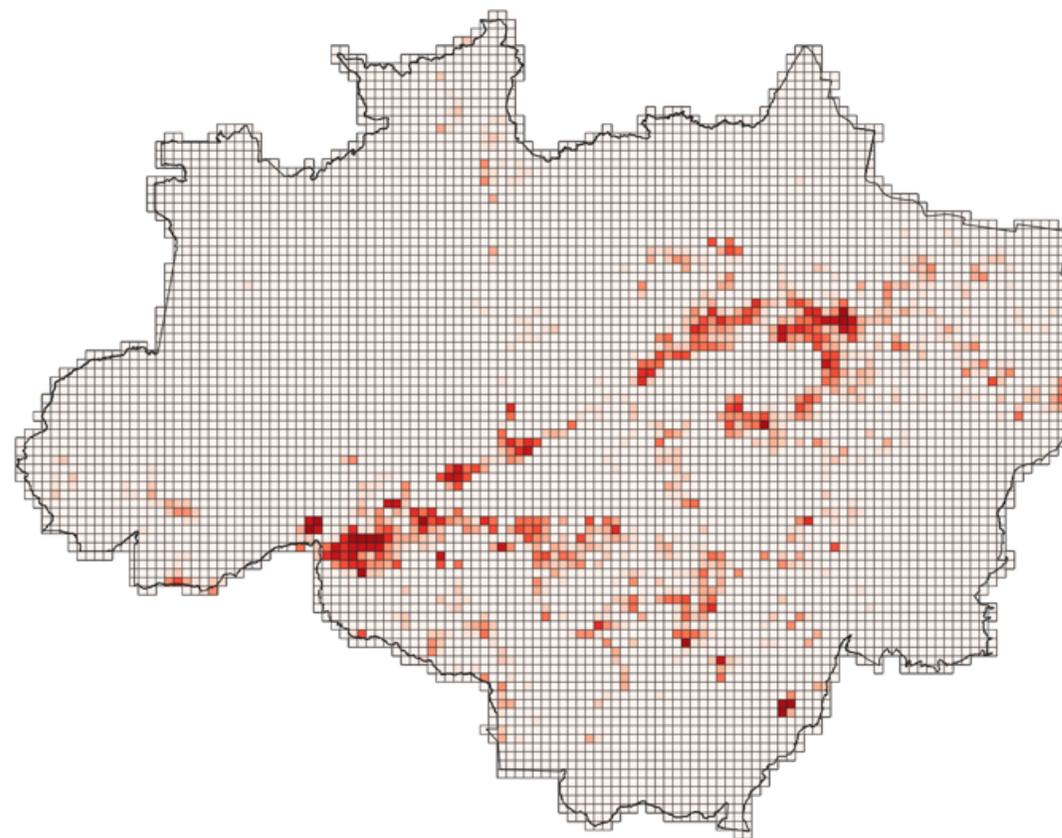
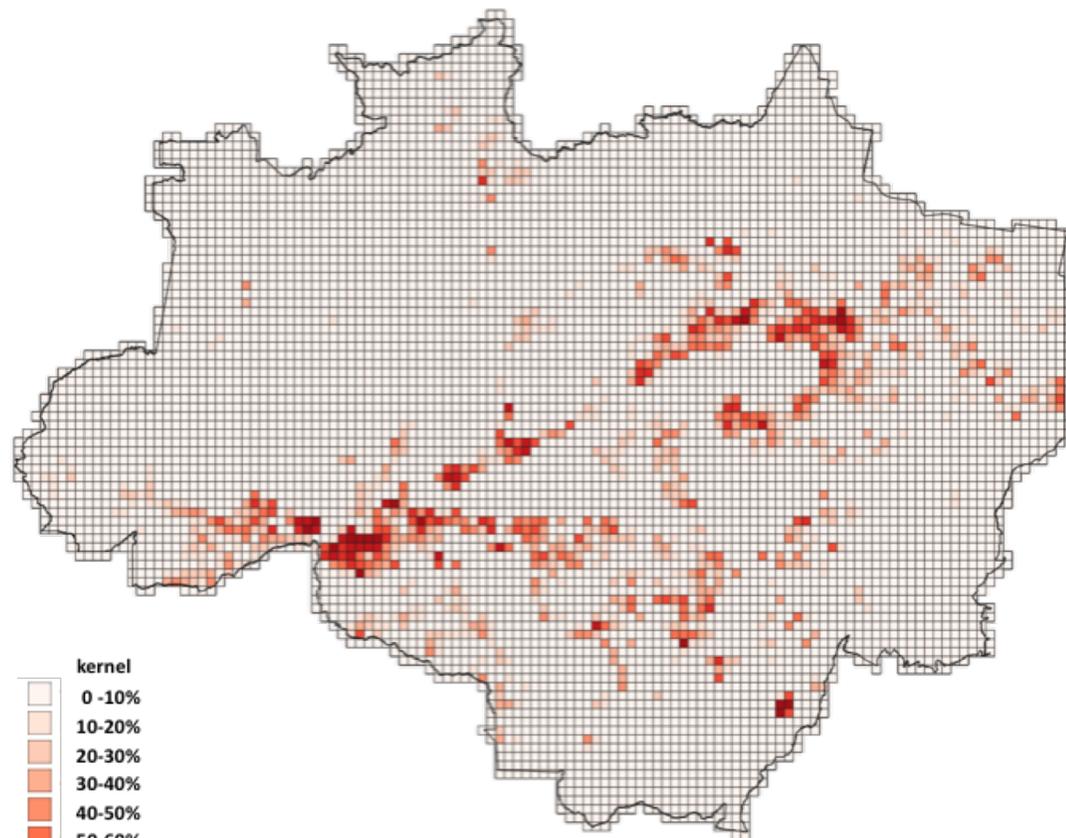
ITV



