



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

Ofício nº. **006/2020 SCTQ/DCIS/SEAPI/RS**

Porto Alegre, 22 de outubro de 2020.

**Análise da movimentação animal intraestadual e interestadual.**

Prezados, apresentamos abaixo a análise dos dados de trânsito intraestadual e interestadual de animais suscetíveis à febre aftosa para o Rio Grande do Sul **no ano de 2020** realizado através da análise de rede utilizando o Software R,

Mais uma vez são resultado de uma parceria entre o Departamento de Defesa Agropecuária da SEAPDR e a Universidade Estadual da Carolina do Norte (NCSU) – EUA, através do investimento realizado pelo Fundo de Desenvolvimento e Defesa Sanitária Animal (FUNDESA).

Nesta análise dividiremos em duas partes, a primeira uma descritiva da movimentação animal intraestadual e a segunda referente à movimentação interestadual de bovinos e suínos referente ao ano de 2020.

Algumas finalidades de movimentações foram excluídas da análise por entendermos que não se enquadram como de risco sanitário de contágio, como movimentações para abate, abate sanitário, sacrifício e saídas de animais para esporte.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

**Descritiva da movimentação de bovinos intraestadual de 2020:**

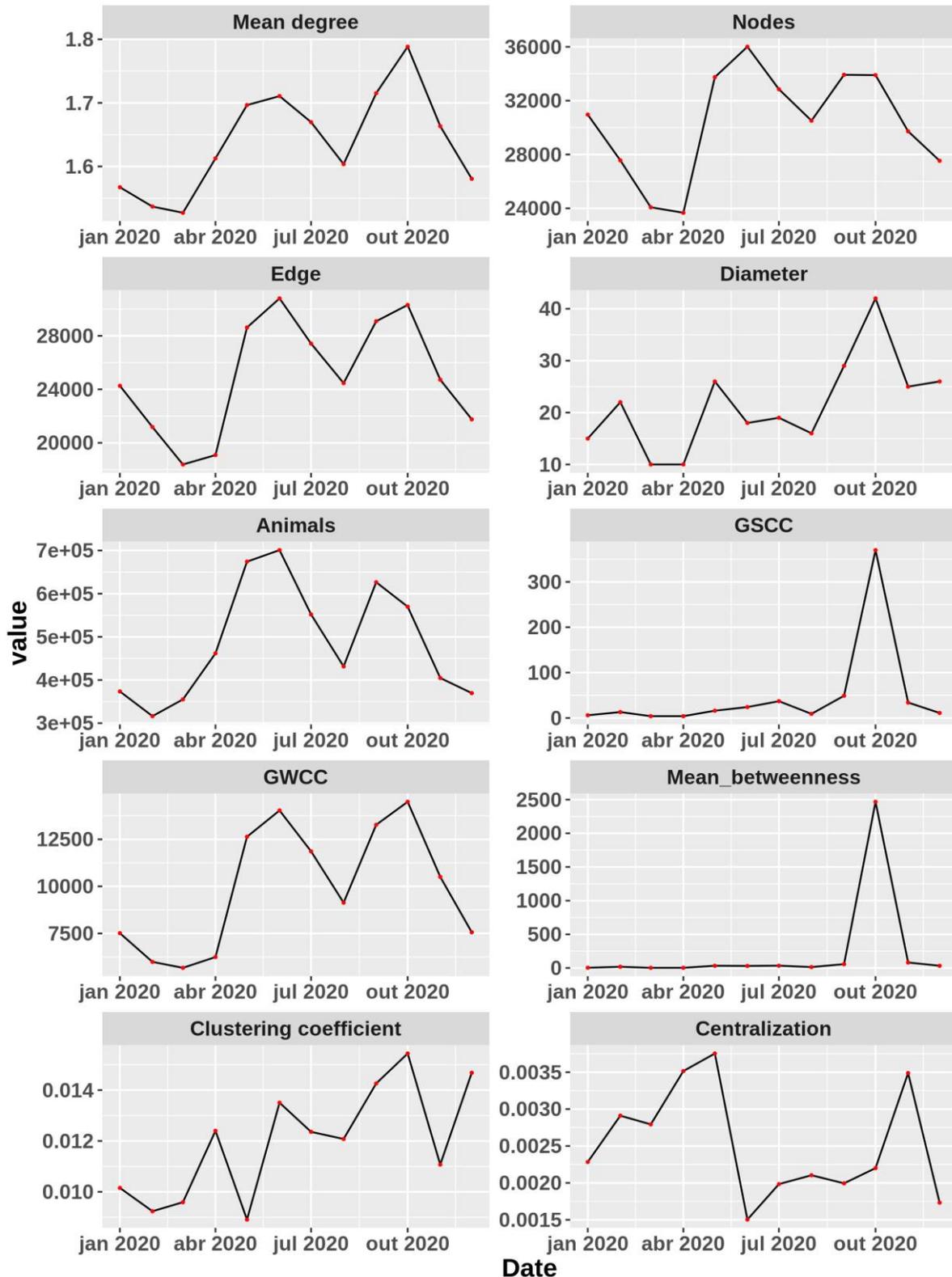


Figura 01: Parâmetros da rede de movimentação intraestadual de bovinos no ano de 2020.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

Descrevendo cada gráfico da figura 01 podemos ter as seguintes informações:

**Mean Degree:** Degrees são os chamados graus que podem ser de entrada ou saída de cada propriedade, ou seja cada movimentação de entrada (in-degree) ou saída (out-degree). O Mean Degree significa a média dos graus somados, tanto de entrada quanto de saída, das propriedades durante o ano, que variaram de próximo de 1,55 até pouco acima dos 1,70. Isso nos dá a referência de que as propriedades que realizaram movimentações de bovinos no RS em 2020, movimentaram, em média, de 1,50 a 1,8 vezes no decorrer dos meses.

**Nodes e Edge:** Nodes ou nós, são no parâmetro da análise de rede o número de propriedades que realizaram movimentações, tanto de entrada como de saída, mensalmente durante o ano de 2020, Edge ou arestas, são as movimentações em si entre os nós (propriedades). Por isso os dois gráficos apresentam o mesmo desenho, pois estão interrelacionados. Podemos verificar que no período de 2020 as propriedades (nós) que movimentaram animais variaram de menos de 24.000 até mais de 36.000 conforme os meses do ano, atingido a mínima em abril, a máxima em junho e embora não seja bem definido, um platô de movimentação se evidencia de junho a outubro.

**Diameter:** Diameter ou diâmetro, representa o número de passos (steps) que seriam necessários para conectar todas as propriedades que estão se movimentando na rede, pelo caminho mais curto. Podemos verificar que no mês de outubro há o pico do diâmetro em torno de 40 passos, isso está relacionado há um maior número de propriedades negociando e sem proximidade entre elas. Outubro é um mês de grande negociação via remates e leilões no Estado.

**Animals:** Animals ou animais, representa neste gráfico o número de bovinos movimentados mensalmente, o número está em exponencial e varia de por volta dos 300.000 em fevereiro e tem o pico em torno dos 700.000 em junho.

**GSCC:** GSCC é a sigla para Giant Strongly Connected Component, que em tradução literal seria o componente gigante fortemente conectado. Representa o número de nós (propriedades) que estão conectados na rede, levando em conta a direção da movimentação. Representa o número médio de ligação entre as propriedades que estão fortemente conectadas, por mês levando em conta a direção do movimento de entrada ou saída dos animais e representa a prevalência máxima esperada no espalhamento de uma enfermidade analisada. A figura 02 auxilia a compreensão.

**GWCC:** GWCC é a sigla para Giant Weakly Connected Component, em tradução literal o componente gigante fracamente conectado. Representa o número de nós (propriedades) que estão conectados



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

na rede, sem levar em conta a direção da movimentação. Representa o número médio de ligação entre as propriedades que estão fracamente conectadas, por mês e não levando em conta a direção do movimento de entrada ou saída dos animais e representa a prevalência mínima esperada no espalhamento de uma enfermidade analisada. A figura 02 auxilia a compreensão.

**Mean Betweenness:** media de atravessadores, ilustra o número médio de propriedades que conectam umas propriedades às outras. São propriedades de ligação, que apresentou seu pico também em Outubro quando ocorrem o maior número de remates no Estado.

**Clustering Coefficient:** Clustering coefficient ou coeficiente de grupo (cluster). É calculado para cada nó (propriedade) como a probabilidade de que dois nós (propriedades) conectados ao nó focal também estejam conectados entre si. Representam as negociações de triangulação, por exemplo a propriedade “A”, negocia com a “B” que negocia com “C” que também negocia com a “A”. Podemos verificar que os níveis médios desse tipo de negociação são muito baixos no Estado.

**Centralization:** Centralization ou centralização, quantifica o tamanho em que a rede é estruturada em torno de uma minoria de nós (propriedades). Os valores variam entre 0 e 1, com os valores mais altos indicando centralizações mais extremas, propriedades que centralizam a negociação de várias outras para ela. Também apresenta um número muito baixo de média no Estado deste tipo de negociação.

