

Proposta de melhoria na localização de instalações para múltiplos polos geradores de viagem em uma instituição de ensino tecnológico catarinense

Rafael Vieira Mathias (UFSC) rafaelvmathias@gmail.com
Leonardo Varella (UFSC) leonardo.varella@gmail.com
Mirian Buss Gonçalves (UFSC) mirianbuss@gmail.com

Resumo:

Os serviços básicos fornecidos a população por meio de iniciativas governamentais ou suas “parceiras” na educação, saneamento básico, segurança, saúde tem sofrido maiores exigências por parte de seus usuários, desta forma novas demandas surgiram causando congestionamento no atendimento destes serviços. Modelos de localização são comumente empregados na localização de novos centros de distribuição, estações de metrô, fábricas, hospitais, etc., obtendo um papel primordial no processo de tomada de decisão em vários problemas reais. Neste sentido o objetivo desta pesquisa é propor uma metodologia de alocação dos orientadores minimizando o tempo de viagem para o atendimento das regiões AMREC (Associação dos Municípios da Região Carbonífera) e AMESC (Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense), através de estudos sobre o problema de localização de unidades de ensino, conhecidos também como polos geradores. Após identificar as necessidades da unidade responsável pela oferta de cursos para as duas regiões cobertas pela unidade de Criciúma/SC, os dados coletados e tratados nesta pesquisa são correspondentes ao tempo e distancia de viagem dos orientadores (docentes) da instituição de ensino. Buscou-se através da análise dos dados verificar o impacto do acréscimo de um ou mais novos polos geradores ale do já existente em Criciúma/SC. Os resultados obtidos permitiram a indicação de desempenho sobre alocação dos orientadores que serão apresentados.

Palavras chave: Modelos de localização, Metodologia de alocação, Atendimento de regiões, Alocação de orientadores.

Proposal to improve the situation of multiple generators facilities poles shooting at an institution of technological education of Santa Catarina

Abstract

This paper aims to propose a guiding allocation methodology to minimize travel time to meet the regions AMREC (Association of Municipalities of the Coal Region) and AMESC (Association of Municipalities of the Extreme South of Santa Catarina), through a location problem setting of teaching units. We have applied the set covering problem and identified 2 other possible locations that can help reduce the travel time up to 30%. We analyzed the data to verify the impacts of such changes - the results allowed the performance indication of allocation of advisors.

Key-words: Location models, The allocation methodology, Service regions, The allocation guide.

1. Introdução

Os serviços básicos fornecidos a população por meio de iniciativas governamentais ou suas “parceiras” na educação, saneamento básico, segurança, saúde tem sofrido maiores exigências por parte de seus usuários, desta forma novas demandas surgiram causando congestionamento no atendimento destes serviços. O Governo Federal em 2011 criou o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC) com o objetivo de expandir e democratizar a oferta de ensino profissional através das Redes Federais de Educação Profissional e os Serviços Nacionais de Aprendizagem (SENAI, SENAC, SENAT e SESC) que organizam e executam cursos gratuitos tanto em cidades metropolitanas quanto as que se localizam no interior do país sem a presença fixa destas instituições de ensino. Para que essas instituições possam executar os cursos conforme sua metodologia e cronograma se faz necessário a alocação de docentes que se deslocam para essas cidades que não possuem uma unidade das instituições de ensino.

Neste sentido o objetivo desta pesquisa é propor uma metodologia de alocação dos orientadores minimizando o tempo de viagem para o atendimento das regiões AMREC (Associação dos Municípios da Região Carbonífera) e AMESC (Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense), através de estudos sobre o problema de localização de unidades de ensino, conhecidos também como polos geradores. A Faculdade de Tecnologia SENAC de Criciúma/SC é uma das instituições que atua juntamente com o PRONATEC ofertando cursos profissionais em todo extremo sul de Santa Catarina, que se subdivide nas regiões denominadas AMREC (Associação dos Municípios da Região Carvoeira) e AMESC (Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense). O foco da instituição com o programa é obter vantagem econômica e status de excelência educacional buscando o melhor planejamento das turmas nos municípios das regiões. A metodologia atual para alocação dos orientadores, parte da necessidade de completar o quadro das disciplinas que serão lecionadas nas turmas sancionadas nos municípios buscando em primeiro momento os orientadores que possuem seu local de residência próximo aos municípios da turma em questão, após isto se completa o quadro com os outros orientadores. Esta forma de alocação é ineficiente uma vez que não segue padrões que assegurem sua eficácia podendo ocorrer choques no cronograma e distancias extensas percorridas pelos orientadores em um curto espaço de tempo.