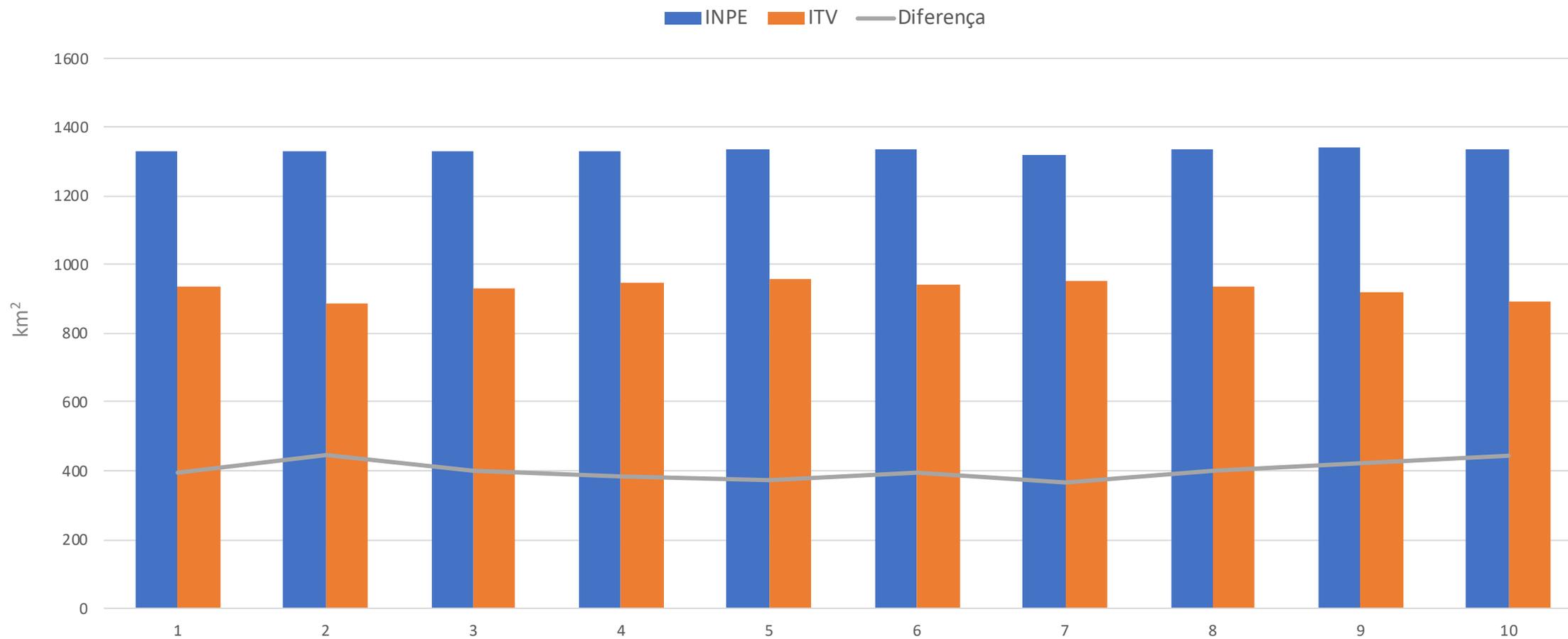
Comparação desmatamento (Kernel) 2017

INPE

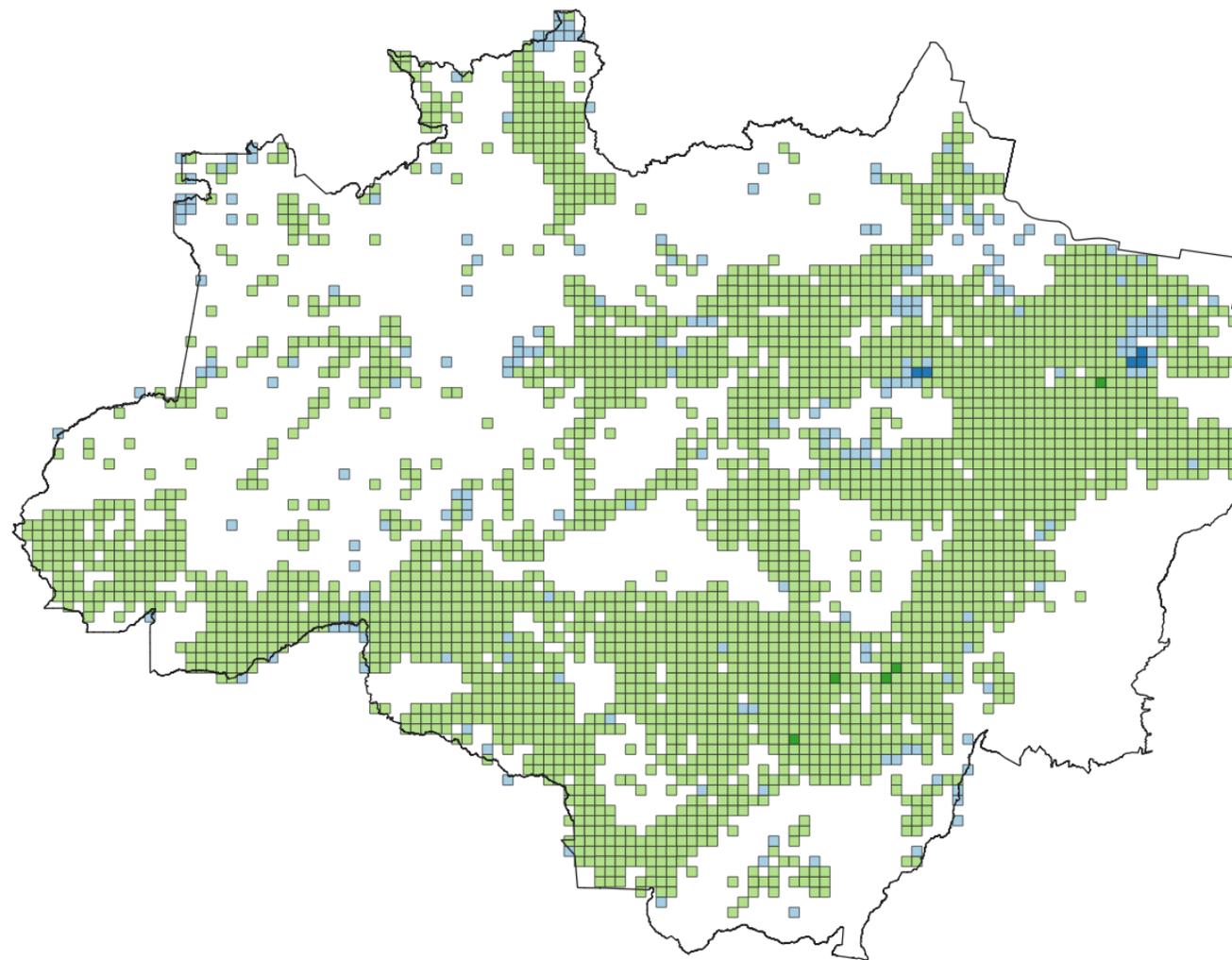
ITV



Agrupamento da diferença (Kernel) 2008

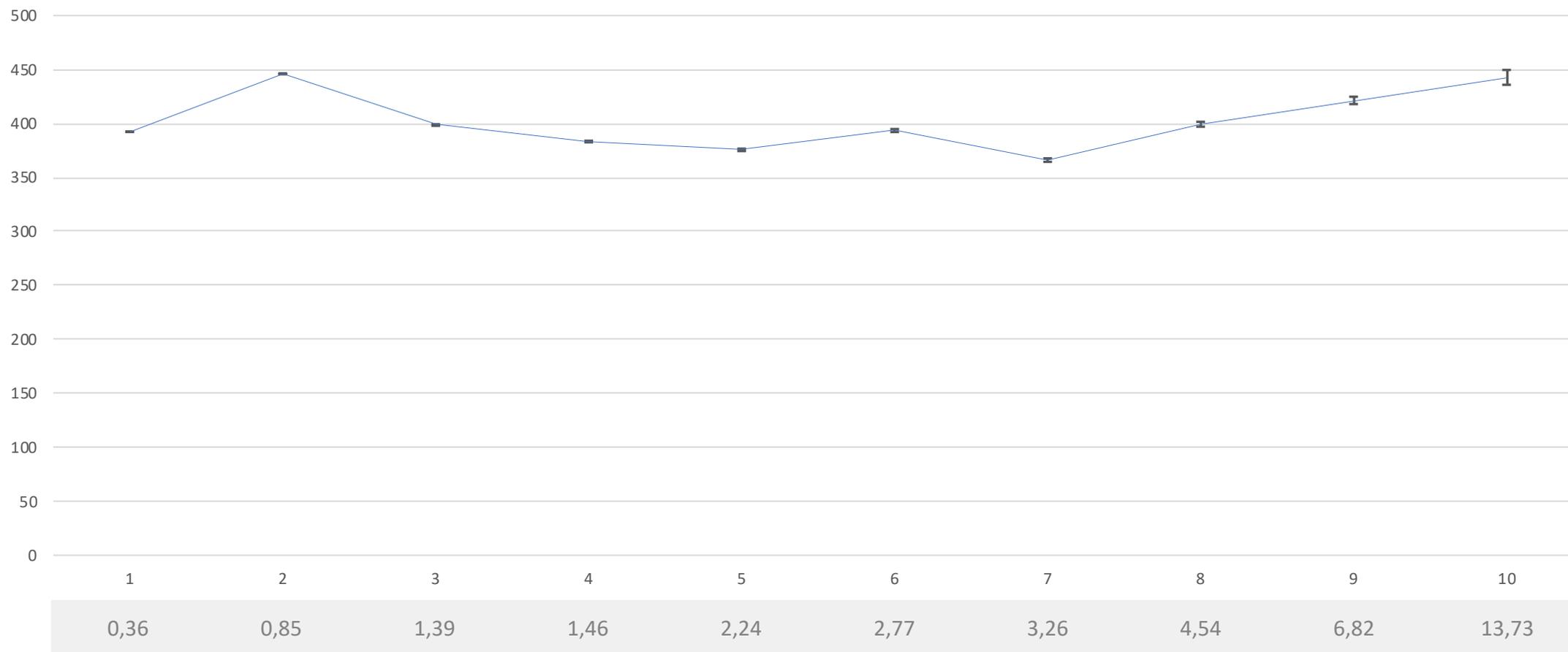


Especialização da diferença (Kernel) 2008



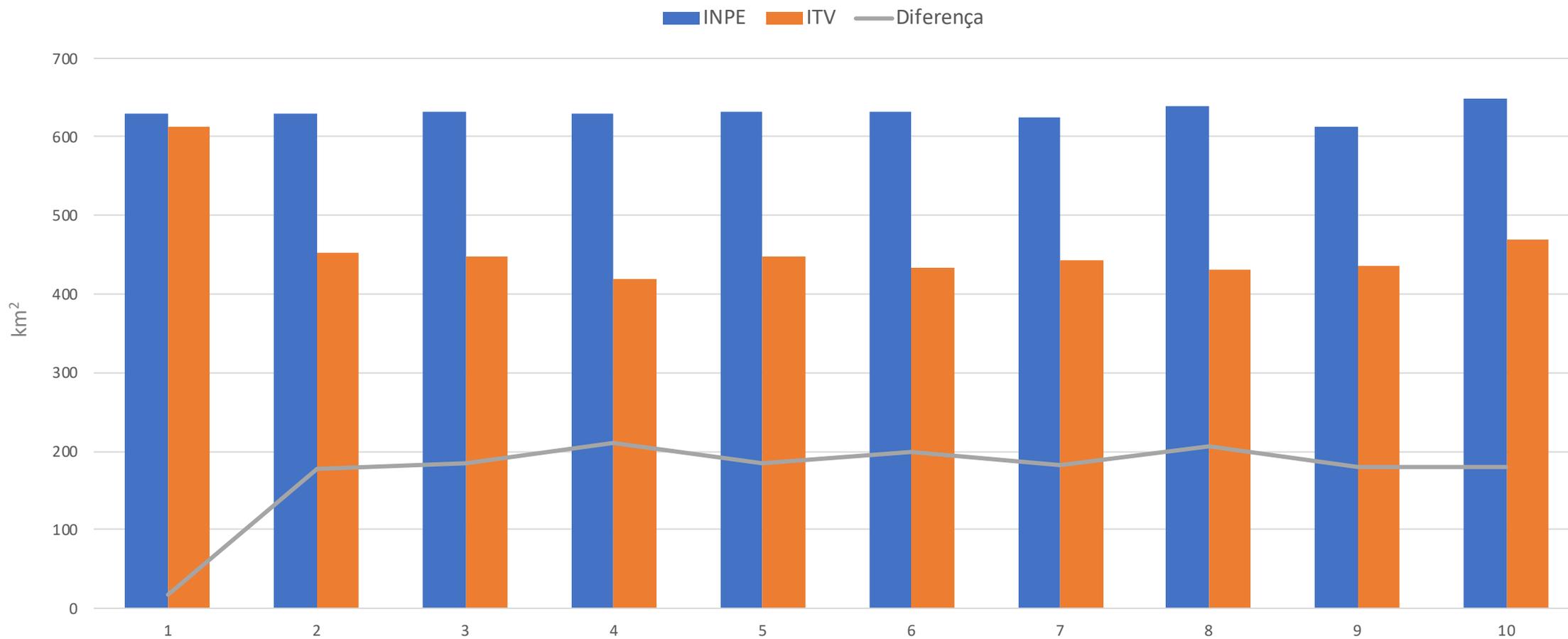
-  (+) Positiva
-  Neutra
-  Neutra
-  (-) Negativa
-  (-) Negativa