NC STATE UNIVERSITY

## GWCC e GSCC

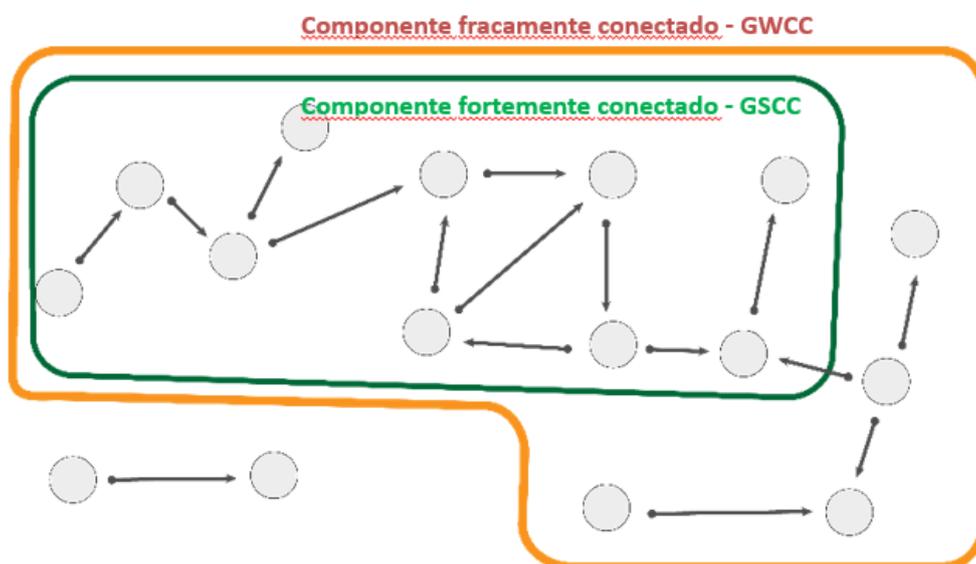


Figura 02: Ilustração explicativa de GWCC e GSCC, imagem cedida pela NCSU.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

Na figura abaixo está ilustrado o número de bovinos movimentados por dia durante o ano de 2020.

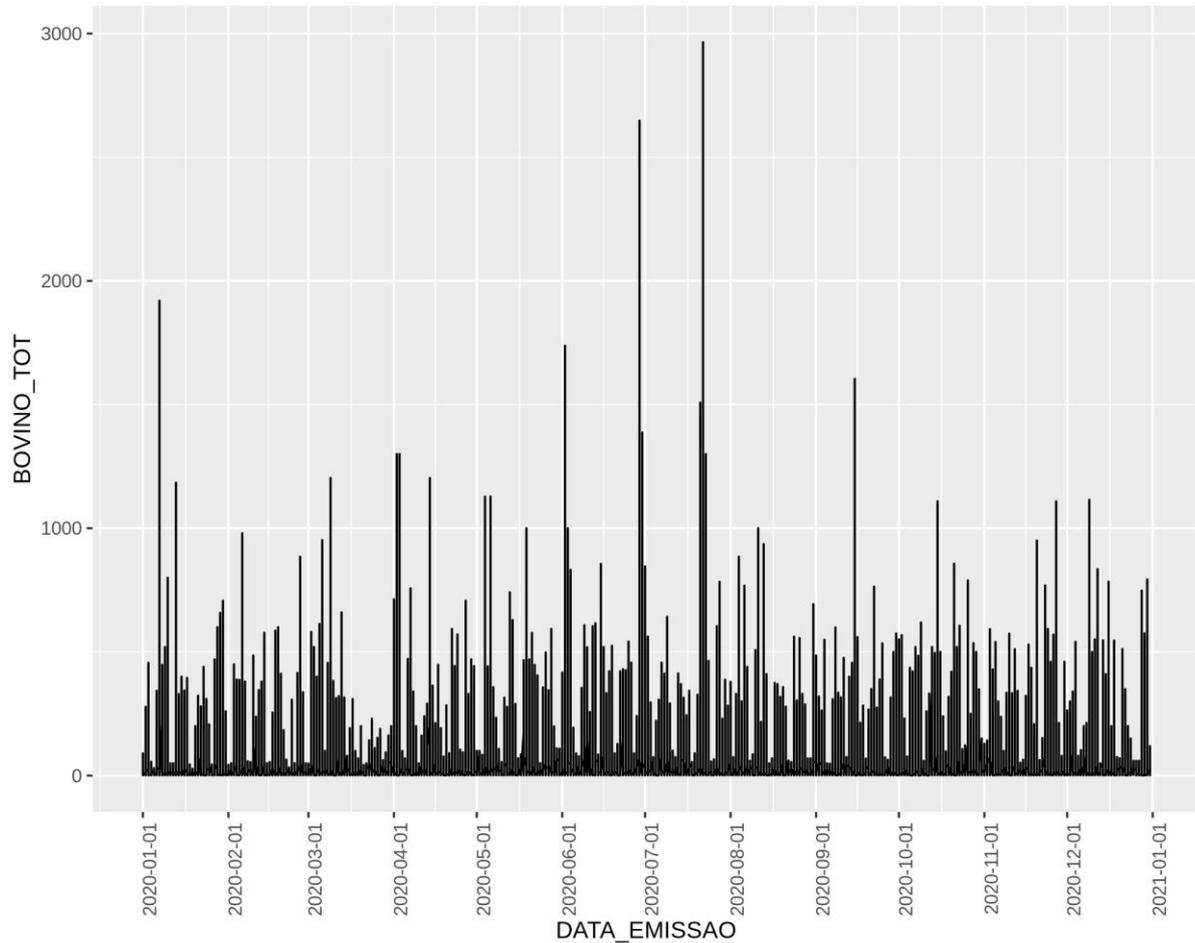


Figura 03: Volume de bovinos movimentados por dia no período.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

Na figura abaixo está representado a proporção de finalidades utilizadas para emissão de GTA durante o ano de 2020.

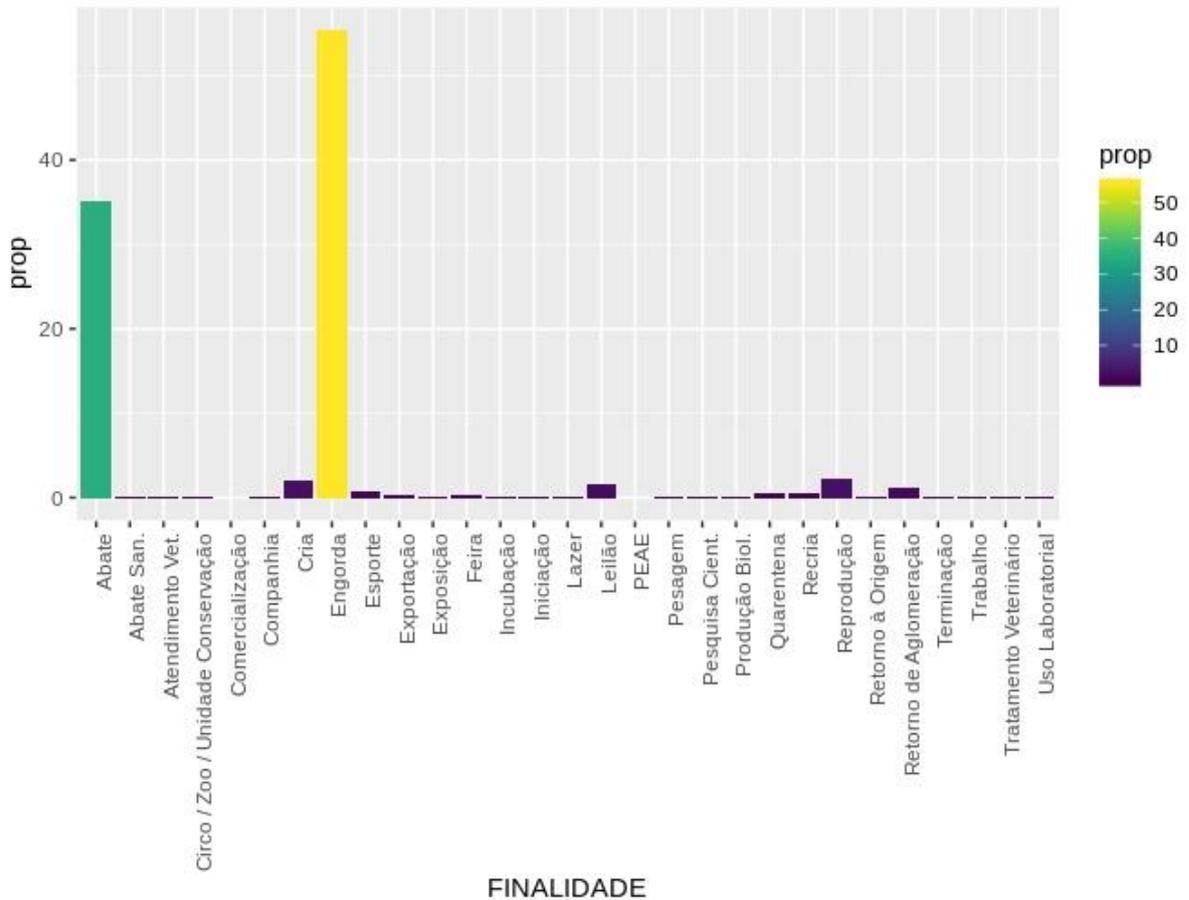


Figura 04: Percentual de finalidades utilizados na emissão GTA de bovinos durante o ano de 2020.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

Abaixo estão ilustrados com o mapa do Rio Grande do Sul dos diversos parâmetros analisados na rede de movimentação do Estado, alguns estão divididos por Supervisão Regional e outros por município.