Neste contexto o objetivo deste artigo é propor uma metodologia de alocação dos orientadores minimizando o tempo de viagem para o atendimento destas regiões através de estudos sobre o problema de localização de unidades de ensino, tratados nesta pesquisa como polos geradores.

2. Referencial teórico

2.1 Problemas de Localização de unidades

Para Gomes et al. (2002), “tomar decisões complexas é, de modo geral, uma das mais difíceis tarefas enfrentadas individualmente ou por grupos de indivíduos, pois quase sempre tais decisões devem ser corretamente identificadas”. Lima (1996) afirma que, historicamente, Alfred Weber foi quem iniciou estudos sobre problemas de localização, analisando a localização de uma indústria com o objetivo de minimizar custos de transporte em relação a duas fontes de matéria prima e um mercado consumidor. O interesse em estudar os problemas de localização teve um crescimento acentuado a partir da década de 60, quando foram definidos os primeiros modelos matemáticos nessa área (GALVÃO et al., 1999).

Os modelos de localização são comumente empregados na localização de novos centros de distribuição, estações de metrô, fábricas, hospitais, etc., obtendo um papel primordial no processo de tomada de decisão em vários problemas reais (REVELLE et al., 2008; NOVAES et al., 2009). Lorena (2001) cita exemplos de aplicações em setores públicos relacionadas a

problemas de localização, como a localização de escolas, de postos de saúde, de corpo de bombeiros, de ambulâncias, de viaturas policiais, de pontos de ônibus, entre outros; no setor privado, as aplicações envolvem fábricas, depósitos, torres de transmissão, lojas de franquias, etc.

2.2 Problema das p-medianas

O problema das p-medianas de forma geral determina a localização em uma rede de p facilidades (medianas) de um conjunto pré-definido n ($n > p$) minimizando-se a soma de todas as distancias de cada ponto de demanda à sua mediana mais próxima. Para o problema das p-medianas foram desenvolvidos métodos heurísticos e métodos que exploram uma busca em árvore (MARANZANA, 1964), (TEITZ e BART, 1968), branch-and-bound (JÄRVINEN et al., 1972), a heurística simulated annealing (CHIYOSHI e GALVÃO, 2000), técnicas baseadas em relaxação lagrangeana e otimização de sub-gradientes (BEASLEY e CHIYOSHI, 1993) e heurística lagrangeana/surrogate (LORENA, 2001).

O problema de p-medianas é indicado para encontrar a localização de p-instalações de modo a minimizar a distância total ponderada entre os locais de demandas e as instalações. Sejam $N = \{1, \dots, n\}$ o conjunto de pontos de demanda; $i \in N$ um determinado cliente ou vértice; $j \in N$ uma instalação em potencial ou mediana; p o número de instalações de serviço ou medianas a serem localizadas; h_i o peso ou importância do cliente i ; $[d_{ij}]_{n \times n}$ a matriz simétrica de distância de cada cliente i à instalação j , com $d_{ii} = 0$, $\forall i$. $[Y_{ij}]_{n \times n}$ a matriz de alocação de cada cliente i ; onde:

$$X_j = \begin{cases} 1 & \text{indica que } j \text{ é uma mediana} \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$
$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{indica que } j \text{ é uma mediana} \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Pizzolato, Raupp e Alzamora (2012) descrevem outras variantes mais conhecidas do modelo de p-mediana conforme abaixo:

- Modelo p-mediana com custos fixos difere do problema original quando adicionado na função objetivo o custo fixo f_j de cada instalação j ;
- Problema p-mediana capacitado, considera que cada instalação j possui uma capacidade Q_j máxima de atendimento da demanda;
- Problema de localiza de uma planta simples;
- Problema de localização com cobertura completa conhecido na literatura internacional como “the set covering location model” (SCLM);
- Problema de localização com cobertura máxima, em inglês, “the maximal covering location problem” (MCLP);
- Localização de hubs representa um ponto de concentração que consolida a demanda e favorece o transporte subsequente;
- Localização hierárquica existentes em níveis diferentes de serviço a serem atendidos;
- Problema de p-centro com o objetivo de minimizar a distância máxima entre clientes e um número fixo de instalações de serviços a serem determinadas;
- Diagrama de Voronoi trata-se de um tipo especial de partição do espaço métrico determinado pelas distancias euclidianas de um conjunto de pontos específicos no espaço.