Desvio Padrão da diferença (Kernel) 2008

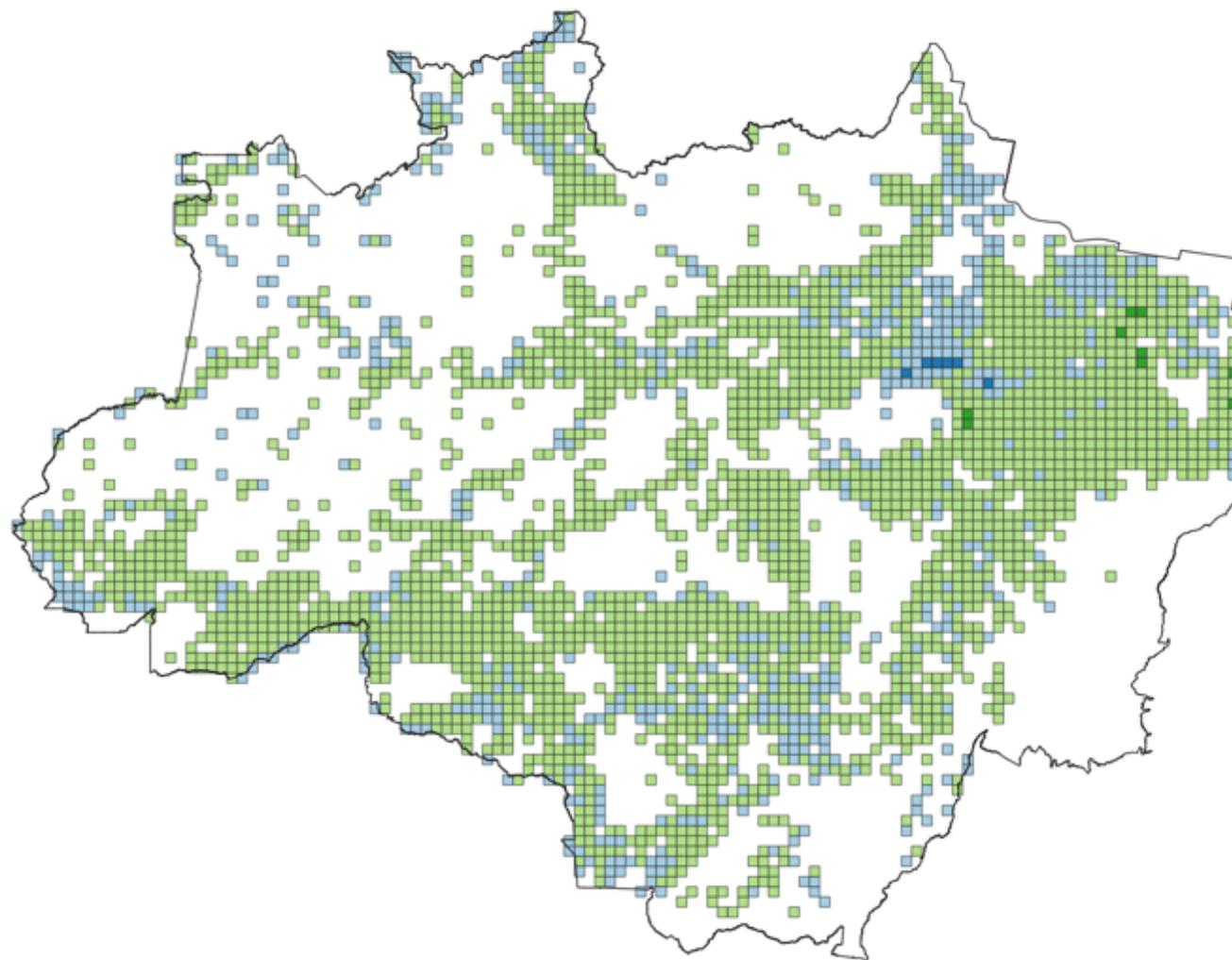




Agrupamento da diferença (Kernel) 2009

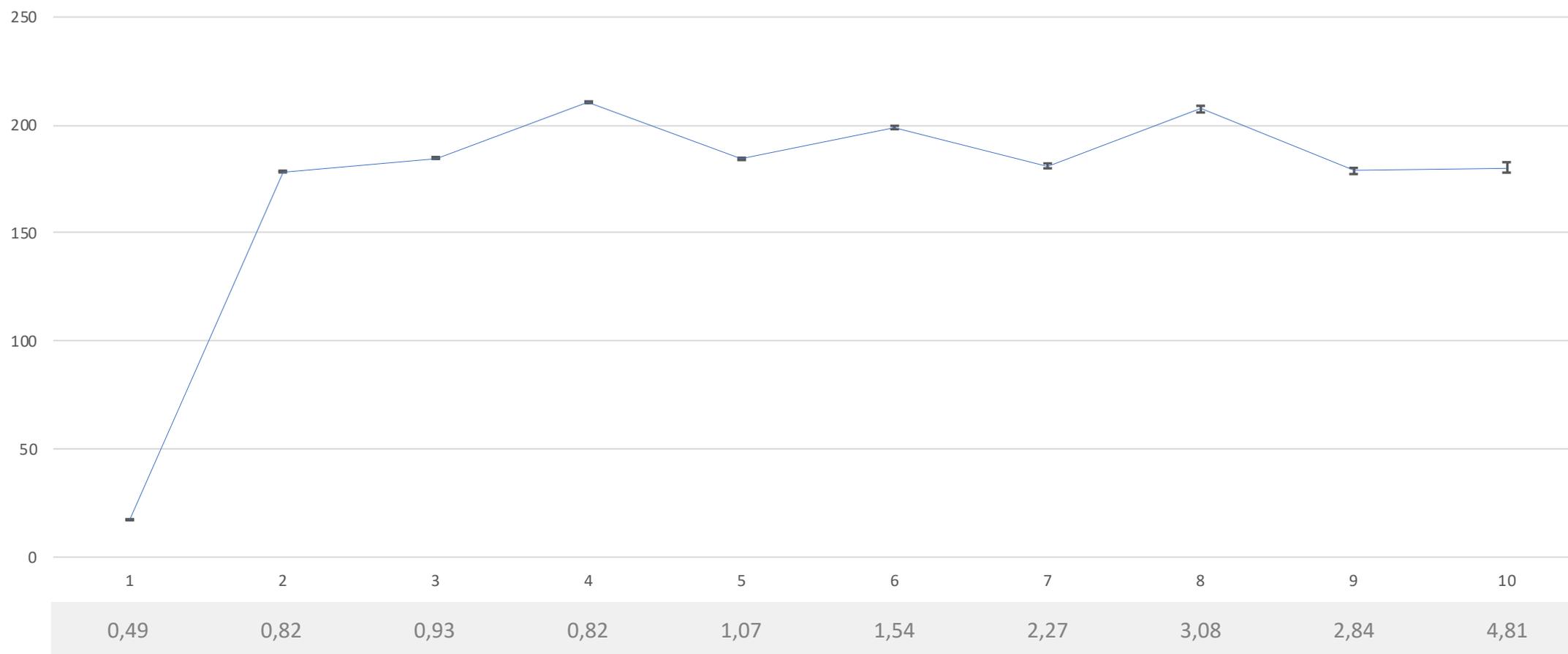


Especialização da diferença (Kernel) 2009

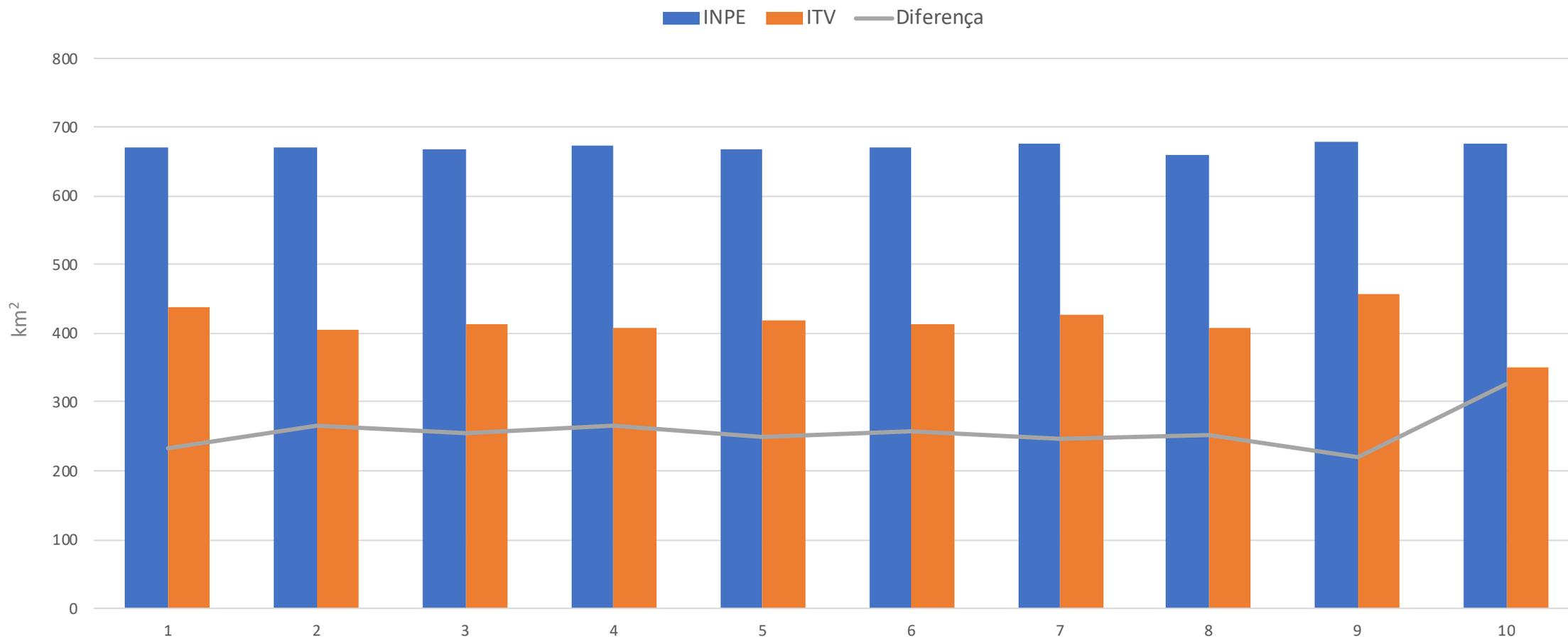


-  (+) Positiva
-  Neutra
-  Neutra
-  (-) Negativa
-  (-) Negativa

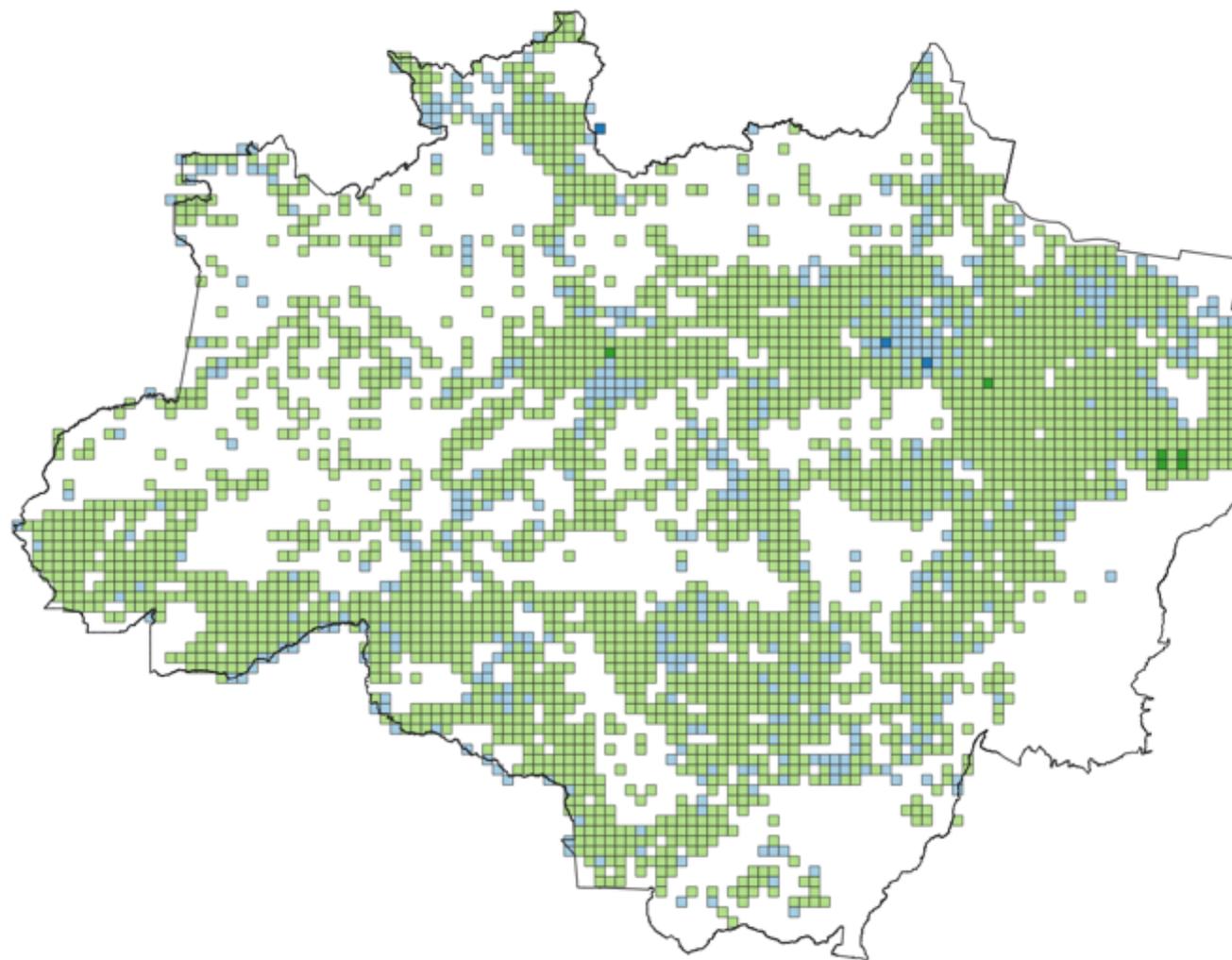
Desvio Padrão da diferença (Kernel) 2009



Agrupamento da diferença (Kernel) 2010



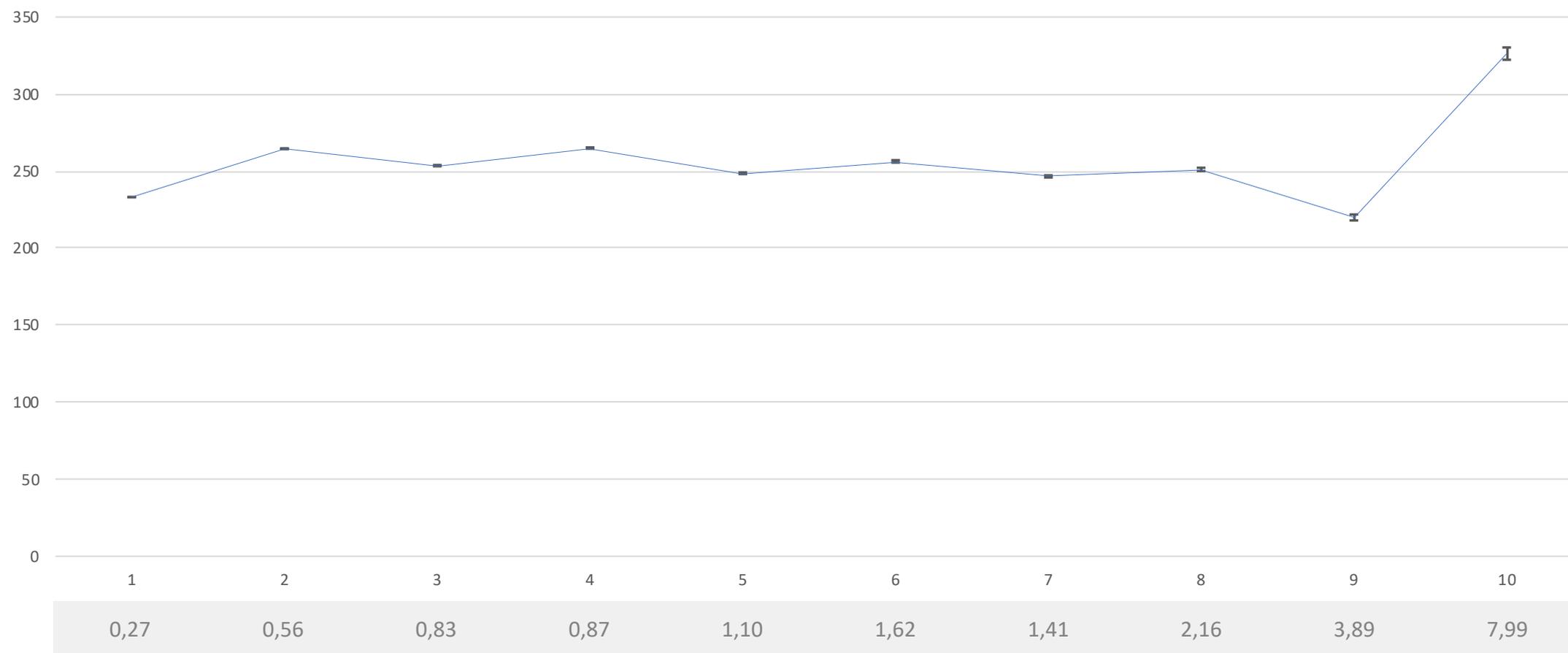
Especialização da diferença (Kernel) 2010



