

# O QUE PRECISAMOS DE INFRAESTRUTURA E O QUANTO ESTAMOS DISTANTES DO IDEAL?

## A CONECTIVIDADE NO TERRITÓRIO NACIONAL



*Carlson Batista de Oliveira, Daniela Naufel Schettino,  
Eduardo Tude, Flávio Gonçalves, José Afonso Cosmo Júnior,  
Rafael Cardoso Reis, Wilson Diniz Wellisch, Yuri Cesar Silva.*

### INTRODUÇÃO

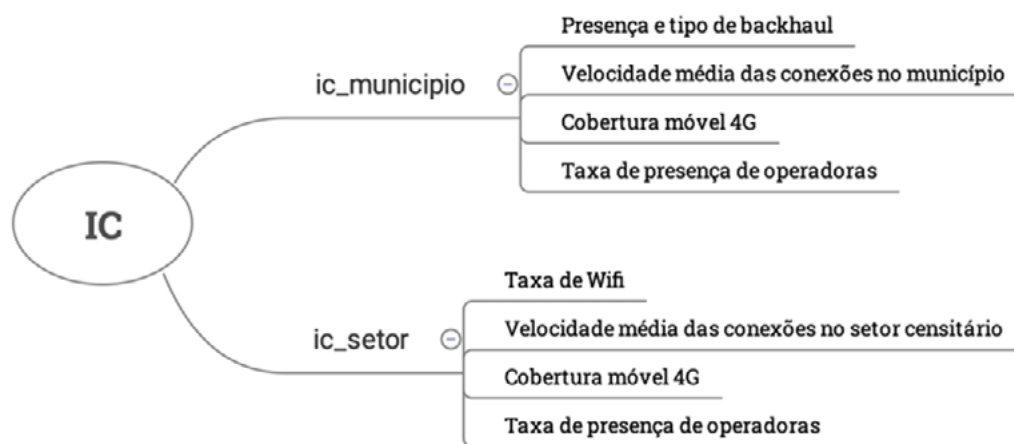
O Mapa Integrado da Conectividade no Território Nacional e seus índices de conectividade são resultados de projeto encomendado pela Secretaria de Telecomunicações do Ministério das Comunicações (SETEL/MCOM) ao Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Consiste no provimento de informação estratégica sobre conectividade em banda larga fixa e prestação de serviços de internet no território nacional, com o objetivo de subsidiar a formulação de política pública para o setor de telecomunicações. O objetivo principal foi responder à pergunta “Onde não existe conectividade no território nacional.” Foram desenvolvidos dois indicadores integrados a partir de variáveis importantes sobre o estado de conectividade em todo o território brasileiro, em duas granularidades principais: o índice de conectividade de municípios ( $ic_{município}$ ) e o índice de conectividade de setores censitários ( $ic_{setor}$ ), no nível de município e no nível de setor censitário<sup>1</sup>, respectivamente.



## OS ÍNDICES DE CONECTIVIDADE

A formulação dos índices de conectividade para municípios e setores censitários foi resultado de um processo de desenvolvimento experimental guiado pela pergunta central estabelecida. Cada um dos índices é composto de variáveis quantitativas, contínuas ou categóricas, que variam entre zero e um (inclusive), e buscam expressar características relevantes da conectividade nos níveis de granularidade territorial, o que é importante para as políticas públicas. A composição de variáveis (métricas e indicadores intermediários) é mostrada na Figura 1.

**Figura 1** Composição dos índices de conectividade



Fonte: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

Foram elencadas, tratadas e calculadas variáveis consideradas no nível municipal como impactantes sob a ótica da infraestrutura municipal de conectividade e utilizadas no cálculo do índice  $ic_{município}$ . A fórmula final do índice de conectividade municipal pode ser vista abaixo, e os pesos selecionados indicam uma atenção especial necessária com a tecnologia do *backhaul* observada. Algumas características relevantes são destacadas a seguir quanto ao índice de conectividade para municípios.

$$ic_{município} = (1/2 * tp_{backhaul}) + (1/6 * tx_{vel}) + (1/6 * tx_{cmovel}) + (1/6 * tx_{presoper})$$

A variável “Presença e tipo de *backhaul*” ( $tp_{backhaul}$ ), peso 50%, representa a presença de *backhaul* no município e sua tecnologia. Trata-se da parte mais importante da distribuição, uma vez que a existência de um *backhaul* de fibra óptica é fator preponderante para oferta de internet de alta velocidade para a população do município. Variável categórica com os seguintes valores: fibra óptica (1), rádio (0,5) e satélite (0,25). Os valores específicos representam uma medida da potencialidade da infraestrutura para ofertar conectividade em banda larga de acordo com cada tecnologia.