3. Metodologia e aplicação

Este trabalho é tido como um Estudo de Caso, de cunho descritivo, embasado em dados obtidos através própria instituição e coletados pelos pesquisadores. Foram identificadas necessidades na alocação de novas instalações para a instituição de ensino analisada neste estudo, localizada no Estado de Santa Catarina, em duas regiões de atuação, ambas localizadas ao sul do Estado. Portanto, os dados coletados e tratados nesta pesquisa são correspondentes aos tempos de viagem dos orientadores (docentes) da instituição de ensino objeto de estudo até os municípios das regiões AMREC e AMESC – pertencentes ao Estado de Santa Catarina, tendo como ponto de partida os polos geradores de viagem (as instituições de ensino) até os municípios onde possuem turmas do PRONATEC (destinos finais). As Figura 1 contempla visualmente a disposição geográfica das regiões estudadas.

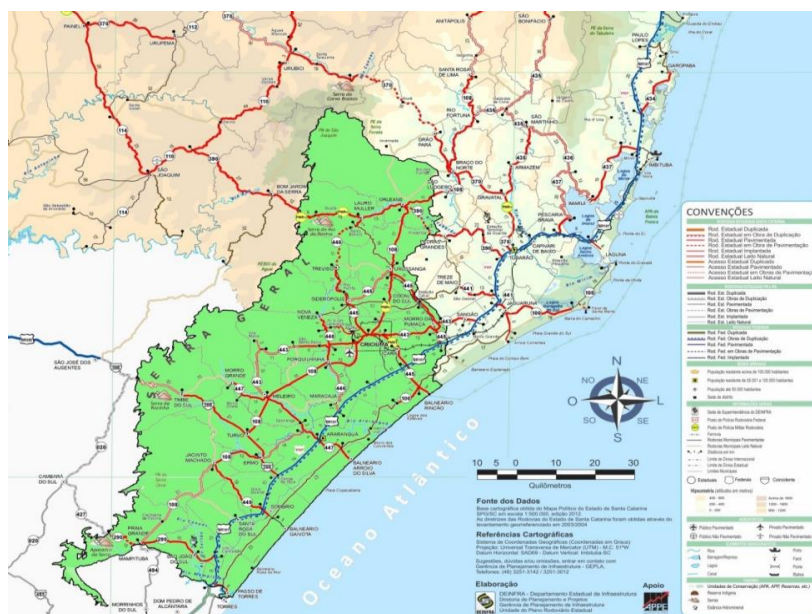


Figura 1 – Mapa das Regiões Analisadas
Fonte: DEINFRA (2013)

A utilização dos tempos de viagem entre os municípios ao invés da distância visa atender a realidade dos docentes da organização, visto que as estradas possuem características diferentes (número de vias de circulação; nível de sinuosidade; trechos urbanos; condições de tráfego; etc.) que alteram a velocidade média de tráfego dos veículos. Outro aspecto a ser observado é o entendimento e mensuração do ganho para evidencição durante apresentação ao grupo tomador de decisão. Também foram consideradas restrições no tempo de viagem em relação aos os períodos de aula que se subdividem em vespertino (primeiro turno) e noturno (segundo turno); esta restrição considera o deslocamento do docente entre municípios para lecionar no período vespertino, visto que posteriormente – dada sua necessidade de cumprir as jornadas de trabalho – terá que se deslocar para outro município onde lecionará noturno. Logo, para o primeiro turno é relacionada uma restrição de tempo máximo de percurso de 60 minutos; para o período noturno o tempo máximo de 45 minutos. Outra restrição é a atribuição de pesos ponderados relacionados à população dos municípios que irão servir de polo – quão maior a população, menor a probabilidade de deslocamento regional – logo, há preferência por cidades com maior volume populacional.