-  (+) Positiva
-  Neutra
-  (-) Negativa
-  (-) Negativa

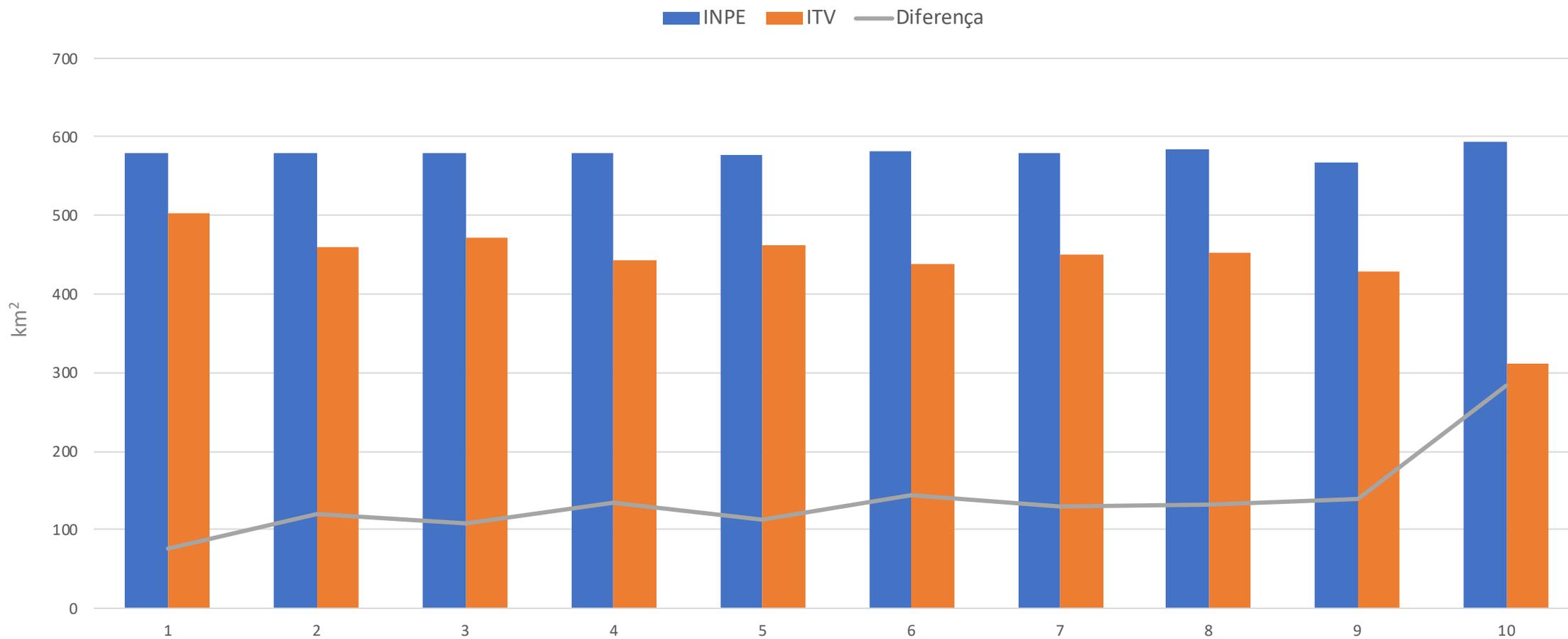


Desvio Padrão da diferença (Kernel) 2010

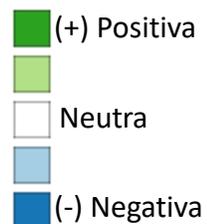
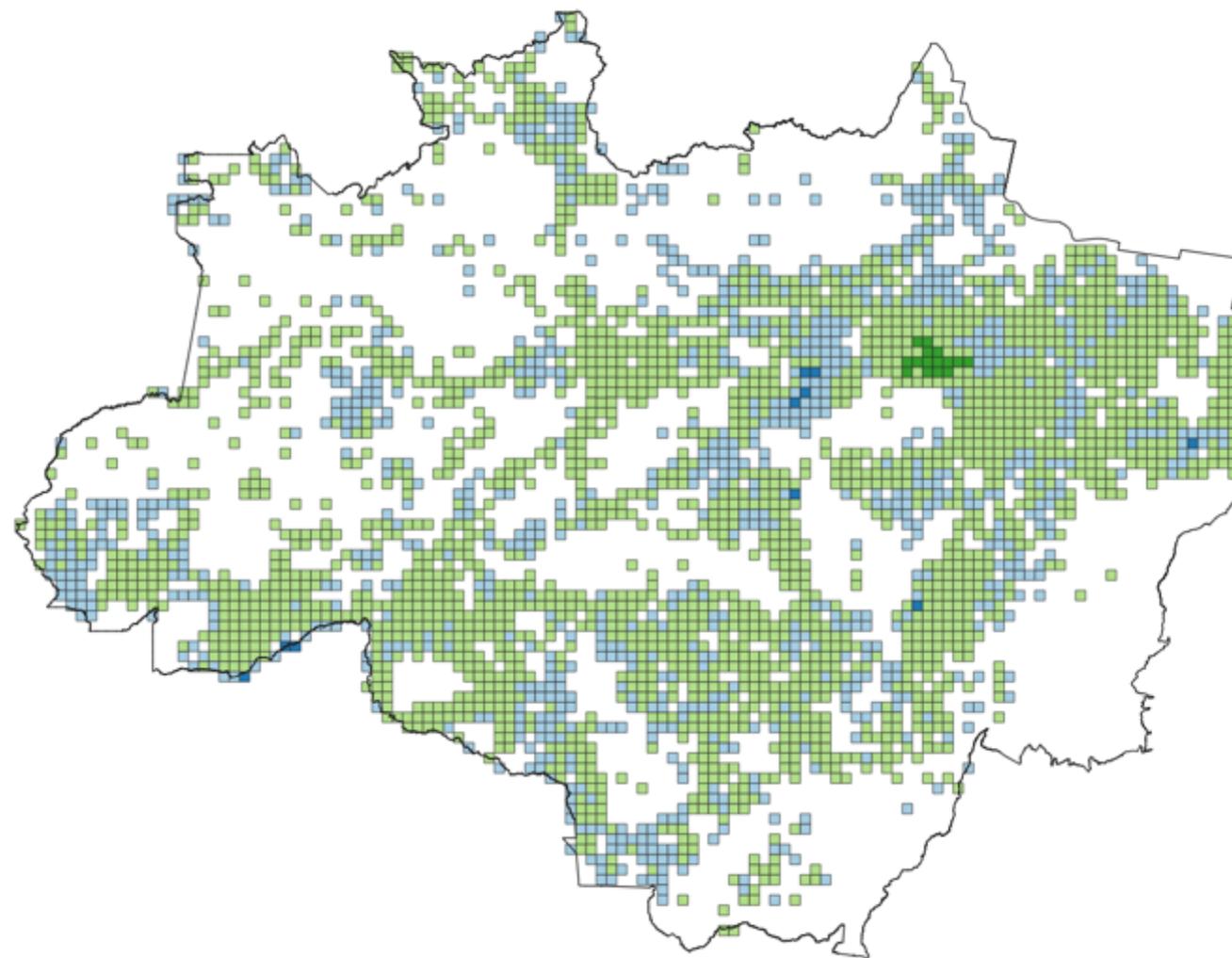




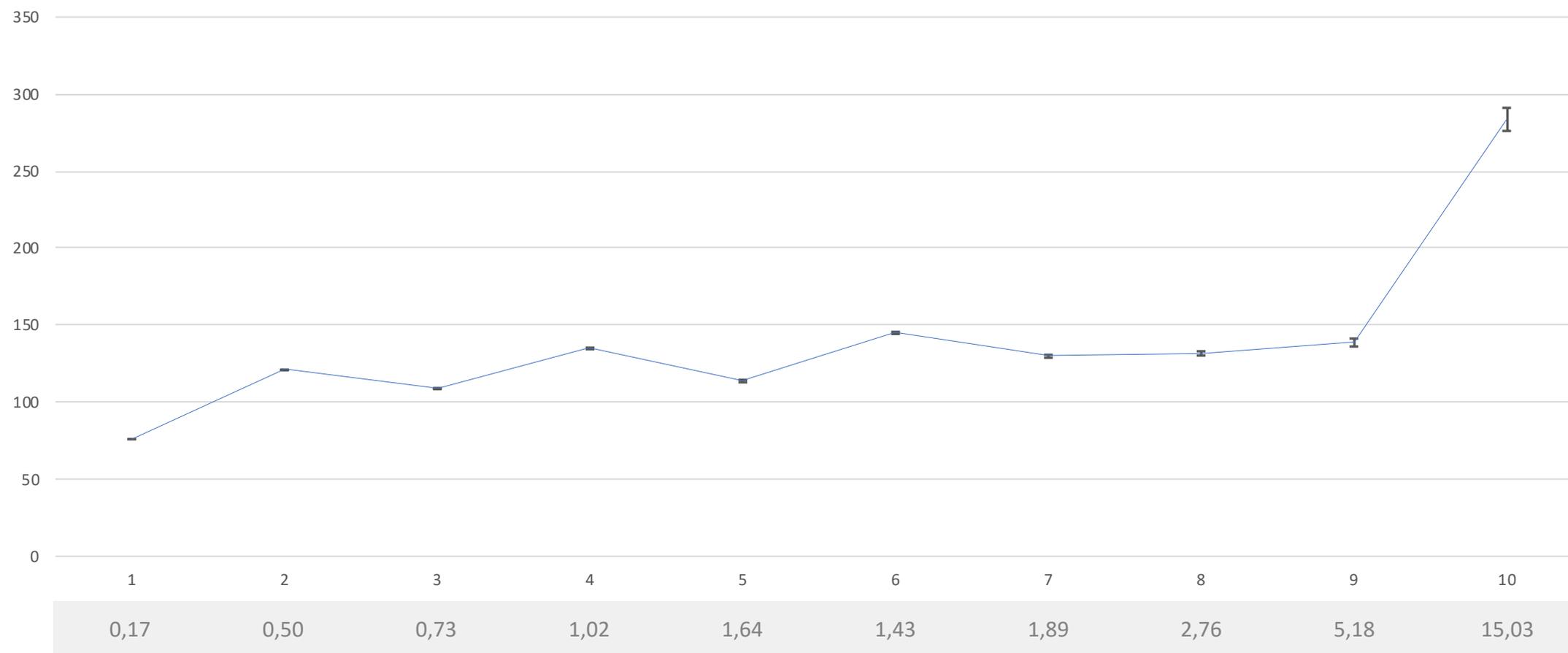
Agrupamento da diferença (Kernel) 2011



Especialização da diferença (Kernel) 2011

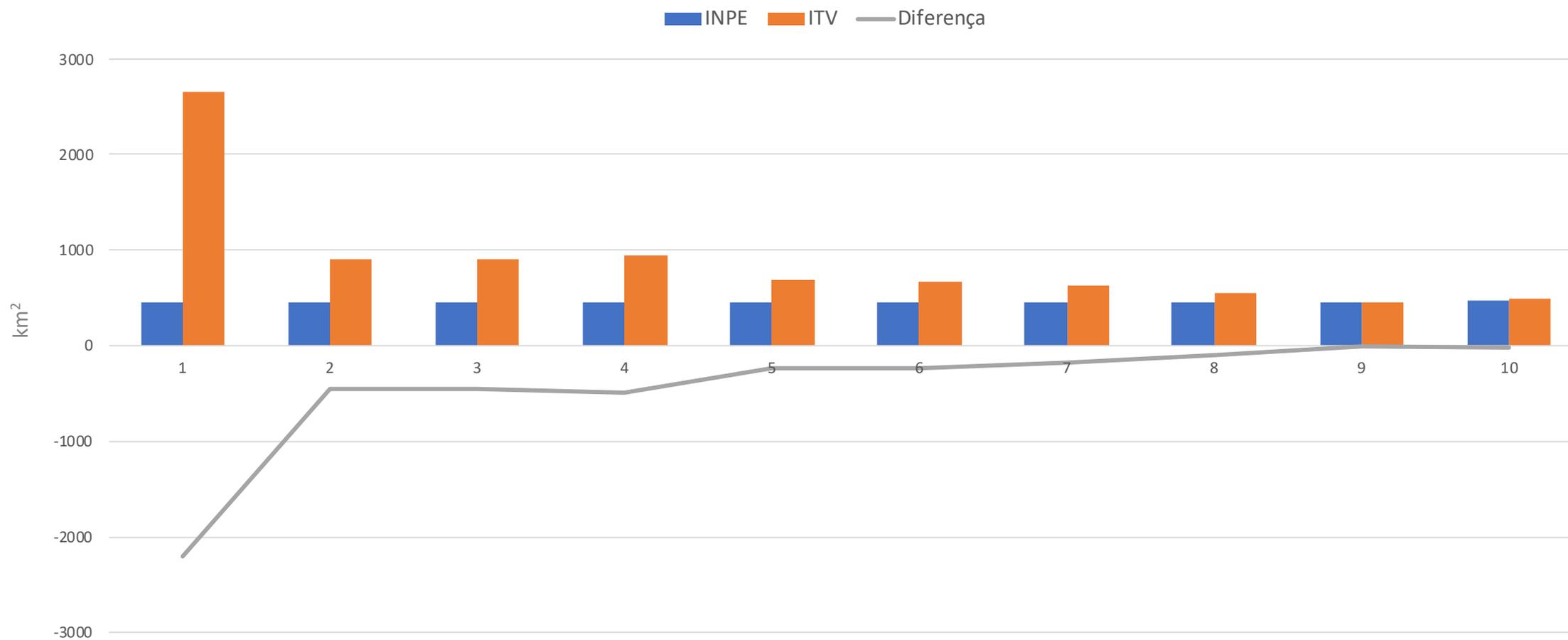


Desvio Padrão da diferença (Kernel) 2011

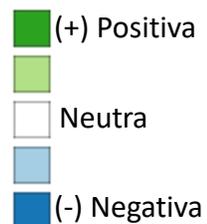
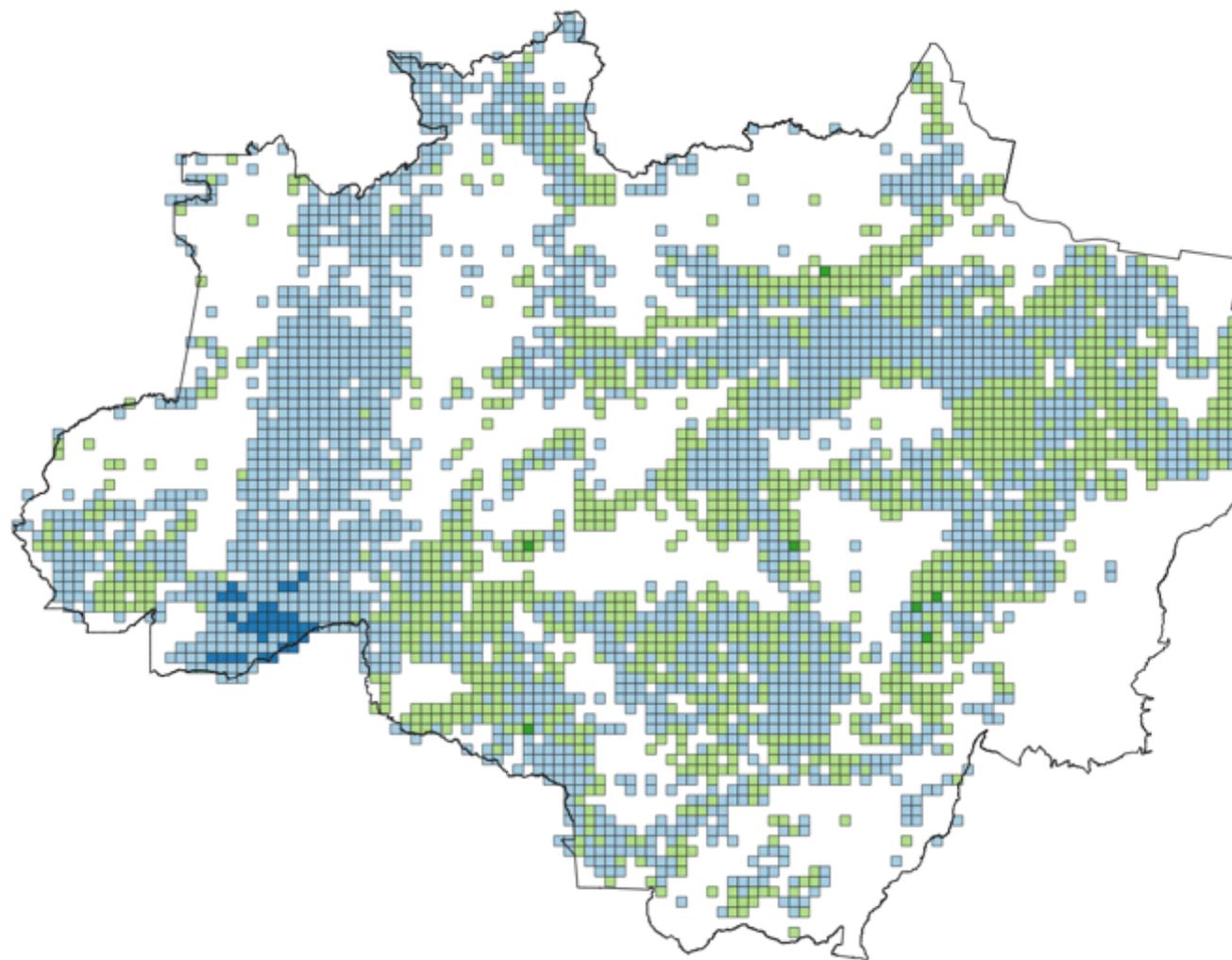