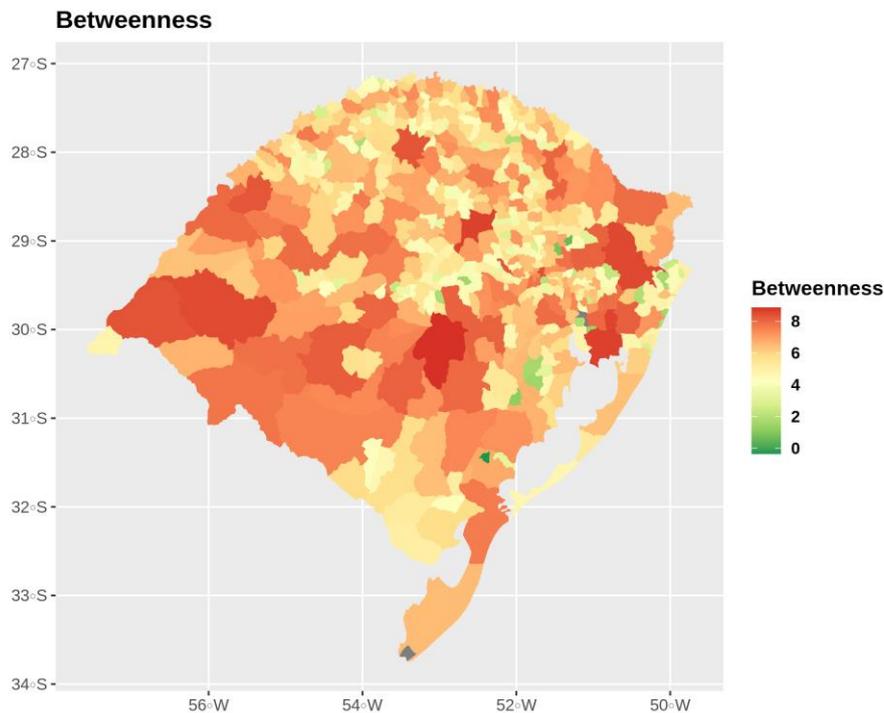


Figura 05: Representação por municípios com propriedades atravessadoras por paleta de cores.

Conforme a explanação sobre a figura 01, o período de propriedades que fazem o papel de atravessadores no Estado fica concentrado no mês de outubro chegando a valores próximo de 200, a representação da figura 05 trás uma media anual dividida por municípios e vai desde 0 até acima 8 propriedades que se encaixam no enquadramento de betweenness.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

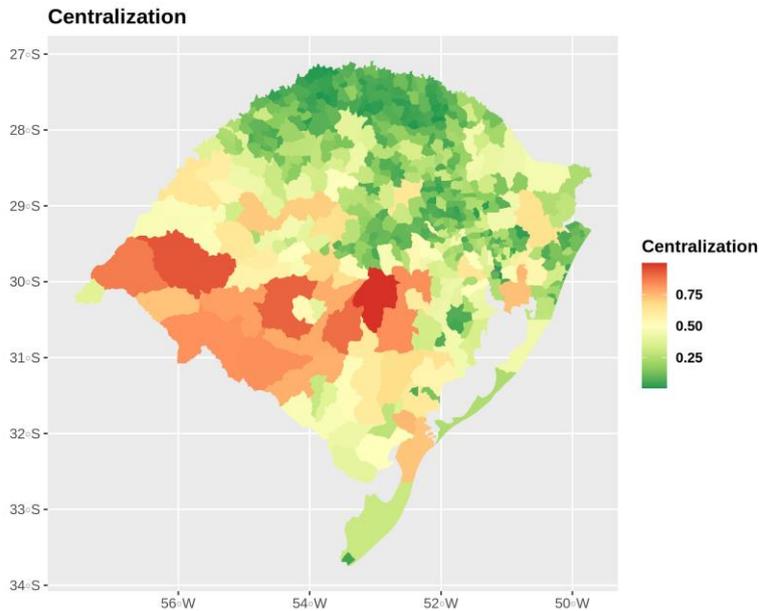


Figura 06: Representação por municípios da centralização da rede de bovinos no ano de 2020.

Salientando que conforme a figura 01 os números de centralização médios do Estado são baixos, já a figura 06 trás estes dados por menorizados por município, apresentando que em alguns deles a centralização é mais importante.

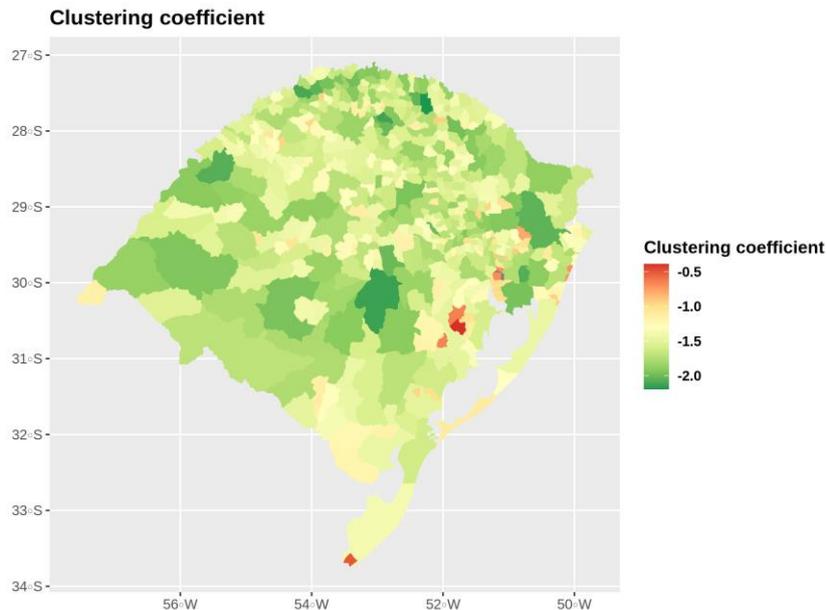


Figura 07: Representação por municípios do coeficiente de grupo da rede de bovinos no ano de 2019.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

A exemplo do que se constatou em 2019 e conforme representado na figura 01, em 2020 o coeficiente de grupo, ou seja a negociação de triangulação é pouco evidente no Estado, com exceção em poucos municípios.

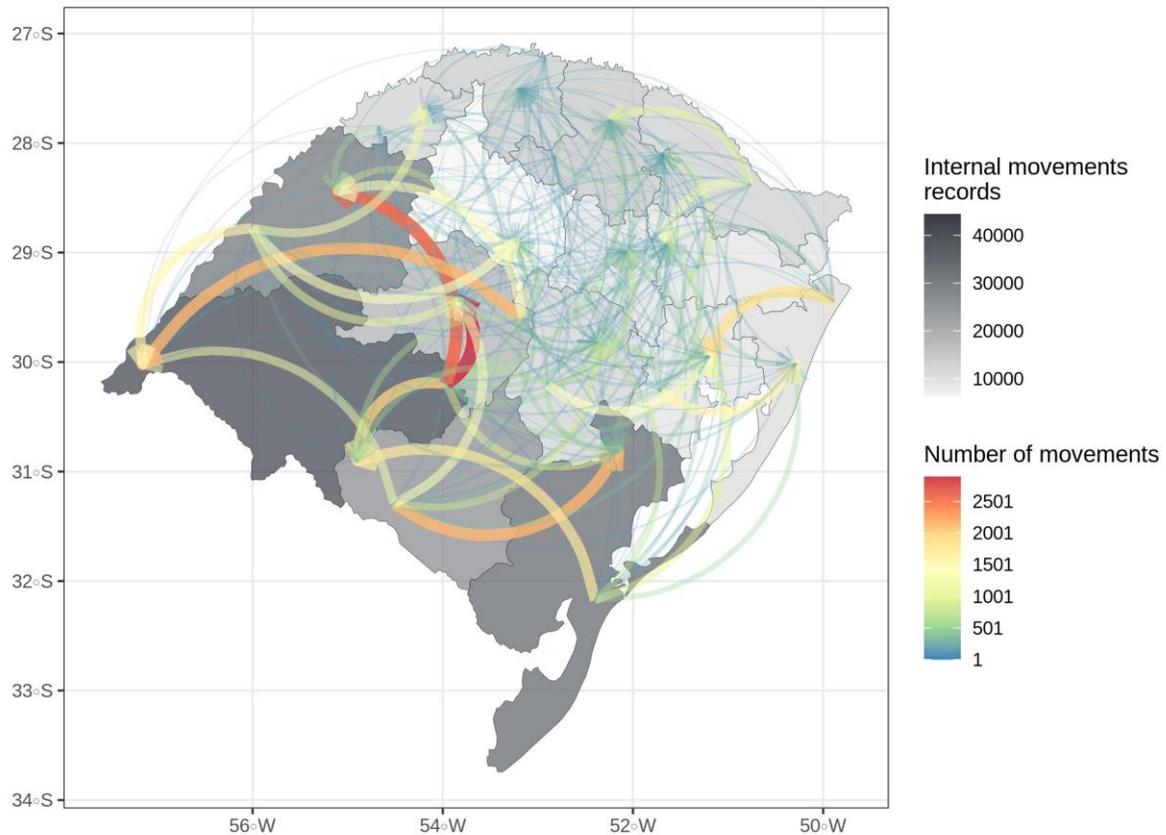


Figura 08: Fluxo de movimentação de bovinos entre supervisões regionais em 2020.