Para análise, foram geradas matrizes-distância de tempo com para tratamento dos tempos de viagem e tempos ponderados (tempo X peso) do polo gerador atual aos outros municípios

onde a instituição tem atuação. Em primeiro momento considerou-se o ponto de partida o município de Criciúma/SC – este atualmente o único polo gerador de viagens em atuação – em que a instituição em questão pretende manter como seu principal polo gerador de viagens regional, abrangendo os demais municípios das regiões AMREC e AMESC e estuda analisar o impacto da adição de um ou dois novos polos. Modelando inicialmente para apenas um polo gerador, é possível obter uma dimensão da situação atual, dos problemas que alocações indevidas causarão a fim de condicionar um indicador a instituição, para atendimento e cobertura de professores nos municípios. Modelando-se para os cenários prospectados sugeridos obtêm-se fatores de impacto, alocação e disposição financeira para alocação de unidades de ensino e alojamento aos docentes.

Busca-se neste trabalho, portanto, verificar o impacto do acréscimo de um ou mais novos polos geradores, ou seja, a adição de uma nova unidade da instituição do município com professores que possam se deslocar a partir dela para atender demais municípios e cobrir as regiões. Conforme projeto da instituição, o interesse de uma nova unidade atualmente é em Araranguá/SC, mas para esta pesquisa foram considerados todos os municípios das regiões AMREC e AMESC como possíveis polos geradores, trabalhando em conjunto com a unidade já existente (Criciúma/SC). Através da matriz de distancias, atribuindo pesos para cada município e considerando o modelo de p-medianas para localização de novos polos geradores, buscou-se obter um menor tempo de viagem para atendimento, cobertura e possível redução no número de viagens, que atualmente concentra-se em apenas uma unidade. Para as novas configurações de atendimento dos polos geradores aos municípios das regiões AMESC e AMREC, teve-se o auxílio da ferramenta Microsoft Excel na estruturação das matrizes de distância e da ferramenta online de mapas Google Maps na confecção das matrizes de distâncias e na centralização e localização dos novos polos geradores e adequação ao modelo de p-medianas.

3.1 Definição de Regiões e Polos Geradores de Viagem

Atualmente toda assistência das regiões AMREC e AMESC tem como polo gerador o município de Criciúma/SC. Desta forma, se considera que este seja o ponto de partida para ambos os turnos é para o traslado dos orientadores. Como mostrado na Figura 2.