Agrupamento da diferença (Kernel) 2012

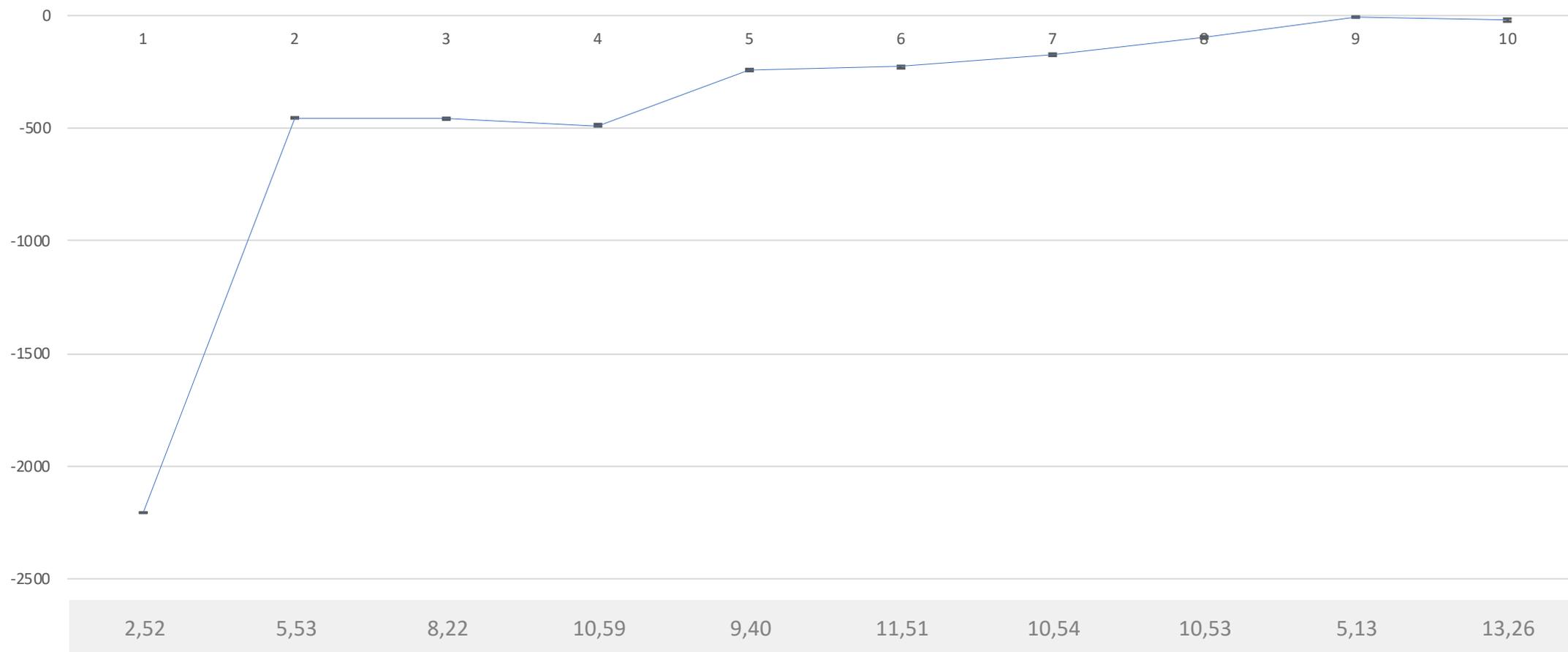


Especialização da diferença (Kernel) 2012





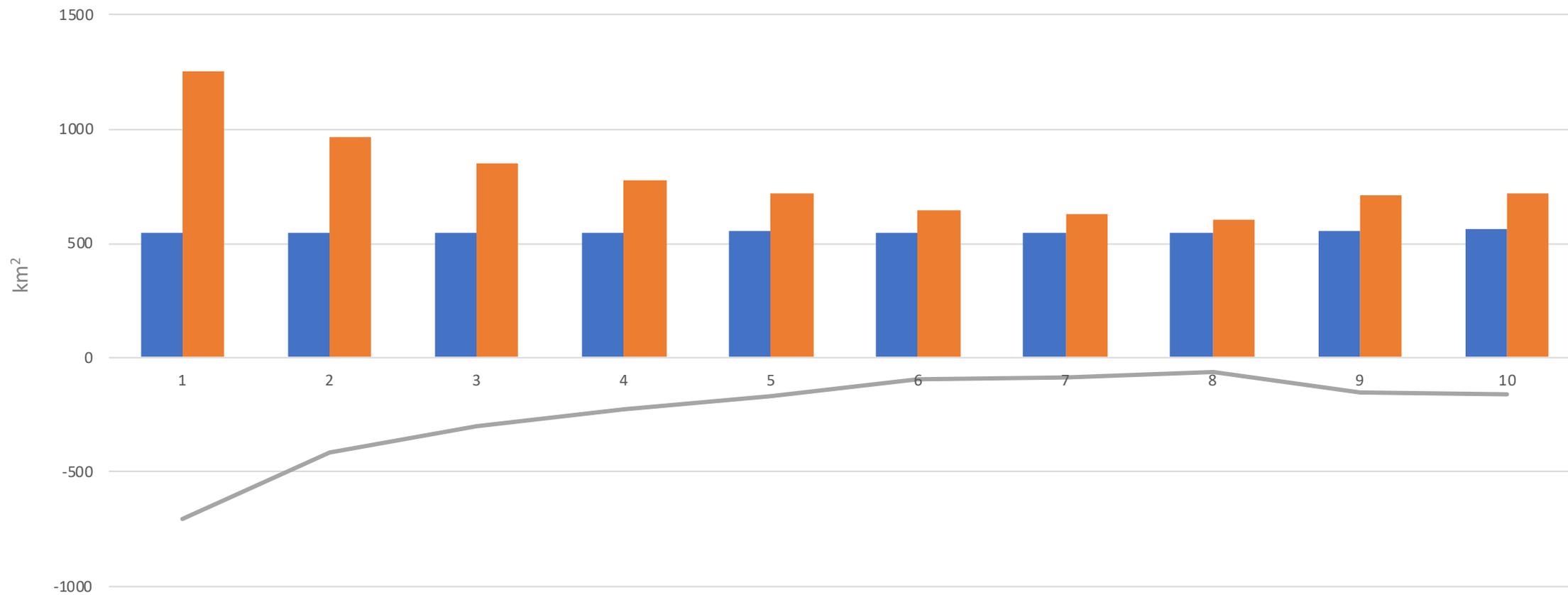
Desvio Padrão da diferença (Kernel) 2012



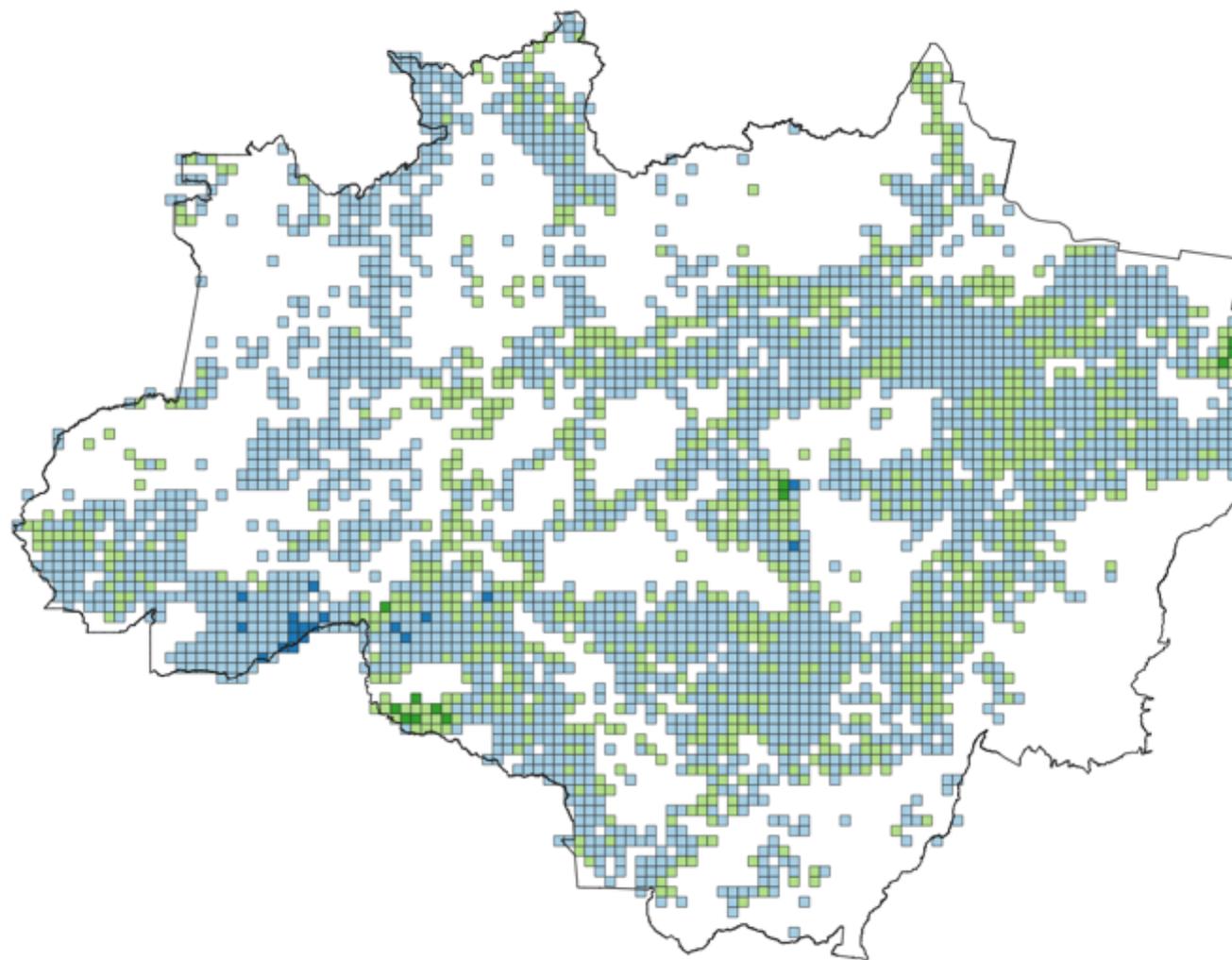


Agrupamento da diferença (Kernel) 2013

INPE ITV Diferença



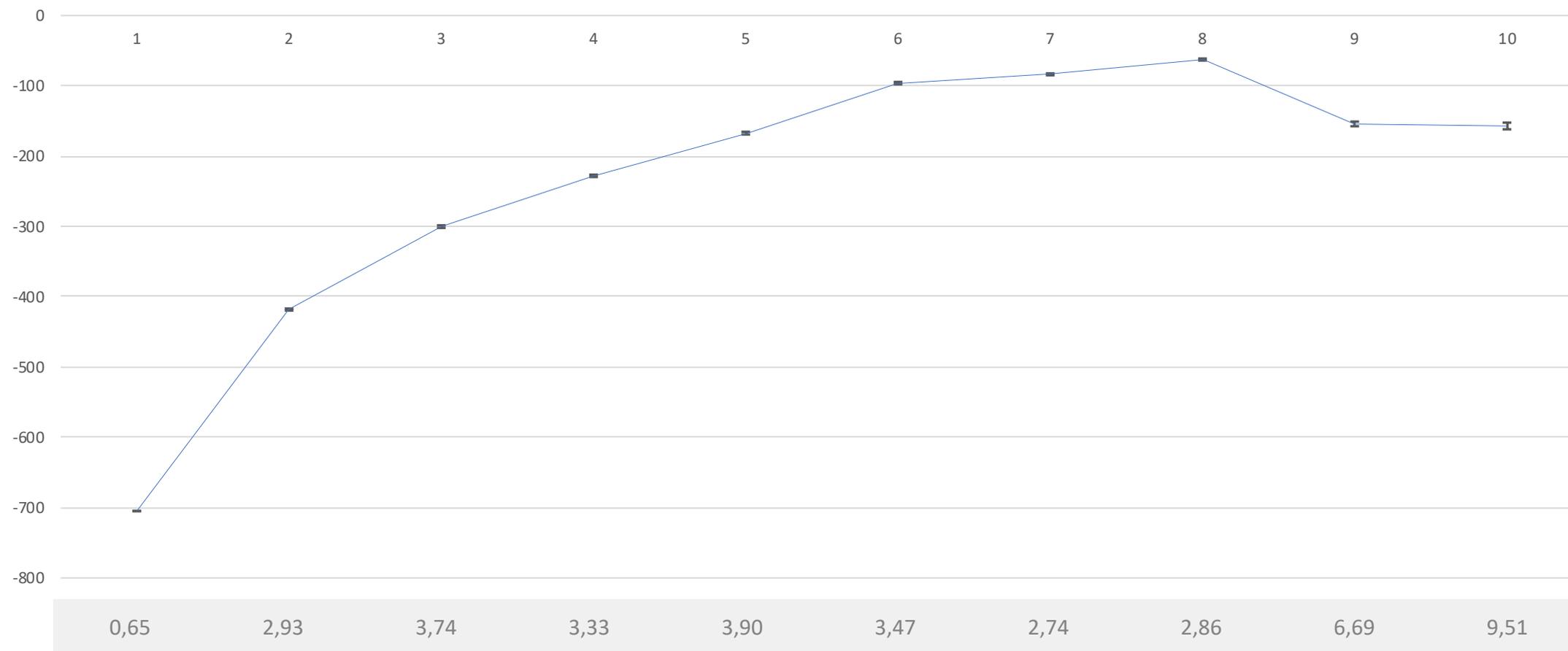
Especialização da diferença (Kernel) 2013