A Velocidade Média ( $tx_{vel}$ ), peso 16,667%, representa a média das velocidades das conexões no nível de município. Caracteriza a maturidade da distribuição. A velocidade média (na fórmula,  $tx_{vel}$ ) calculada no município foi transformada em indicador intermediário, usando como referência o percentil 99 de todas as velocidades médias observadas a nível municipal, em especial devido à grande variabilidade identificada no indicador.

A Cobertura Móvel 4G ( $tx_{c_{movel}}$ ), peso 16,667%, mostra o percentual ajustado de área de cobertura do território do município por rede móvel de tecnologia 4G. Avalia a infraestrutura de antenas disponíveis para a tecnologia mais rápida atualmente.

A Taxa de Presença de Operadoras ( $tx_{pres_{oper}}$ ) tem peso 16,667% e representa o nível de competitividade, que significa menores preços e maior qualidade. Um número reduzido de operadoras reduz o resultado do índice. A taxa de presença de operadoras foi representada pela soma das operadoras móveis e fixas verificadas no município, dividida por 20 (valor relativo à base de operadoras observada para 75% dos municípios brasileiros).

Quanto ao índice de conectividade para setores censitários ( $ic_{setor}$ ), as variáveis e pesos trabalhados priorizam informar sobre o acesso da população a serviços de conectividade, especialmente as características da disponibilidade de acesso à internet no setor censitário. A fórmula final do índice é apresentada abaixo.

$$ic_{setor} = (0,25 * tx_{wifl}) + (0,25 * tx_{vel}) + (0,25 * tx_{c_{movel}}) + (0,25 * tx_{pres_{oper}})$$

Algumas características relevantes são destacadas a seguir quanto ao índice de conectividade para setores censitários:

Taxa de Wifi ( $tx_{wifl}$ ), peso 25%. Mede a disponibilidade de acesso à internet por meio do volume detectado de pontos de rede WiFi (roteadores WiFi) por população no setor censitário. Foi calculada dividindo o número de pontos WiFi identificados pela população do setor censitário.

Velocidade Média ( $tx_{vel}$ ), peso 25%. Assim como no caso do município, representa o cálculo de média das velocidades das conexões agora aplicada ao setor censitário. Caracteriza a qualidade e maturidade do acesso. Foi calculada dividindo a velocidade média encontrada para o setor censitário pelo percentil 90 das velocidades médias, considerando todos os setores do país.

Cobertura Móvel 4G ( $tx_{c_{movel}}$ ), peso 25%. Percentual ajustado da área geográfica do setor censitário que está coberto por tecnologia móvel 4G.

Taxa de Presença de Operadoras ( $tx_{pres_{oper}}$ ), peso 25%. Assim como no caso do índice municipal, busca mostrar a competitividade no setor censitário. Foi calculada considerando a soma das operadoras móveis e fixas verificadas no setor censitário, dessa vez dividida por 13, que corresponde ao percentil 90 da distribuição.