Na figura acima podemos verificar que algumas supervisões regionais (SR) apresentam um total de movimentação mais expressivo de uma SR para a outra, como é o caso da SR Alegrete, Santa Maria, Bagé, Pelotas e São Luiz Gonzaga. A representação não está levando em conta a movimentação dentro de cada SR.

Com relação as movimentações gerais, é mais representativa as figuras abaixo, que fazem relação com o In Degree (grau de entrada) e Out Degree (grau de saída) de cada município.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

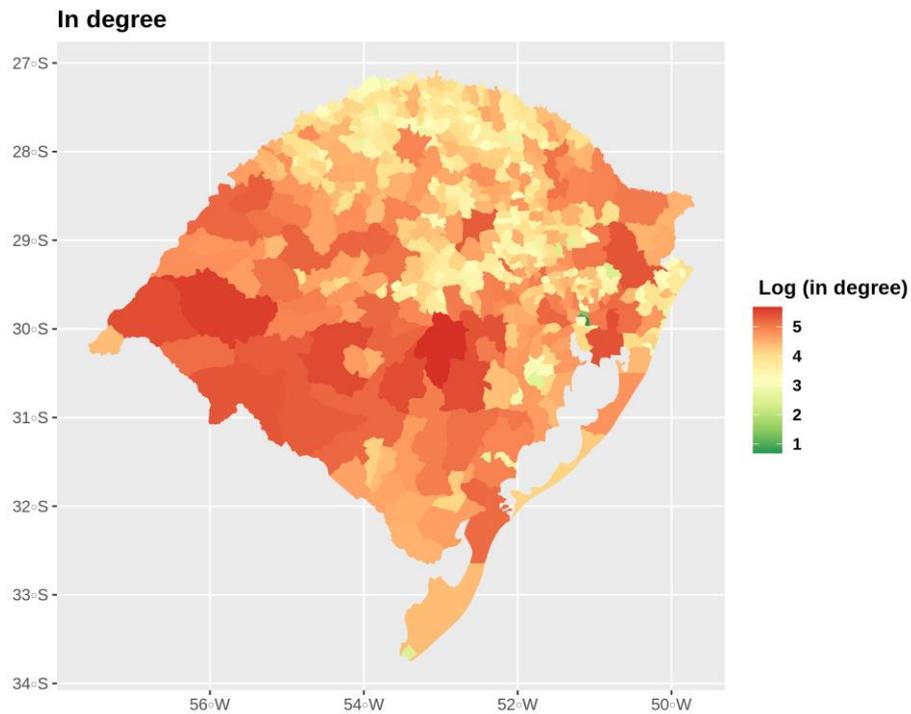


Figura 09: Fluxo de movimentação de entrada de bovinos entre os municípios em 2020.

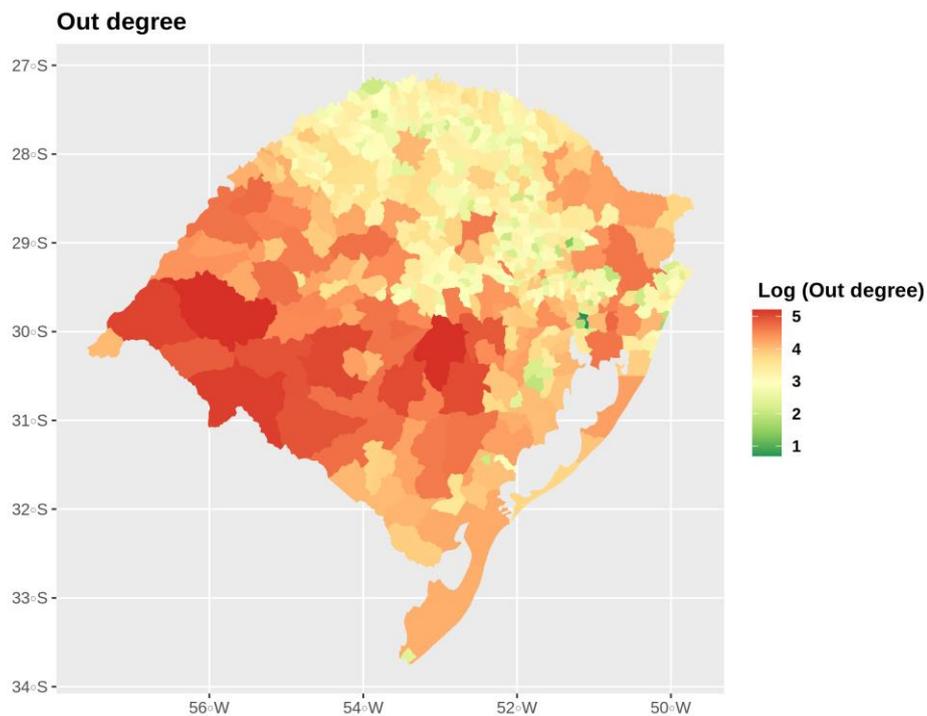


Figura 10: Fluxo de movimentação de saída de bovinos entre os municípios em 2020.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

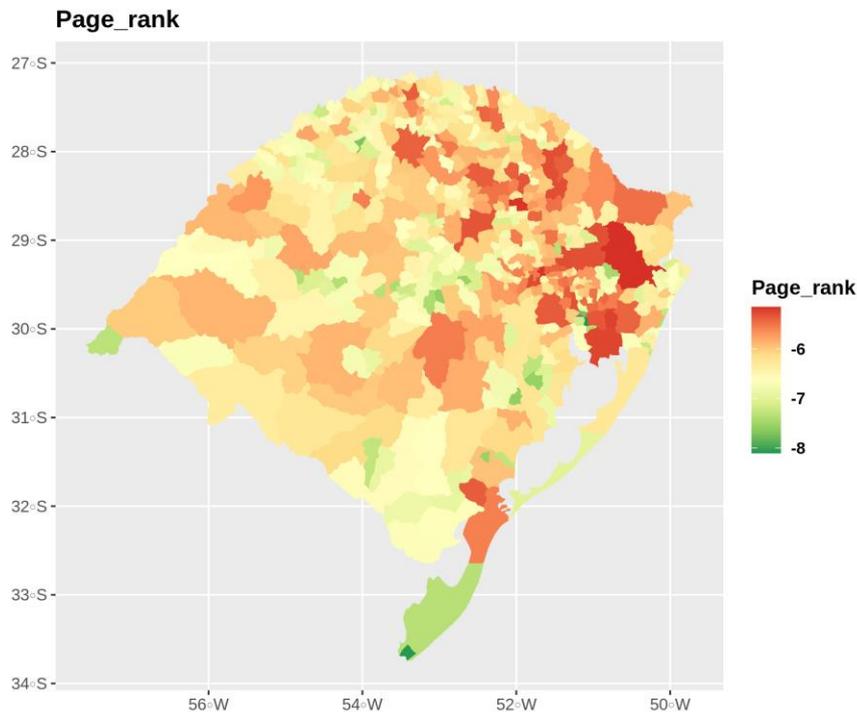


Figura 11: Representação da movimentação de bovinos por municípios pelo parâmetro de Page Rank em 2020.