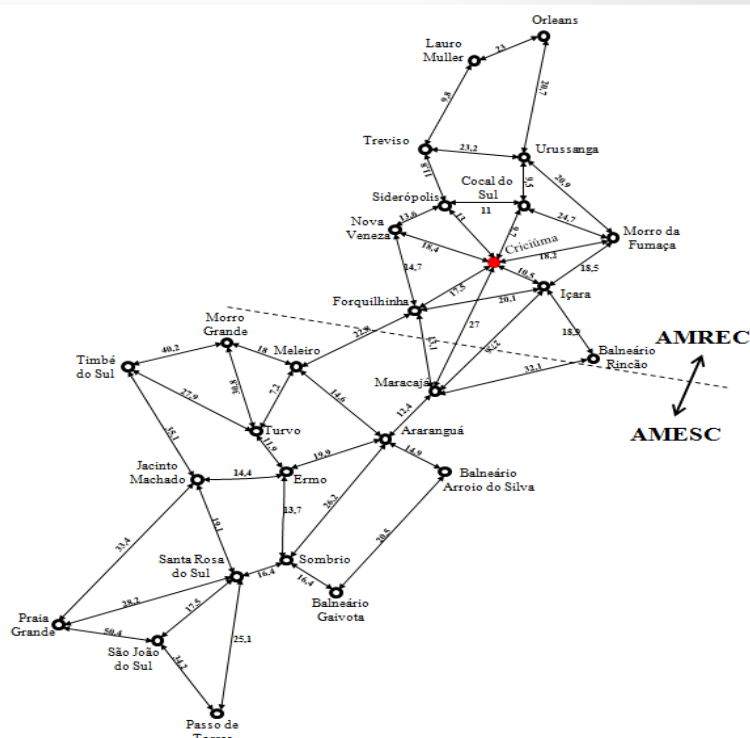


Figura 2 – Distância entre os municípios e a cobertura do atual polo gerador

A Figura 2 apresenta a cobertura total da instituição (destaque em vermelho), com delimitação territorial entre as duas regiões AMREC e AMESC e utilizadas das principais rotas de deslocamento entre os municípios. A instituição atua em 12 municípios da região AMREC incluindo o de sua própria sede, e 15 municípios da região AMESC. Pelo fato de que a região AMESC possuir o maior número de municípios, as distâncias para se chegar a esses municípios também são maiores referentes ao polo gerador. A Tabela 1 mostra os tempos de viagem com o polo gerador centrado na unidade atual – Criciúma/SC.

Região	Município	População	Peso Atribuído	Tempo de Viagem	Tempo Ponderado
AMREC	ORLEANS	22311	0,03665	43	14,457
	LAUTO MULLER	14919	0,02451	66	22,190
	URUSSANGA	20915	0,03436	24	8,069
	TREVISO	3746	0,00615	26	8,741
	SIDERÓPOLIS	13593	0,02233	16	5,379
	COCAL DO SUL	16009	0,0263	16	5,379
	MORRO DA FUMAÇA	17052	0,02801	29	9,750
	NOVA VENEZA	14285	0,02347	27	9,078
	FORQUILHINHA	24964	0,04056	28	9,414
	IÇARA	52284	0,08589	18	6,052
	BALNEÁRIO RINCÃO	11824	0,01942	41	13,784
AMESC	MARACAJÁ	6873	0,01129	35	11,767
	ARARANGUÁ	65090	0,10692	45	15,129
	MORRO GRANDE	2925	0,0048	69	23,198
	MELEIRO	7076	0,01162	50	16,810
	TURVO	12452	0,02045	55	18,491
	TIMBÉ DO SUL	5385	0,00885	76	25,552
	ERMO	2079	0,00342	54	18,155

	JACINTO MACHADO	10642	0,01748	67	22,526
	BALNEÁRIO ARROIO DO SILVA	11248	0,01848	62	20,845
	SANTA ROSA DO SUL	8285	0,01361	68	22,862
	SOMBRIO	28589	0,04696	61	20,509
	BALNEÁRIO GAIVOTA	9551	0,01569	66	22,190
	PRAIA GRANDE	7374	0,01211	87	29,250
	SÃO JOÃO DO SUL	7205	0,01184	71	23,871
	PASSO DE TORRES	7681	0,01262	81	27,233

Fonte: do Autor (2016)

Tabela 1 – Tempo de viagem com partida do polo gerador

A Tabela 1 mostra os dados com relação a população de cada município, o peso atribuído e os tempos de viagem partindo do polo gerador atual (Criciúma/SC). O cálculo para terminação do peso para cada município foi o resultado da divisão do volume populacional do município com a soma da população total das regiões AMREC e AMESC. Diante das restrições sobre o tempo de viagem para o primeiro turno, o polo não atende em 11 municípios, um localizado na região AMREC e 10 na região AMESC. Para o segundo turno o polo atual cobre todas as duas regiões.

4. Resultados

Nesta seção são apresentados os dados e resultados da pesquisa realizada conforme a situação atual e projeções para aperfeiçoamento do processo de tomada de decisão sobre a alocação dos orientadores da instituição de ensino em novas instalações.

4.1 Adição de um Segundo Polo Gerador

Segundo informação da própria instituição, existe um projeto para adicionar uma nova unidade em Araranguá/SC, com base nesta informação definindo como novo polo gerador para distribuição da demanda buscando maior eficiência quanto o atendimento as regiões estudadas. Buscou-se, portanto, verificar esta situação, criando um novo polo gerador em Araranguá/SC e verificando o impacto da inclusão nos tempos de viagem das demais cidades, como pode ser visto na Tabela 2.