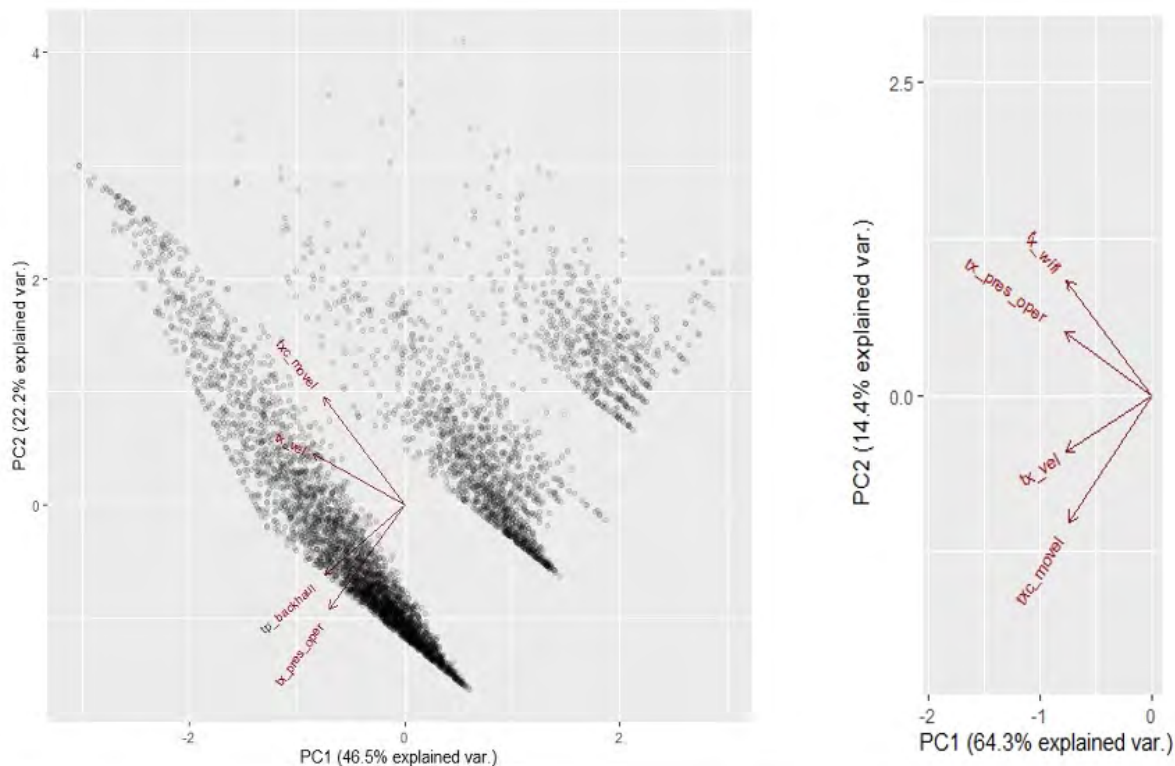


Como a população considerada no caso dos setores censitários é aquela do censo de 2010, um detalhe importante passa a ser como imputar setores censitários com a população não informada pelo IBGE e que, portanto, aparecem com população zero, mas que possuem conectividade (número de pontos WiFi maior que zero). O problema tem em sua base o fato de que, desde o último censo, a dinâmica de ocupação do território se alterou, e novas áreas foram ocupadas de maneira residencial permanente. Para setores sem população, mas com maior índice de conectividade (número de pontos de WiFi maior que 10), foi considerada a média da população dos outros setores censitários do mesmo município.

## CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS

Para auxiliar o entendimento em termos de consistência dos índices abordados, foi utilizada a análise de componentes principais (ACP<sup>3</sup>) com objetivo de avaliar a qualidade dos índices em termos de sua constituição dos indicadores intermediários.

**Figura 3** Bi-plot dos indicadores intermediários componentes dos índices de conectividades municipal (esquerda) e de setor censitário (direita), considerando as duas primeiras componentes principais