-  (+) Positiva
-  Neutra
-  (-) Negativa
-  (-) Negativa

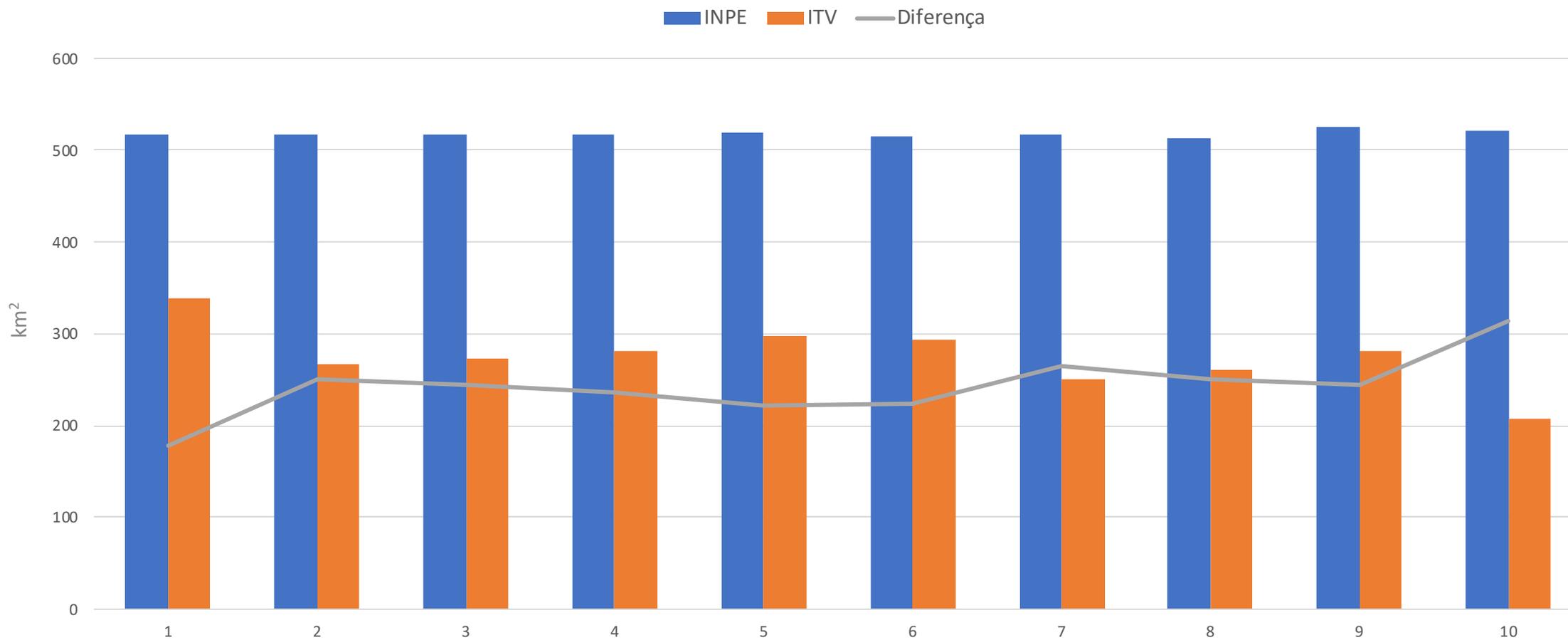


Desvio Padrão da diferença (Kernel) 2013

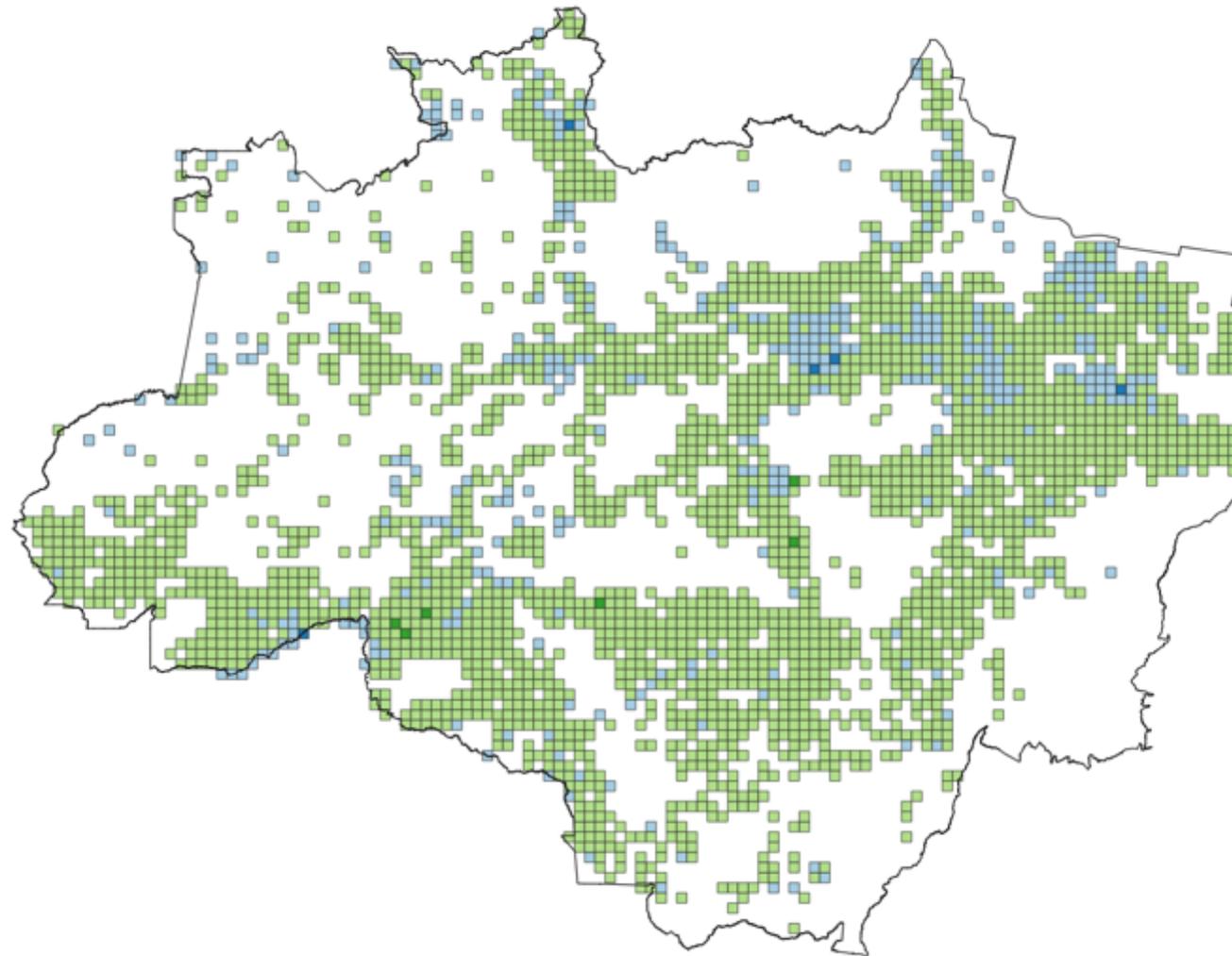




Agrupamento da diferença (Kernel) 2014



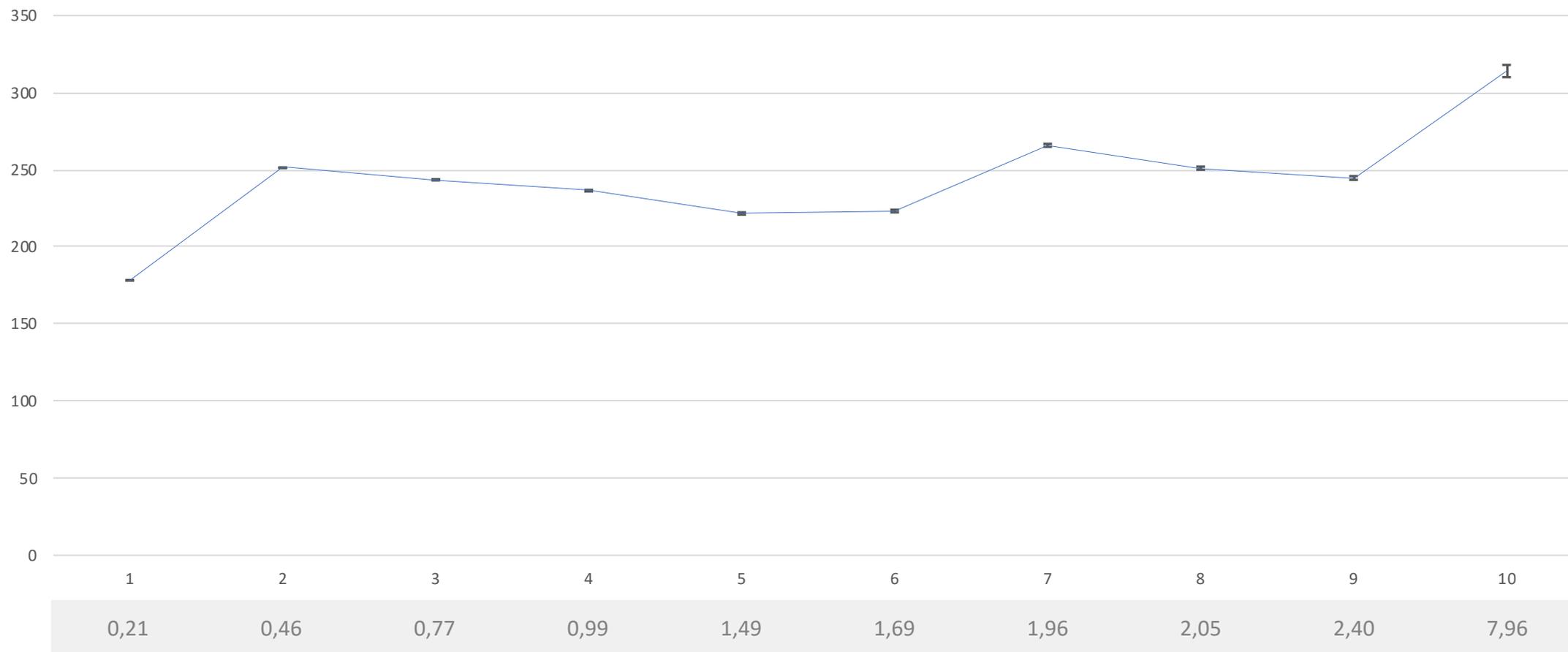
Especialização da diferença (Kernel) 2014



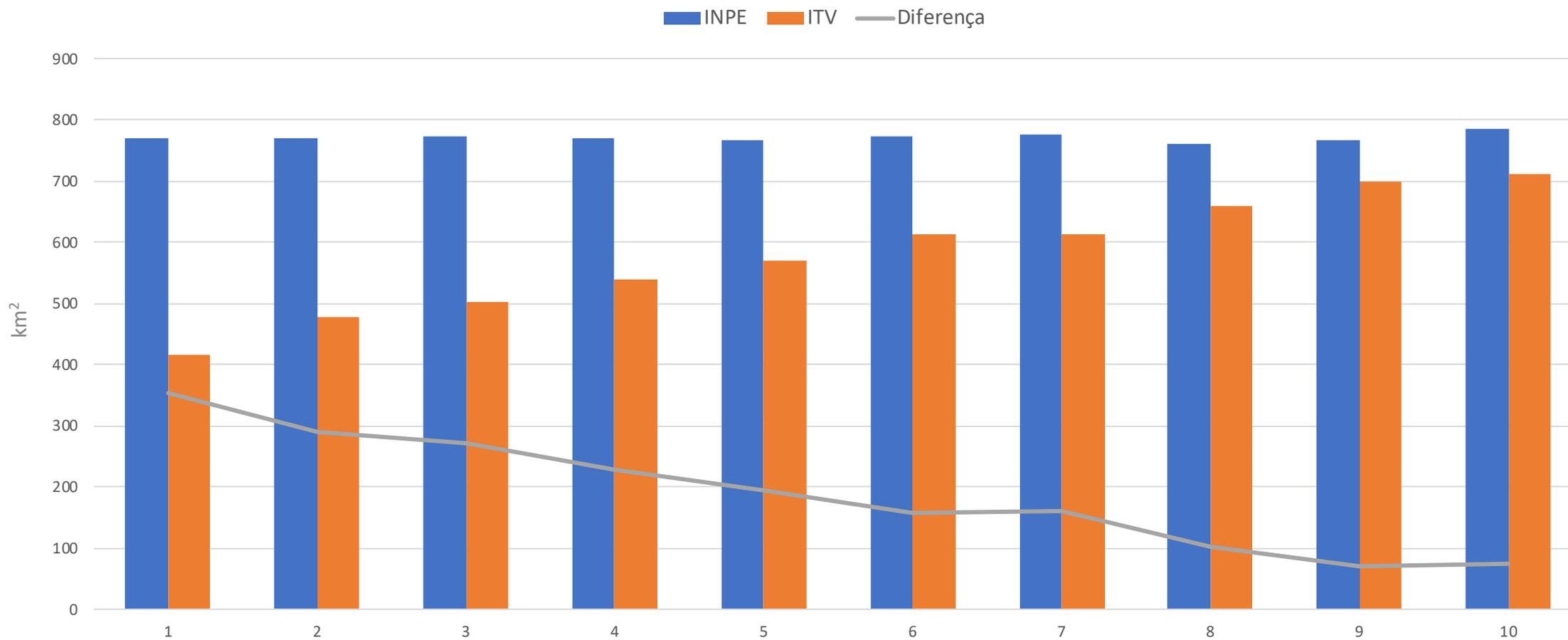
-  (+) Positiva
-  Neutra
-  Neutra
-  (-) Negativa
-  (-) Negativa