Polo Gerador / Municípios	Criciúma		Araranguá	
	Tempo de Viagem	Tempo Ponderado	Tempo de Viagem	Tempo Ponderado
ORLEANS	43	14,45688	82	8,767712
LAURO MULLER	66	22,18962	104	11,12003
URUSSANGA	24	8,068954	63	6,736169
TREVISÓ	26	8,741367	61	6,522323
SIDERÓPOLIS	16	5,379303	51	5,453089
COCAL DO SUL	16	5,379303	55	5,880783
MORRO DA FUMAÇA	29	9,749986	42	4,49078
NOVA VENEZA	27	9,077573	54	5,773859
FORQUILHINHA	28	23,19824	34	3,635393
IÇARA	18	9,41378	37	3,956163
BALNEÁRIO RINCÃO	41	6,051715	43	4,597703
MARACAJÁ	35	13,78446	16	1,710773
MORRO GRANDE	69	23,19824	40	4,276933
MELEIRO	50	16,81032	14	1,496927
TURVO	55	18,49135	27	8,88693
TIMBÉ DO SUL	76	25,55169	48	5,132319
ERMO	54	18,15515	22	2,352313
JACINTO MACHADO	67	22,5283	35	3,742316

BALNEÁRIO ARROIO DO SILVA	62	20,8448	31	3,314623
SANTA ROSA DO SUL	68	22,86204	36	3,84924
SOMBRIÓ	61	20,50859	29	3,100776
BALNEÁRIO GAIVOTA	66	22,18962	34	3,635393
PRAIA GRANDE	87	29,24996	56	5,987706
SÃO JOÃO DO SUL	71	23,87066	40	4,276933
PASSO DE TORRES	81	27,23272	49	5,239243

Fonte: dos Autores (2016)

Tabela 2 – Adição de um novo polo gerador

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos sobre a adoção de um novo polo gerador em Araranguá/SC. É possível verificar em alguns casos uma redução de cerca de 40% do tempo total entre os polos e os municípios a serem atendidos. Na Figura 3 é apresentada a distribuição entre os dois polos, sobre a demanda das regiões com relação aos municípios.