O parâmetro de Page Rank, ilustrado na figura 11, é o valor produto de uma família de algoritmos que criam um ranking de popularidade ou a importância de um nó (propriedade ou município) na rede. É um algoritmo semelhante ao utilizado em redes sociais que verificam, neste caso, a popularidade de uma pessoa. Na figura abaixo há um desenho ilustrativo que auxilia a compreensão. No desenho abaixo consegue facilmente perceber que a “propriedade” B tem alta relevância na rede pois comercializa com diversas outras propriedades, porém a “propriedade” C, apesar de comercializar apenas com a B, também tem grande relevância na rede. Neste caso, como a propriedade C não só vende, mas também compra da a propriedade B, por consequência ela está com uma exposição ao risco tanto quanto a propriedade B.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

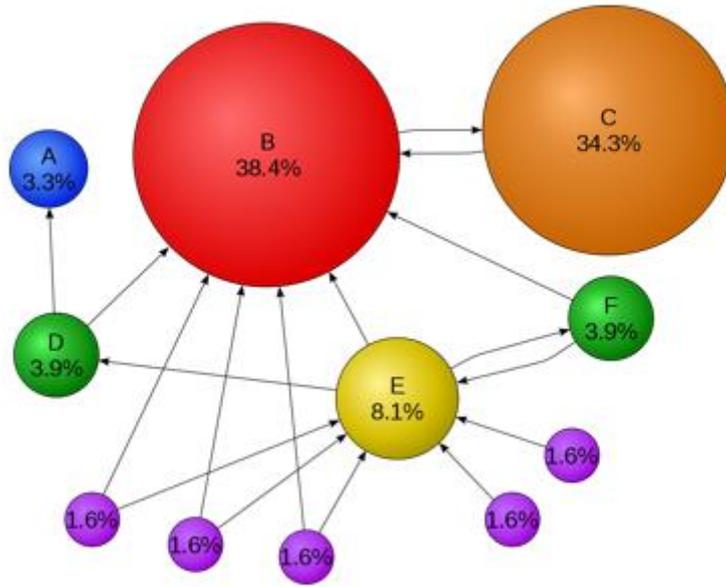


Figura 12: Ilustração do parâmetro Page Rank de análise de rede, imagem cedida pela NCSU.

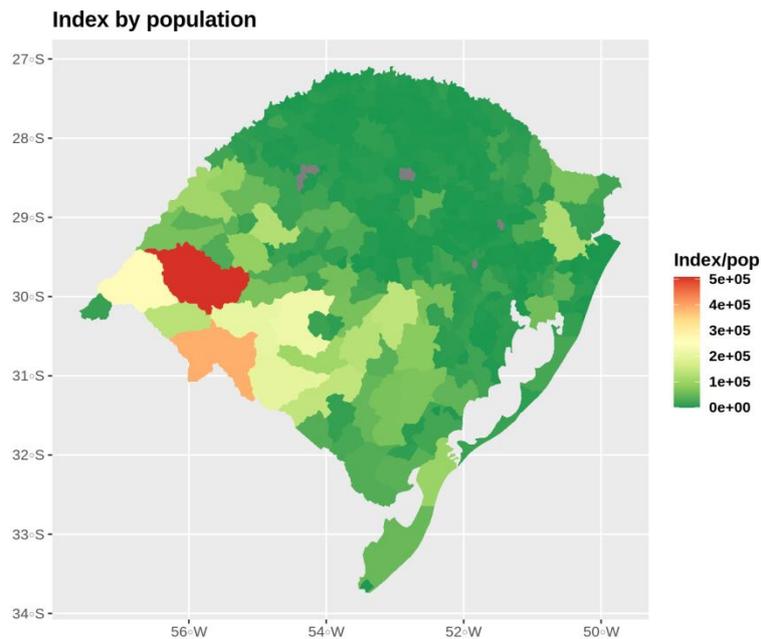


Figura 13: Ilustração do parâmetro de índice para análise da rede de movimentação por município.

Na figura acima apresenta uma análise diante de um parâmetro chamado de índice, este parâmetro leva conta todos os outros parâmetros já apresentados e cria um índice deles. Apresenta por tanto, uma análise de movimentação dos municípios de uma forma ampla e destaca os municípios que, levando em



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

conta todos os parâmetros, são mais relevantes na rede. De forma geral (Index) ou em proporção à população (Index by population).

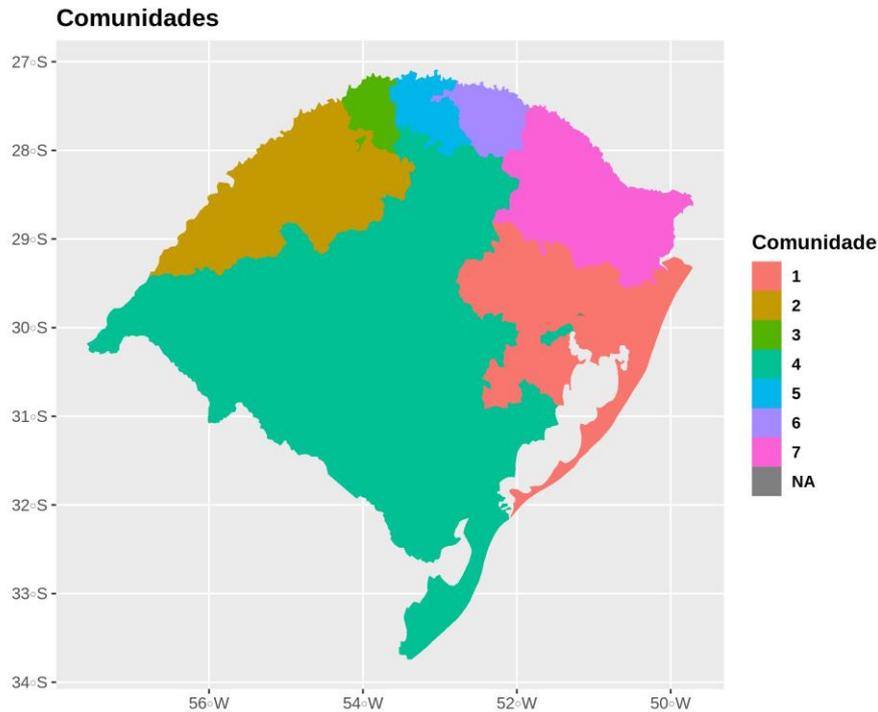


Figura 14: Ilustração das comunidades de movimentação de bovinos em 2020.

Na figura acima está ilustrado uma análise de comunidades, esta análise que leva em conta a movimentação dos animais, consegue identificar que no Estado, no ano de 2020, na espécie bovina foram identificadas sete comunidades, ou seja, a comercialização dos animais ocorre dentro destas comunidades, conforme as cores do mapa. Esta informação é de extrema relevância em situações como de focos, pois possibilita a comprovação de que, se um foco foi diagnosticado em determinada comunidade do Estado, não obrigatoriamente todo o território do Estado deverá receber restrições ou embargos. Pode-se trabalhar de forma setorial e inibir o espalhamento de doenças de forma eficaz e eficiente.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

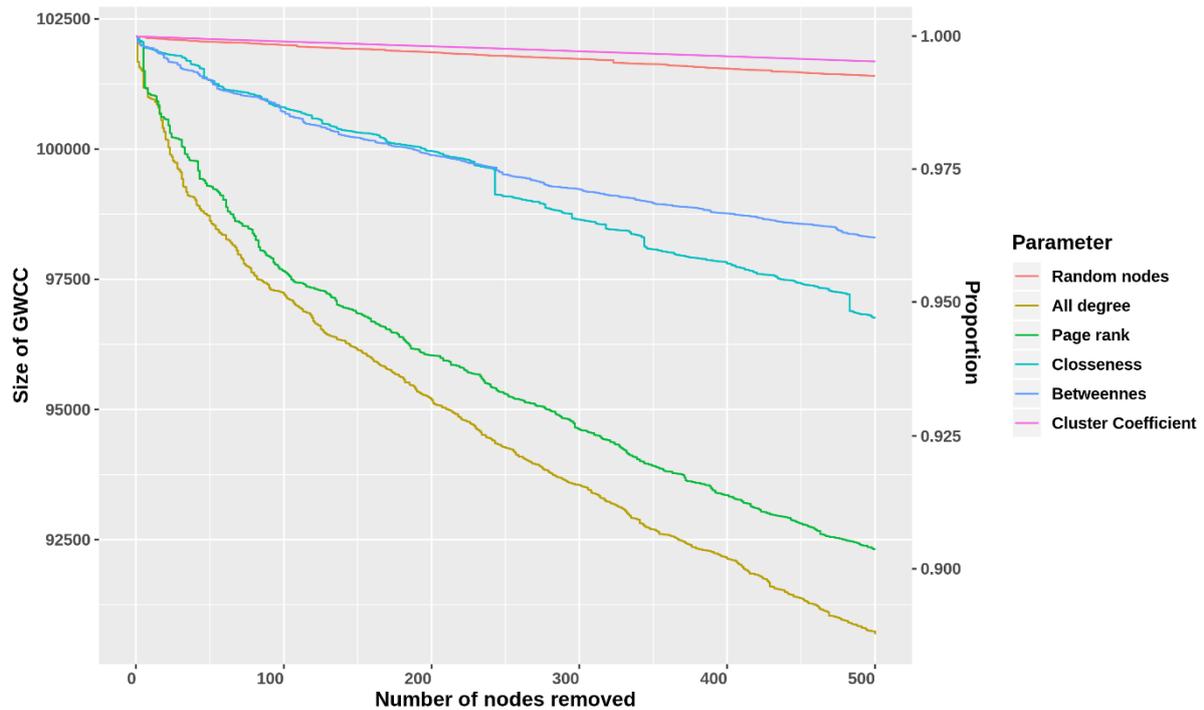


Figura 15: Desfragmentação da rede de bovinos por diferentes parâmetros.