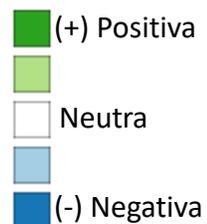
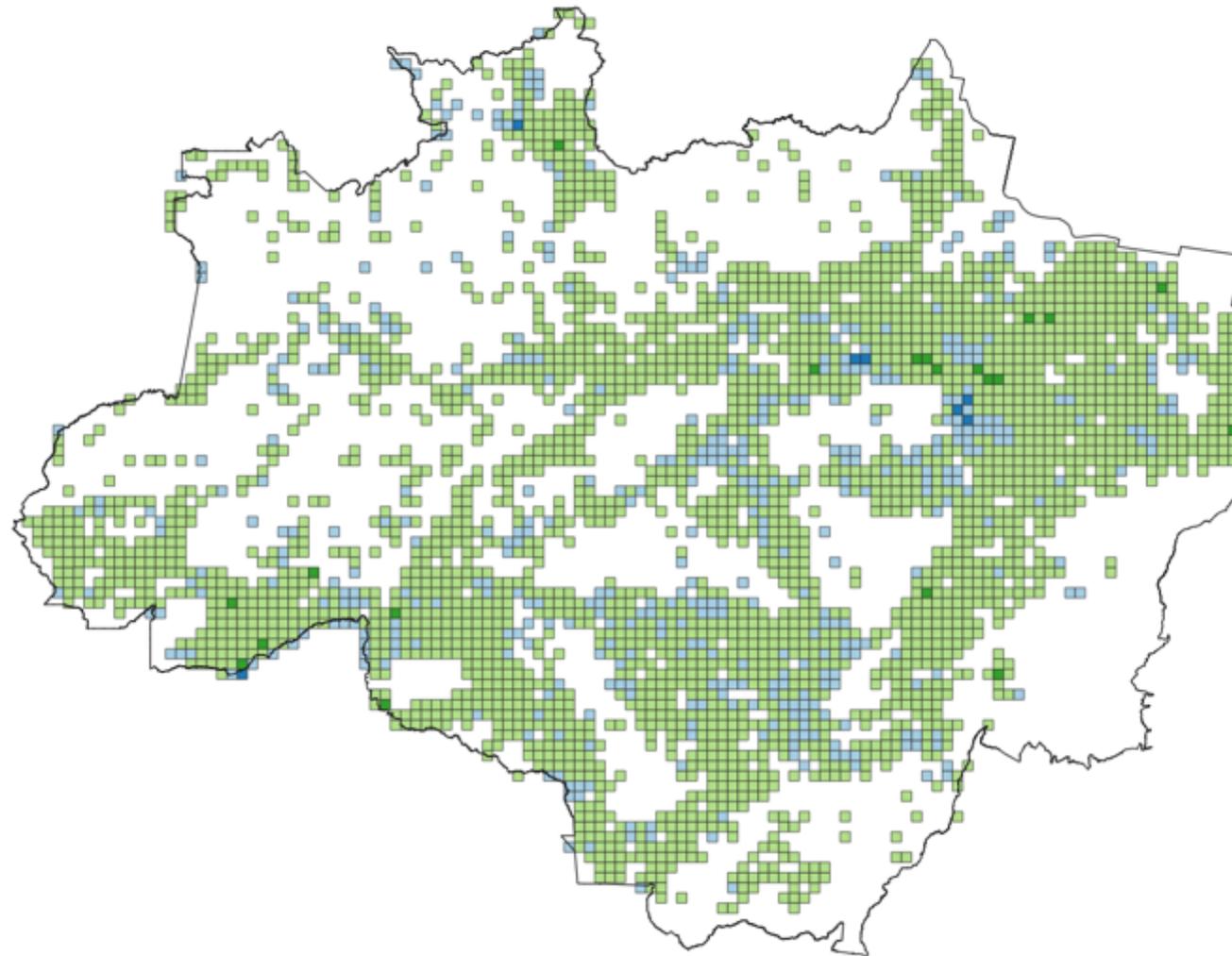
Desvio Padrão da diferença (Kernel) 2014



Agrupamento da diferença (Kernel) 2015

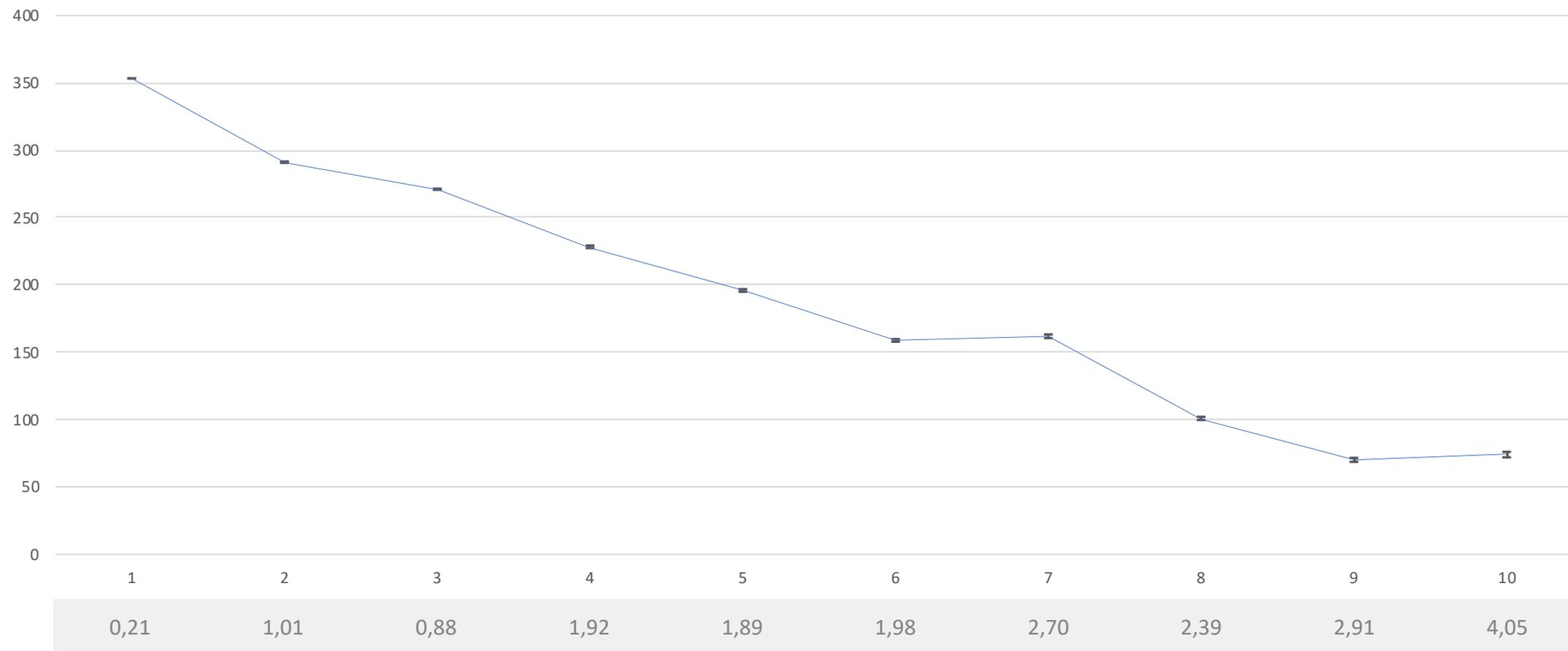


Especialização da diferença (Kernel) 2015



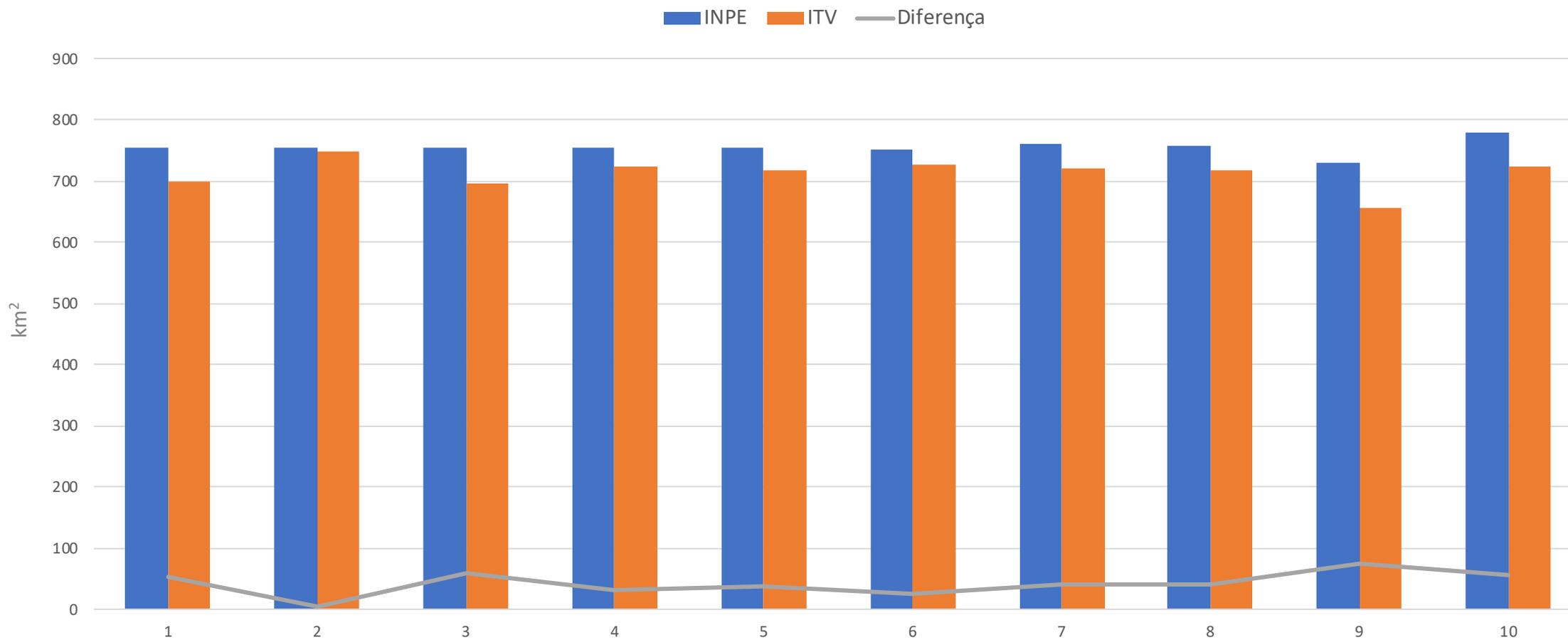


Desvio Padrão da diferença (Kernel) 2015

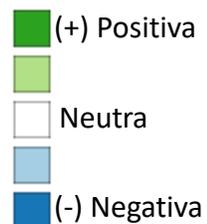
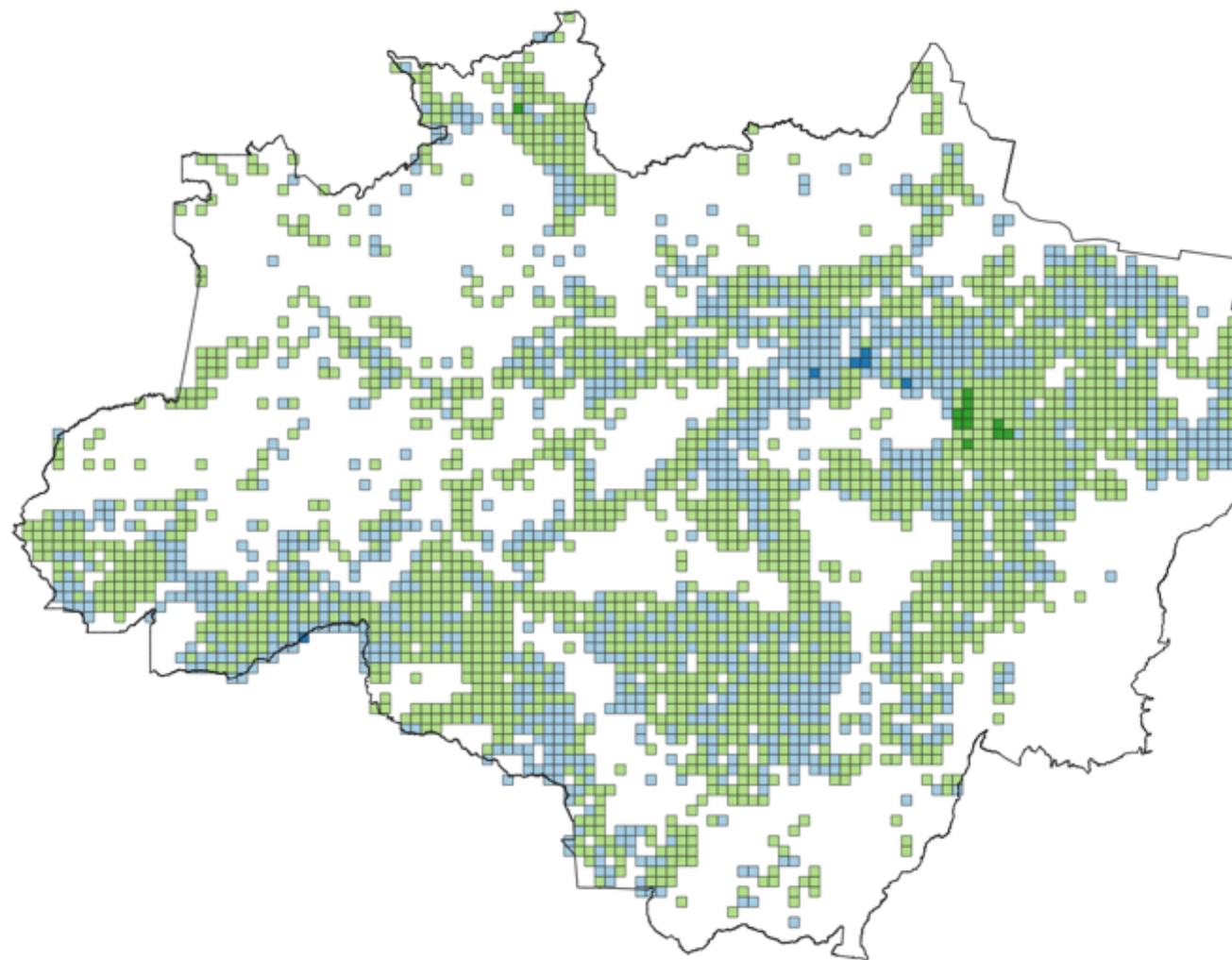