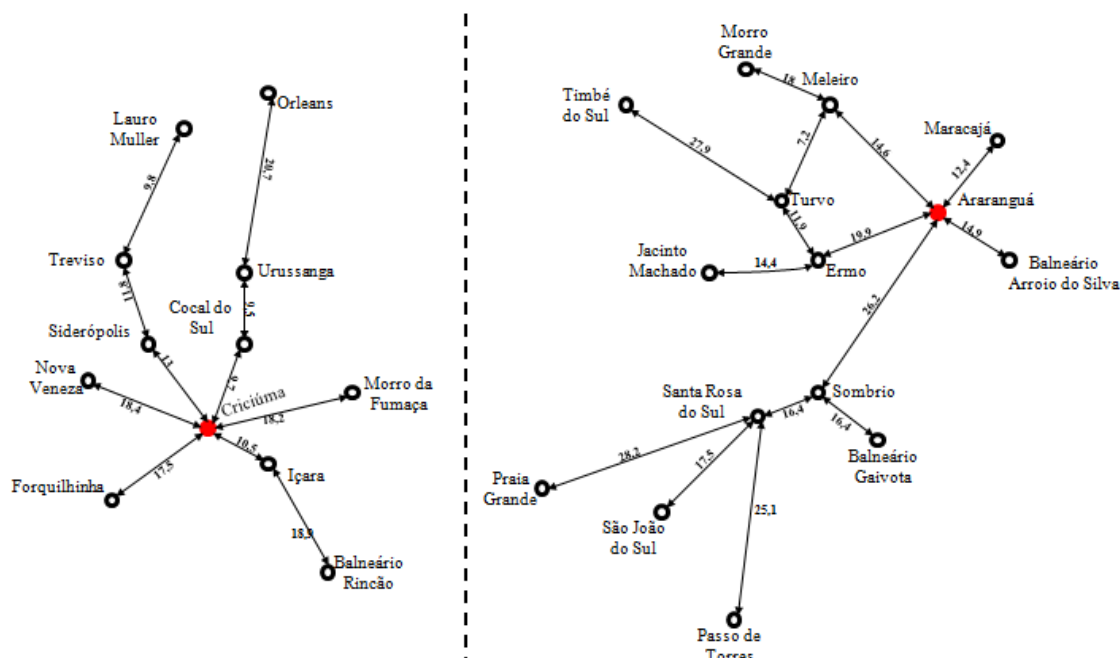


Figura 3 – Distribuição dos municípios entre os dois polos geradores

Destaca-se que a alocação se encontra condizente com a própria distribuição das regiões AMREC e AMESC. Conforme a restrição de tempo para os turnos propostos, o primeiro polo gerador (Criciúma) não atenderia o município de Lauro Muller tanto nos dois turnos. Já o segundo polo gerador (Araranguá) alocaria em todos os municípios no primeiro turno, porém, no segundo não seria alocada nos municípios de Timbê do Sul, Praia Grande e Passo de Torres. No entanto o município de Lauro Müller seria atendido pelo primeiro polo gerador por existir a demanda para os cursos da instituição e por possuir o menor tempo de viagem entre os dois polos geradores.

4.2 Adição De Um Terceiro Polo Gerador Extra

Com o intuito de busca novas possibilidades, buscou-se um novo polo gerador na possibilidade de se instalar uma nova unidade com o foco de otimizar o tempo de viagem com relação a alocação dos orientadores, cobrindo toda a região com o menor tempo. A Tabela 3 apresenta os resultados sobre a inclusão de um terceiro polo gerador, assim como o tempo de viagem.

Polo Gerador / Municípios	Criciúma		Araranguá		Orleans	
	Tempo de Viagem	Tempo Ponderado	Tempo de Viagem	Tempo Ponderado	Tempo de Viagem	Tempo Ponderado
LAURO MULLER	66	22,18962	104	11,12003	27	0,989557
URUSSANGA	24	8,068954	63	6,736169	21	0,769656
TREVISÓ	26	8,741367	61	6,522323	50	1,832514
SIDERÓPOLIS	16	5,379303	51	5,453089	57	2,089066
COCAL DO SUL	16	5,379303	55	5,880783	29	1,062858
MORRO DA FUMAÇA	29	9,749986	42	4,49078	43	1,575962
NOVA VENEZA	27	9,077573	54	5,773859	69	2,528869
FORQUILHINHA	28	23,19824	34	3,635393	67	2,455568
IÇARA	18	9,41378	37	3,956163	50	1,832514
BALNEÁRIO RINCÃO	41	6,051715	43	4,597703	72	2,63882
MARACAJÁ	35	13,78446	16	1,710773	70	2,565519
MORRO GRANDE	69	23,19824	40	4,276933	108	3,958229
MELEIRO	50	16,81032	14	1,496927	89	3,261874
TURVO	55	18,49135	27	8,88693	91	3,335175
TIMBÉ DO SUL	76	25,55169	48	5,132319	138	5,057738
ERMO	54	18,15515	22	2,352313	90	3,298525
JACINTO MACHADO	67	22,5283	35	3,742316	109	3,99488
BALNEÁRIO ARROIO DO SILVA	62	20,8448	31	3,314623	98	3,591727
SANTA ROSA DO SUL	68	22,86204	36	3,84924	104	3,811628
SOMBRIÓ	61	20,50859	29	3,100776	97	3,555076
BALNEÁRIO GAIVOTA	66	22,18962	34	3,635393	101	3,701678
PRAIA GRANDE	87	29,24996	56	5,987706	121	4,434683
SÃO JOÃO DO SUL	71	23,87066	40	4,276933	106	3,884929
PASSO DE TORRES	81	27,23272	49	5,239243	116	4,251432

Fonte: dos Autores (2016)

Tabela 3 – Inclusão de um polo gerador extra

Conforme a Tabela 3 o terceiro polo gerador foi o município de Orleans/SC, com relação a minimização do tempo de viagem conforme a alocação dos orientadores não traz mudanças significantes quanto da seção anterior. A otimização quanto ao tempo de viagem para os orientadores é de apenas 15,68% somente para o polo gerador de Criciúma, uma vez que não houve alterações para o polo gerador de Araranguá. A Figura 4 apresenta a alocação dos municípios com o terceiro polo gerador, levando em consideração as restrições de tempo de viagem sobre os turnos de aula.