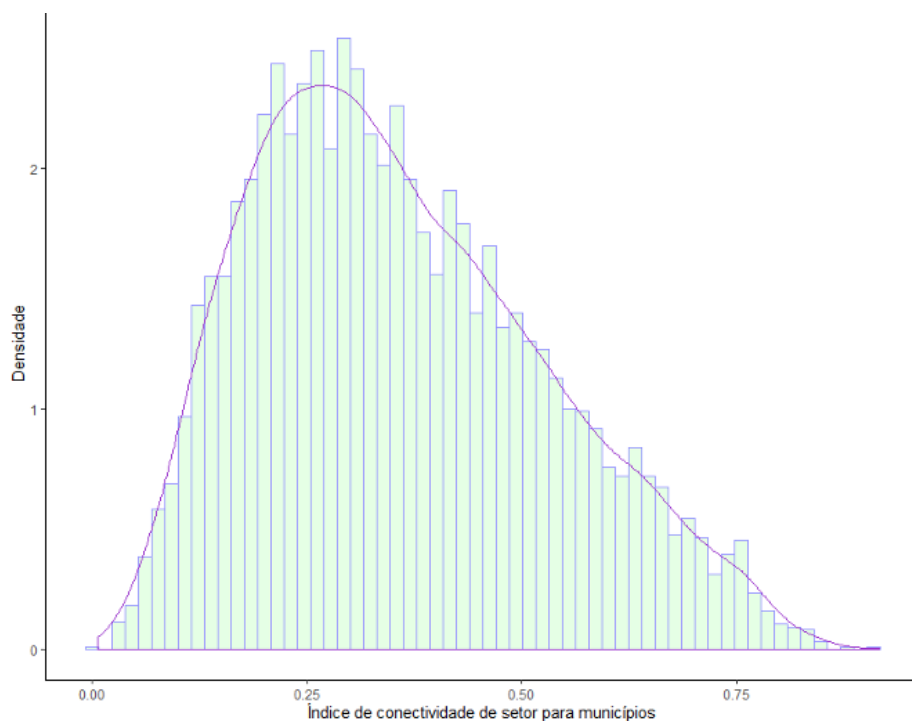


. Fonte: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE <sup>45</sup>

Na Figura 3 são apresentados bi-plots (considerando as duas primeiras componentes principais da massa de dados), representando aproximadamente 69% e 78% da variabilidade original de cada um dos componentes, os indicadores intermediários dos índices municipal e por setor censitário, respectivamente.

Quanto mais para a “direita” do gráfico (onde se observam as modas menores, anteriormente vistas na Figura 2), pior o desempenho esperado do município no IC final e, por isso, os vetores apontam para a “esquerda”. Os vetores das variáveis indicam uma relação interessante entre as variáveis selecionadas, nenhuma das quais aparenta alto grau de repetição ou contraposição entre si. A princípio, a escolha parece adequada e equilibrada para formulação de um indicador composto, tanto pelo comportamento dos dados quanto pela característica de proporcionar diferenciação entre situações mais e menos favoráveis de infraestrutura de conectividade.

**Figura 4** Gráfico de densidade para o índice de conectividade do setor censitário ajustado para o nível municipal



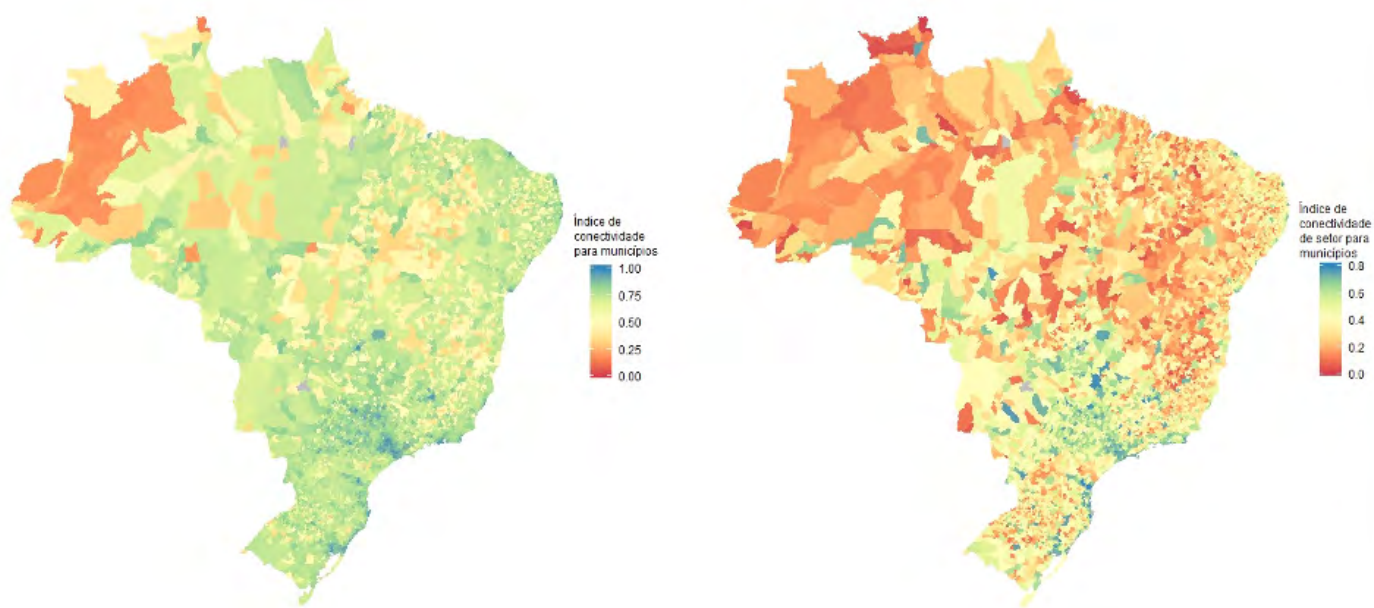
Fonte: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE

Utilizando o índice de conectividade dos setores, foi feita uma média ponderada com a população do setor para trazer o índice de conectividade para o nível municipal (Figura 4). Observou-se valores mais achatados em uma curva que possui moda única, próxima ao valor 0,25, com uma correlação de aproximadamente de 0,7 com o índice de conectividade para municípios original.

**Como um indicador visa medir a infraestrutura e o outro o acesso, a relação entre eles indica que a boa infraestrutura, ainda que melhore a qualidade do acesso, não garante que essa se dará em bom nível e de maneira homogênea nos setores censitários de um município, considerando a distribuição populacional interna. É fato, contudo, que quanto mais desfavorável a infraestrutura, mais agravada tende a ficar a questão do acesso à conectividade pela população (Figura 5).**

Mais uma vez, a análise aponta que a escolha dos indicadores intermediários parece adequada e equilibrada para formulação de um indicador composto, em especial pela diferenciação proporcionada entre as condições mais e menos favoráveis em termos de acesso da população no nível de setor censitário.

**Figura 5** Cartograma dos índices de conectividade aplicados para municípios (esquerda) e setores censitários municipalizados (direita)



Fonte: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos índices mostra que eles cobrem aspectos relevantes da conectividade em todo o território nacional. Além disso, resumem a informação pertinente a dimensões importantes na análise do cenário para o gestor público: **ic<sub>município</sub>** caracteriza a “infraestrutura” ou “distribuição” da conectividade, foco no município; e **ic<sub>setor</sub>** caracteriza a disponibilidade ou acesso à internet, foco no setor censitário. Em ambos os casos, o índice aponta onde investir e qual a distância para uma situação desejada.

O Ministério das Comunicações tem feito uso desses indicadores como insumo de informação para tomada de decisões e promoção de políticas públicas. Além disso, a natureza e as possibilidades de uso da informação provida pelo Mapa Integrado foram percebidas por outros entes de governo, provocando solicitações de outros Ministérios (Educação, Saúde, Turismo) e do Congresso Nacional para informar sobre o estado de conectividade em municípios, setores censitários e até proximidade de equipamentos públicos, como, por exemplo, escolas e Unidades Básicas de Saúde.



## **Carlson Batista de Oliveira**

Coordenador de TIC e líder de projeto no CGEE. Graduado em Processamento de Dados pela Universidade de Brasília (UNB), engenheiro de software e mestre em Gestão de TI pela Universidade Católica de Brasília (UCB) e doutor em Ciência da Informação pela UNB.

## **Daniela Naufel Schettino**

Graduação em Engenharia Elétrica, mestrado e doutorado em Engenharia de Telecomunicações, todos pela UFMG. Especialista em Regulação da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) desde 2007, vem atuando na Secretaria de Telecomunicações do Ministério das Comunicações desde 2019, estando atualmente à frente da Coordenação-Geral de Projetos de Infraestruturas para Telecomunicações do Ministério das Comunicações.

## **Eduardo Tude**

Presidente e sócio da empresa de consultoria Teleco Inteligência em Telecomunicações, atua desde 2002 como analista do mercado de Telecom, coordenando projetos de consultoria, publicando artigos semanais, preparando relatórios setoriais e apresentando workshops. Engenheiro de Telecom (IME 78) e Mestre em Telecom (INPE 81) é membro da Comissão julgadora do Global Mobile Awards do Mobile World Congress em Barcelona e atuou como professor especialista visitante da Unicamp (2013).