Na figura acima está ilustrado uma desfragmentação da rede de movimentação de bovinos do ano de 2020, por diversos parâmetros. A desfragmentação nada mais é do que analisar a rede e verificar qual a forma mais eficiente, levando em conta os diferentes parâmetros apresentados de, se pudessemos remover alguns nós (propriedades) da rede, quebrarmos a ligação de um nó ao outro. Conforme a ilustração para a rede atual de bovinos no RS o parâmetro que obteve o melhor desempenho para “quebrar” a rede foi o “All degree”, que é o parâmetro que utiliza a retirada dos nós em ordem decrescente dos maiores valores de In degree (entrada) e Out degree (saída). Em defesa agropecuária, essa “retirada” dos nós (propriedades), pode ser entendida como a fiscalização destas propriedades selecionadas.

Estes dados possibilitam distinguir propriedades chamadas de “Hub” e que podem ser selecionadas para uma fiscalização mais inteligente por parte do Serviço Veterinário Oficial (SVO).

Diante deste conhecimento o DDA iniciou uma confluência de dados, aliando a análise de rede para movimentação de animais, com o estudo de mitigação de risco já em funcionamento desde 2018. Desta forma os dois trabalhos irão somar-se otimizando a mão de obra capacitada do Departamento e gerando melhores resultados com uma fiscalização mais dirigida e assertiva.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

### Descritiva da movimentação de suínos intraestadual de 2020:

Assim como na descritiva de movimentação de bovinos, iremos colocar as ilustrações das movimentações de suínos no ano de 2020, porém de forma mais sucinta apenas com as imagens, pois as explicações dos gráficos e mapas são as mesmas para todas as espécies.

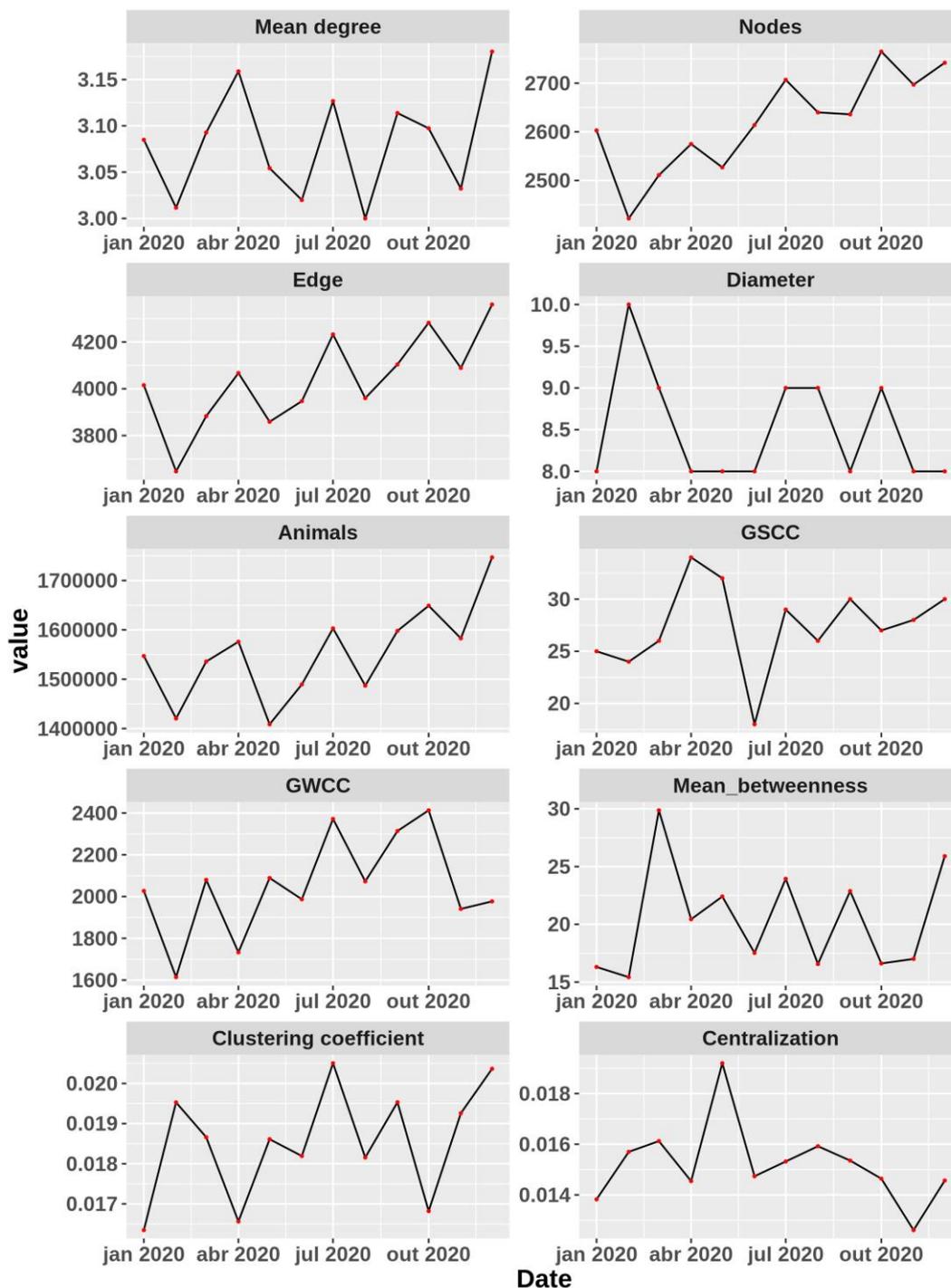


Figura 16: Parâmetros da rede de movimentação intraestadual de suínos no ano de 2020.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

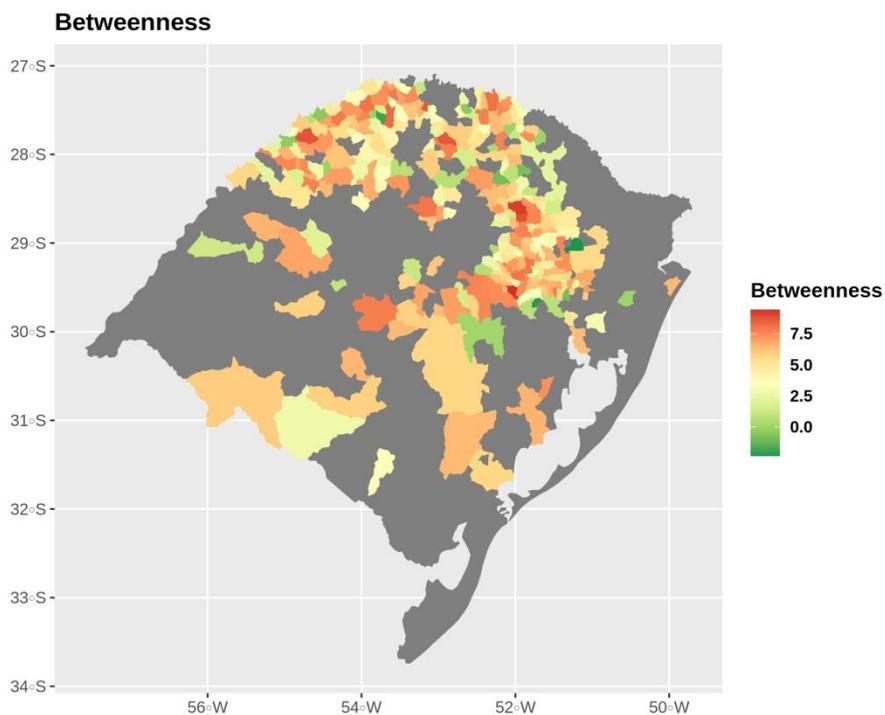


Figura 17: Representação por municípios com propriedades atravessadoras por paleta de cores.