Agrupamento da diferença (Kernel) 2016

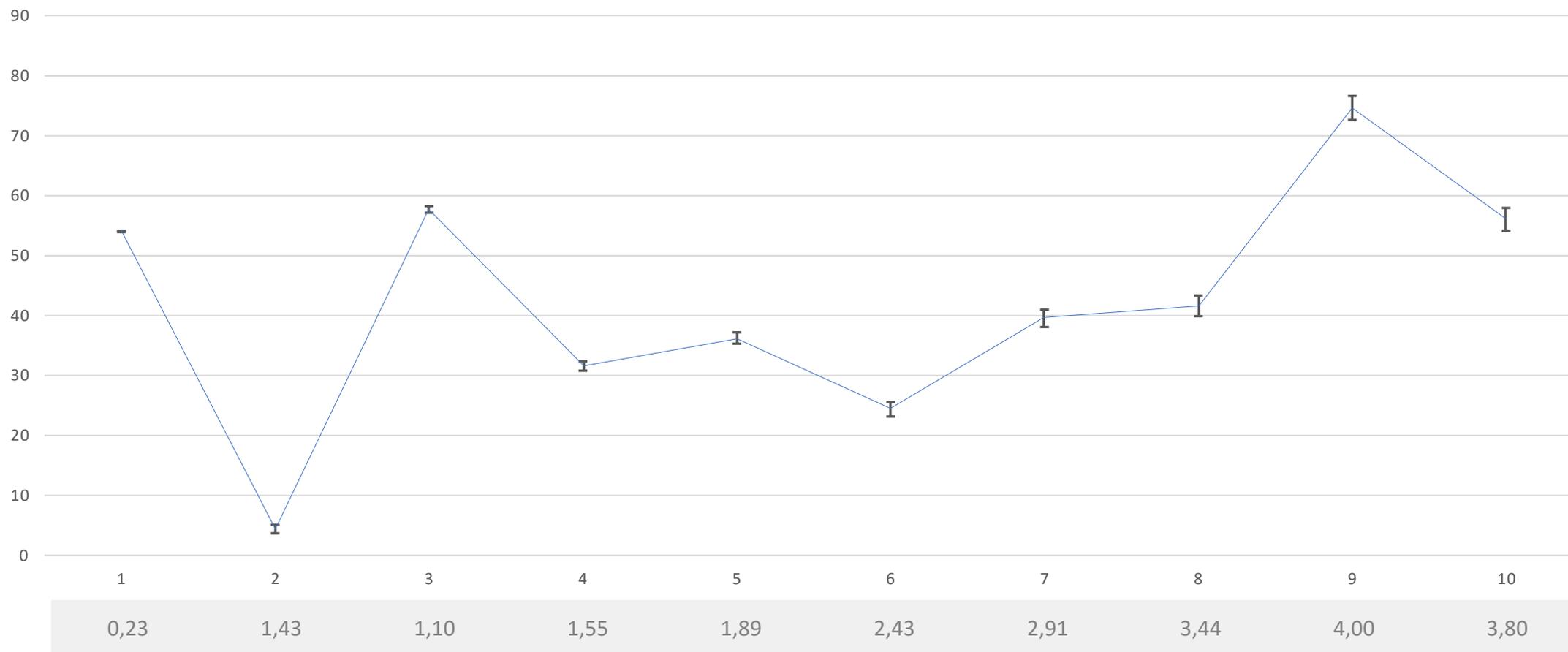


Especialização da diferença (Kernel) 2016



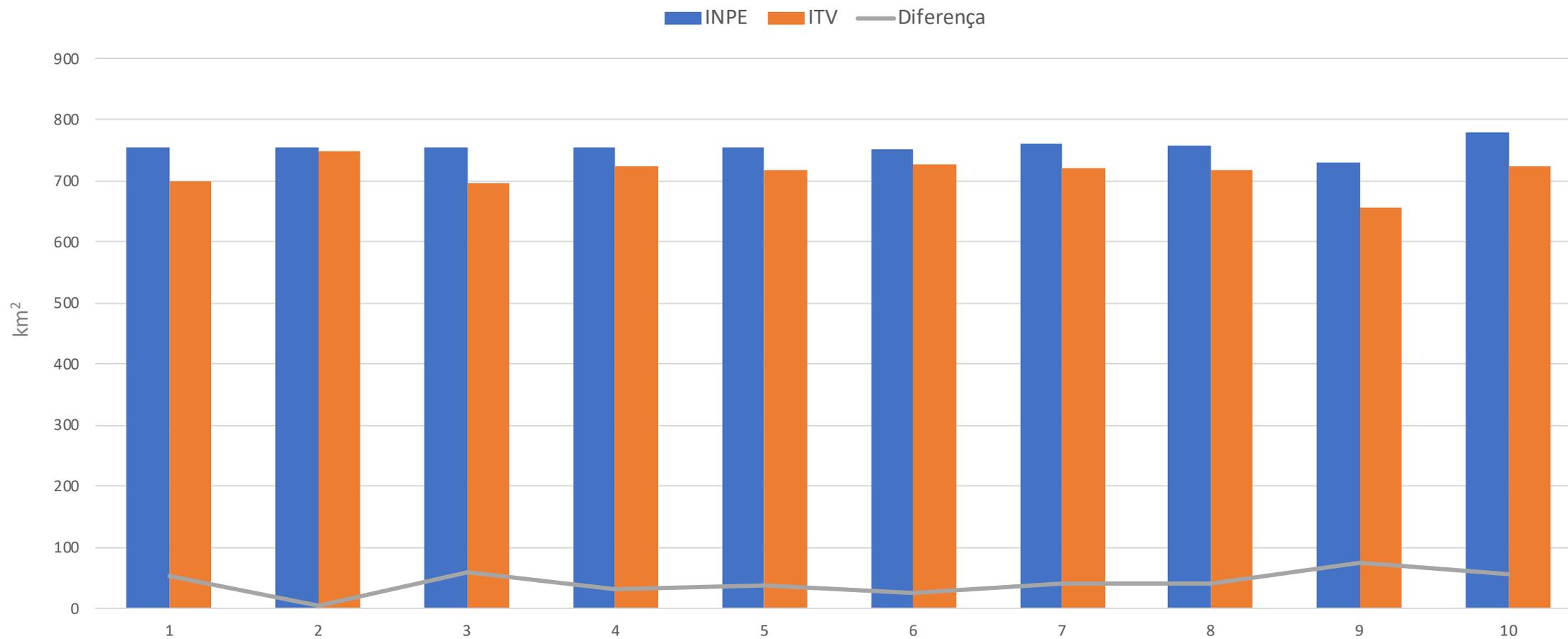


Desvio Padrão da diferença (Kernel) 2016

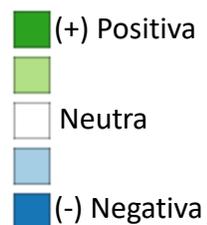
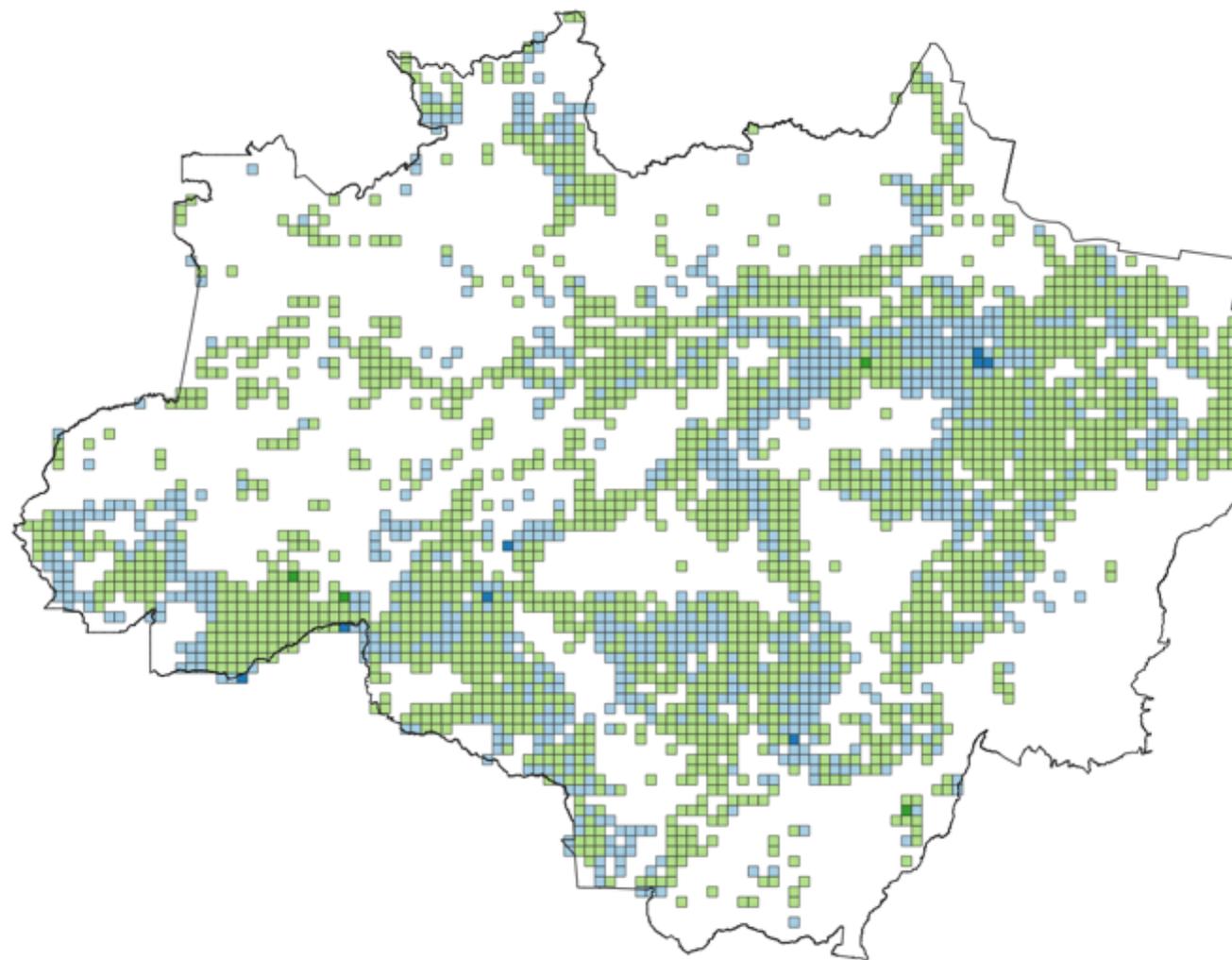




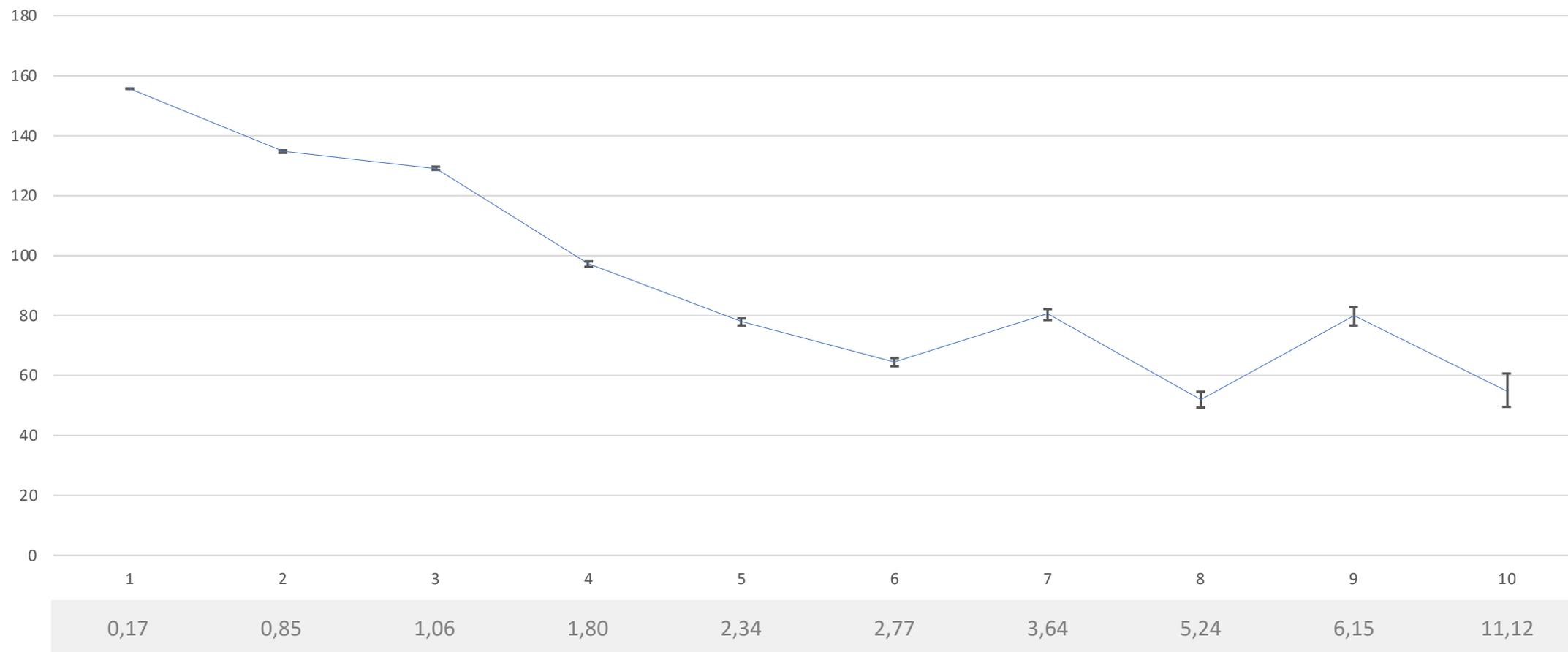
Agrupamento da diferença (Kernel) 2017



Especialização da diferença (Kernel) 2017



Desvio Padrão da diferença (Kernel) 2017



Conclusão

- Ainda que a extensão do desflorestamento (i.e., taxa de desmatamento) divulgado pelo INPE tenha sido tomada como referência para a geração das imagens sintéticas produzidas pela ferramenta ForestClimate, a área total de desmatamento estimada por essa ferramenta para Amazônia Legal nos anos analisados não é similar a área mapeada pelo PRODES no mesmo período.
- Essa diferença entre a área desmatada mapeada pelo PRODES e estimada pela ferramenta ForestClimate pode ser explicada pelo período utilizado nessa estimativa (31/Jul. a 01/Ago.) ou pela inconsistência dessa análise comparativa pelo fato de que as imagens sintéticas são geradas a partir da regressão da taxa de desmatamento e não pela área dos polígonos de desmatamento mapeados.

Conclusão

- A ferramenta ForestClimate possui uma função para cálculo de área que deveria ter sido utilizada antes do processamento das imagens sintéticas para que o valor total da área desmatada estimado pela ferramenta fosse conhecido e comparado com o resultado do cruzamento espacial de modo a garantir que não houve perdas no processo de intersecção vetor-raster.
- Não obstante a essa diferença entre a área mapeada e estimada, a análise comparativa da representação espaço-temporal mostra-se bastante verossímil, permitindo afirmar que a interpolação dos dados PRODES no tempo e no espaço são bem representadas pelas imagens sintéticas geradas através da ferramenta FlorestClimate.