## **Flávio Gonçalves**

Diretor Geral do grupo V.Office, formado em Engenharia pela Universidade Federal de Santa Catarina, com certificações Novell Master CNI/CNE, Microsoft Systems Engineer, Cisco CCNP, CCSP, CCDP e Digium Asterisk dCAP. Autor dos livros Configuration Guide for Asterisk, Building Telephony Systems for OpenSER, e Building Telephony Systems for OpenSIPS.

### **José Afonso Cosmo Júnior**

Especialista em regulação da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), engenheiro eletricitista pela Universidade Federal de Goiás (UFG) e bacharel em Direito pela Universidade Católica de Brasília (UCB), mestre em engenharia elétrica pelo Centro de Estudos em Telecomunicações (Cetuc), da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Foi gerente regional em duas unidades descentralizadas da Anatel e liderou em diversas missões da administração brasileira na União Internacional de Telecomunicações (UIT). Foi secretário de Telecomunicações do Ministério das Comunicações (MCom).

### **Eduardo Tude**

Coordenador de Estudos e Sistemas do Ministério Comunicações, responsável pelos relatórios BI e dados referentes aos programas e políticas públicas da Secretaria de Telecomunicações. Graduação em Processamento de Dados-UNEB-DF. Pós Graduação em Ciência de Dados – IESB-DF. Colaborou no Governo do Distrito Federal, na Companhia de Desenvolvimento Habitacional – CODHAB (Secretaria de Habitação), e coordenação de equipe de infraestrutura e na Gestão de Segurança da Informação, no período de 2008 a 2012.

### **Wilson Diniz Wellisch**

Superintendente de Fiscalização – Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel). Engenheiro e mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade de Brasília (UnB), é servidor de carreira da Anatel onde atuou na Superintendência de Serviços Privados, foi assessor da Gerência de Controle de Obrigações de Universalização e Ampliação do Acesso e Superintendente de Outorga e Recursos à Prestação Substituto. Cedido ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações em 2019, atuou como Diretor do Departamento de Inclusão Digital, Secretário de Telecomunicação Substituto e Secretário de Radiodifusão. Foi Diretor do Departamento de Projetos de Infraestrutura de Telecomunicações e Banda Larga do Ministério das Comunicações até março de 2021.

### **Yuri Cesar Silva**

Graduado em estatística pela Universidade de Brasília (UnB), possui experiências tanto no setor público, quanto no setor privado em projetos correlacionados com aprendizado de máquina, estatística e tecnologia da informação. Desde 2019 atua no Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) como colaborador dos projetos da área de gestão de dados do centro e do Observatório de Inovações para Cidades Sustentáveis (OICS).

## NOTAS E REFERÊNCIAS

- 1 No projeto, foi utilizada a malha de setores censitários 2010, que apresenta as seguintes unidades territoriais: Municípios, Distritos, Subdistritos e Setores Censitários. As bases cartográficas utilizam como referência geodésica e cartográfica o Sistema Geográfico – Sistema de Coordenadas Lat / Long e o Sistema Geodésico – SIRGAS2000. ([ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_de\\_setores\\_censitarios\\_\\_divisoes\\_intramunicipais/censo\\_2010/](ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_de_setores_censitarios__divisoes_intramunicipais/censo_2010/)).
- 2 Densidade: quantidade de municípios que obtiveram valores de IC dentro do intervalo definido nos intervalos.
- 3 [https://pt.wikipedia.org/wiki/Análise\\_de\\_componentes\\_principais](https://pt.wikipedia.org/wiki/Análise_de_componentes_principais)
- 4 É importante ressaltar que as setas dos indicadores não têm menção de indicar diretamente a distribuição e posicionamento de dados, mas, sim, e principalmente, seus respectivos comportamentos quanto às componentes principais analisadas.
- 5 No caso do icsetor plotar aproximadamente 300.000 pontos seria detrimental ao gráfico, nenhum padrão seria facilmente observável com tantos pontos em um reduzido espaço de variação; assim, foram omitidos.