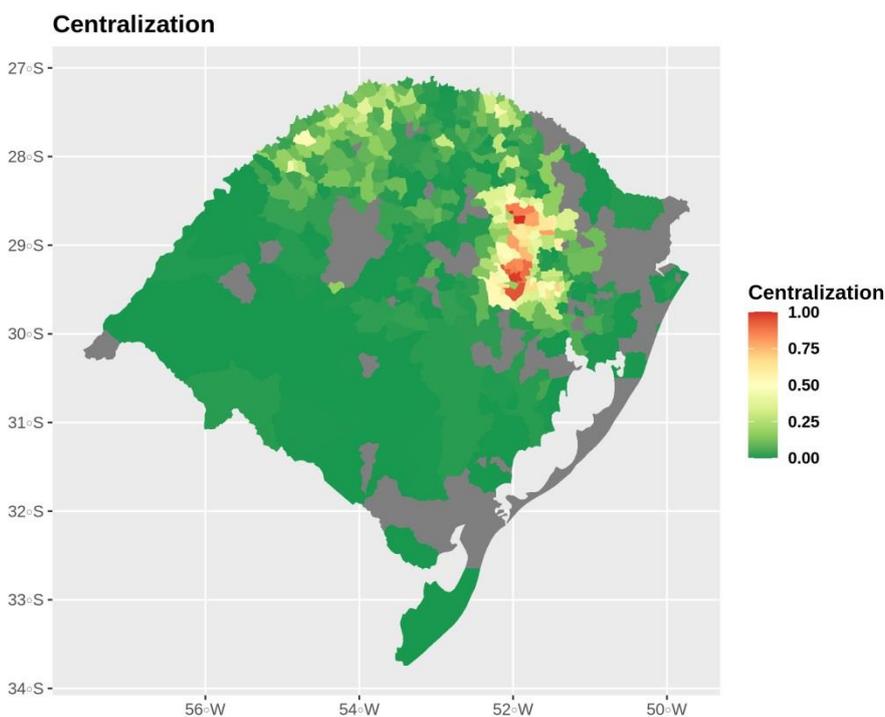


Figura 18: Representação por municípios da centralização da rede de suínos no ano de 2020.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

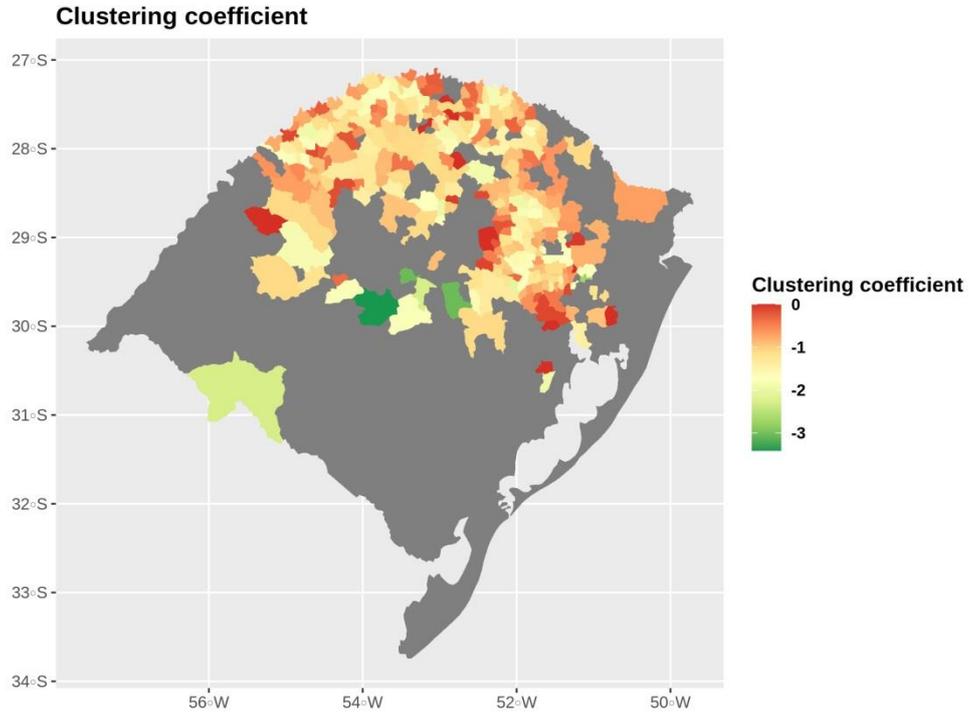


Figura 19: Representação por municípios do coeficiente de grupo da rede de suínos no ano de 2020.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

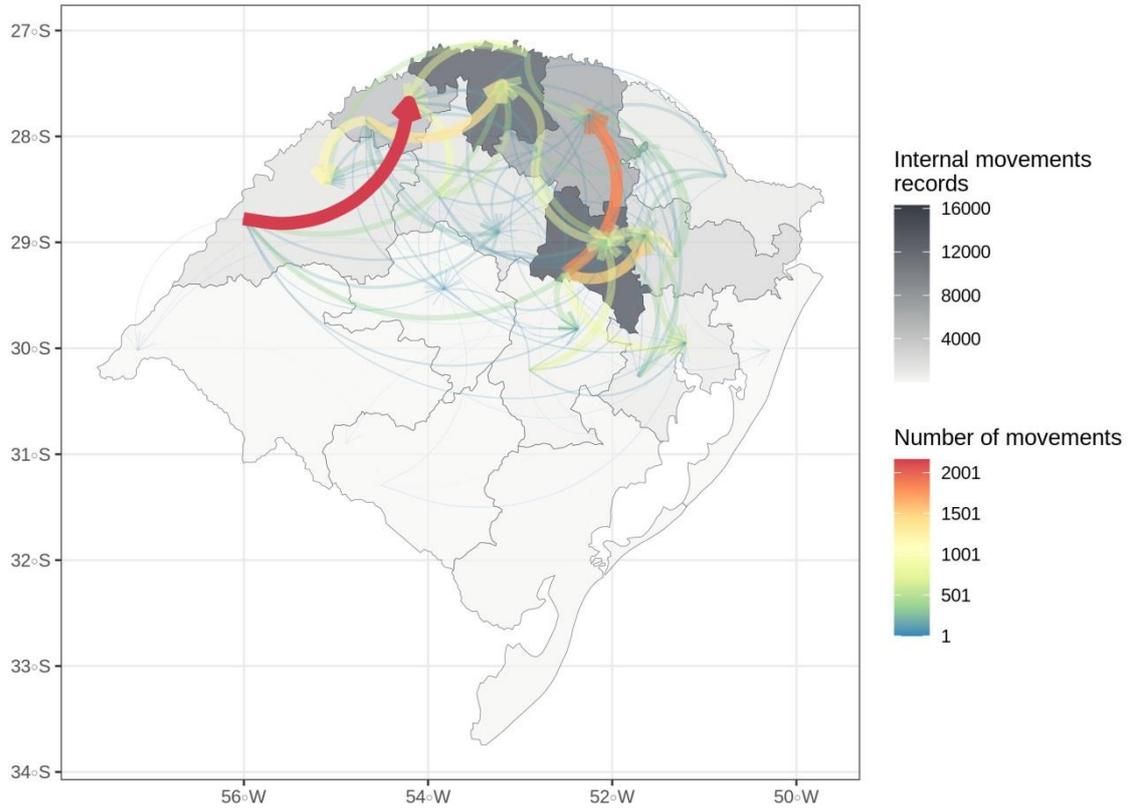


Figura 20: Fluxo de movimentação de suínos entre supervisões regionais em 2020.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

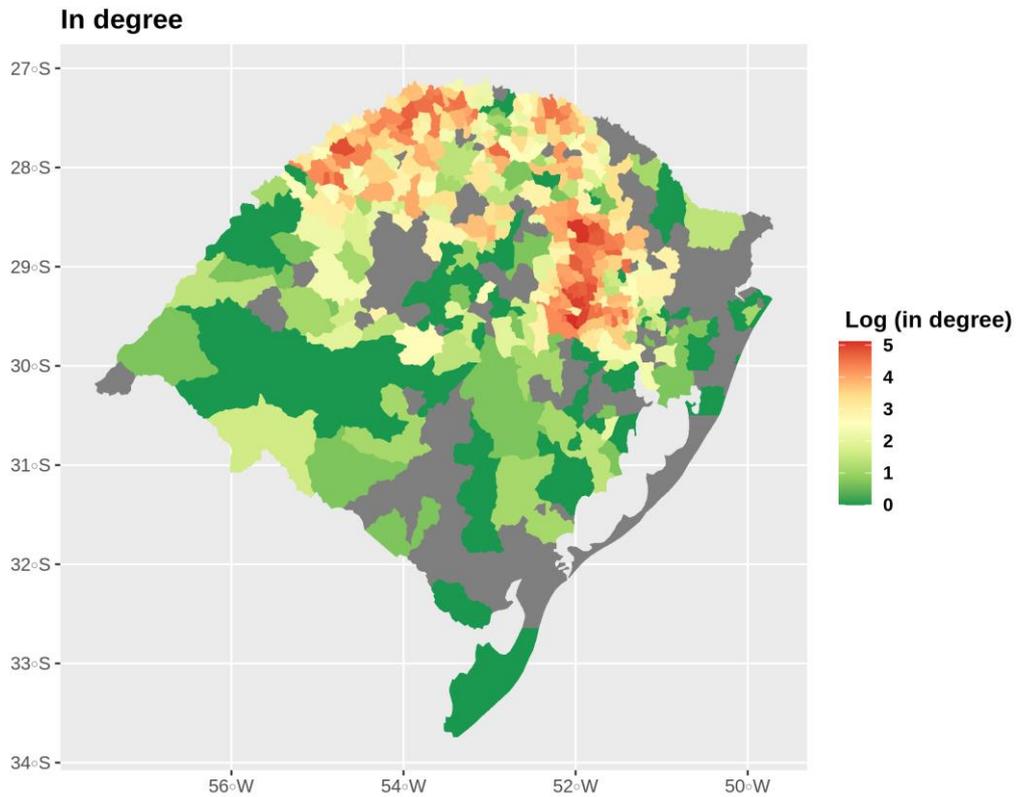


Figura 21: Fluxo de movimentação de entrada de suínos entre os municípios em 2020.

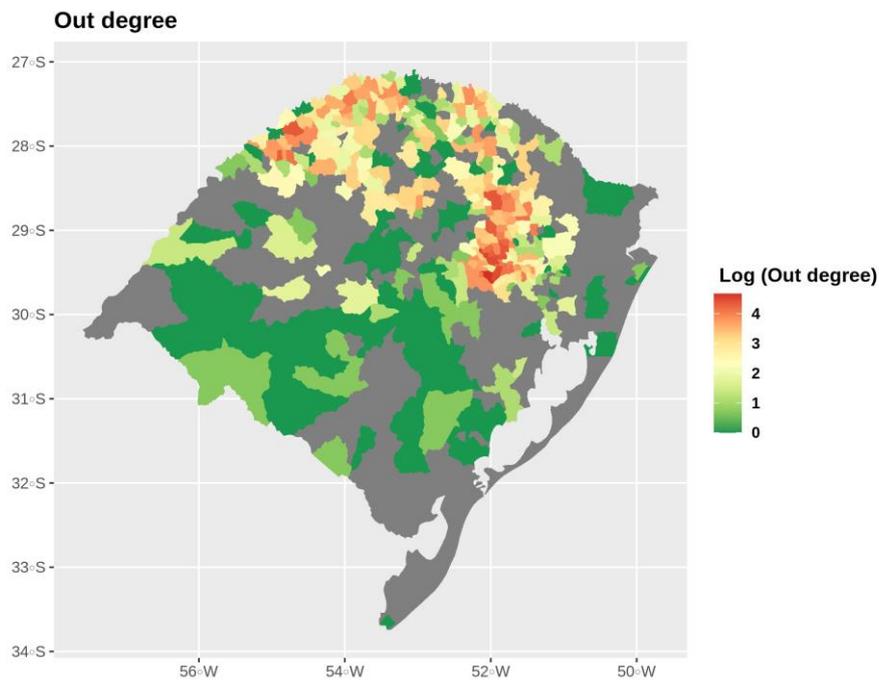


Figura 22: Fluxo de movimentação de saída de suínos entre os municípios em 2020.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

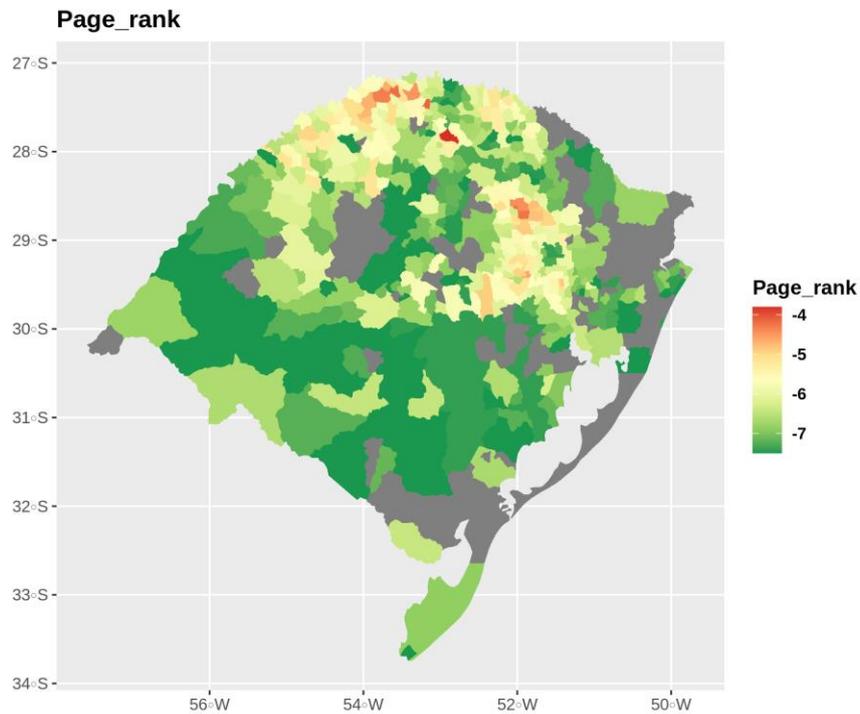


Figura 23: Representação da movimentação de suínos por municípios pelo parâmetro de Page Rank em 2020.

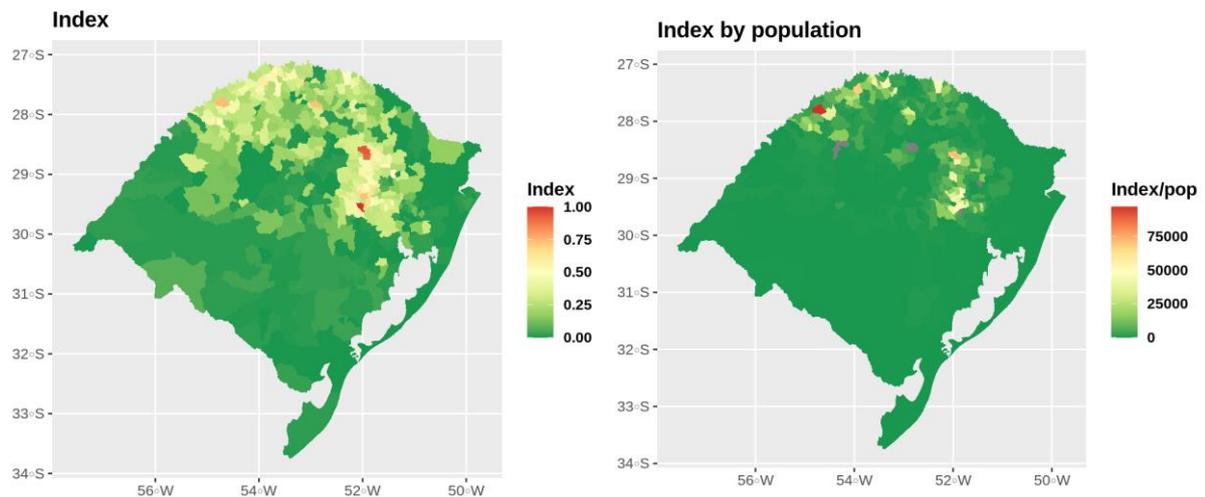


Figura 24: Ilustração do parâmetro de índice para análise da rede de movimentação por município.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL  
DEPARTAMENTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DIVISÃO DE CONTROLE E INFORMAÇÕES SANITÁRIAS

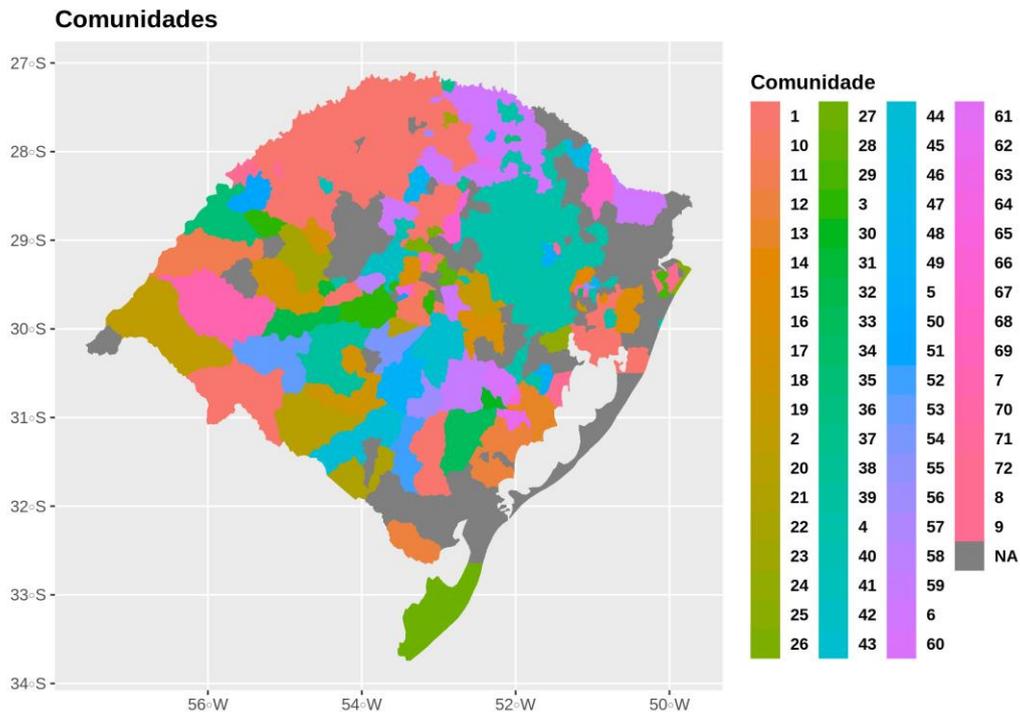


Figura 25: Ilustração das comunidades de movimentação de suínos em 2020.

Pode-se verificar na figura acima um grande número de comunidades em suínos, ainda apresentando um número maior em 2020, com total de 72 enquanto em 2019 eram 58.

Everson Moreira  
Fisc. Est. Agropecuário  
IF.; 2860856 CRMV-RS 6614  
SCTQ/DCIS/DDA/SEAPDR/RS