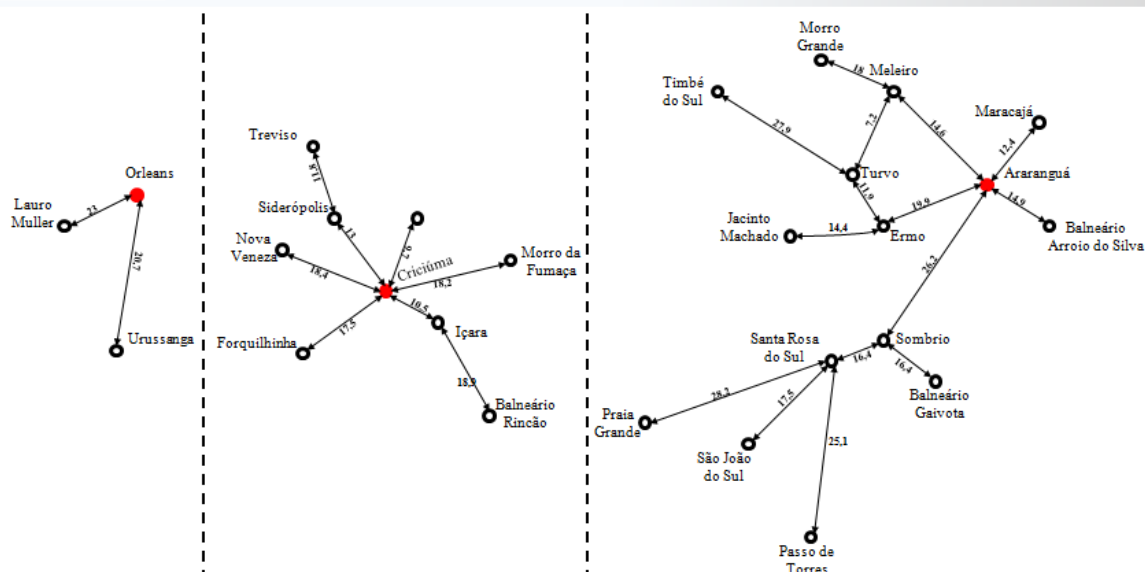


Figura 4 – Distribuição dos municípios incluindo um polo gerador extra

Conforme observado na Figura 4, conforme as restrições de tempo de viagem para sobre os turnos, o novo polo gerador somente relaxaria a demanda do polo de Criciúma em três municípios, atendendo somente 9,55% da população total a região estudada (AMREC e AMESC). Como aspecto positivo desta nova inserção de localidade geradora de viagens é a resolução da impossibilidade de atendimento do município de Lauro Muller em ambos os turnos conforme as restrições de tempo de viagem, presente em ambas situações anteriormente descritas. Porém, os custos de instalações e de pessoal comparado com a demanda dos três municípios poderiam resultar em um investimento com pouco retorno.

5. Discussão

Os resultados apresentados mostraram as vantagens sobre uma instalação de uma nova unidade da instituição de ensino no município de Araranguá conforme aos seus projetos futuros. Esta nova instalação diminuiria os custos operacionais sobre planejamento corporativo e de pessoal da instituição. O comportamento sobre as alocações de orientadores com duas instalações resultou na minimização significativa do tempo de viagem para o atendimento significativo, proporcionando ganhos tanto operacional, quanto qualidade no trabalho considerando que os orientadores poderão utilizar maior tempo para planejamento de aulas ou atividades profissionais. Contudo, além desta otimização sobre a alocação dos professores, o método previne a incidência de rotatividade diminuindo o stress dos orientadores e probabilidades de incidentes de percursos.

Entretanto, conforme as restrições sobre o tempo de viagem para os turnos de trabalho dos orientadores os dois polos geradores não conseguiram atender o município de Lauro Müller. A tentativa de atribuir um terceiro polo gerador não atendeu as expectativas de um maior benefício sobre o atendimento da demanda das duas regiões de forma consistente. A Tabela 4 fornece uma comparação sobre a adoção de 2 e 3 novos polos geradores conforme o tempo de viagem no atendimento dos municípios das duas regiões.

Polo Gerador / Municípios	2 POLOS		3 POLOS	
	Tempo de Viagem	Redução (%)	Tempo de Viagem	Redução (%)
ORLEANS	43	0%	0	100%
LAURO MULLER	66	0%	27	59%

URUSSANGA	24	0%	21	13%
TREVISÓ	26	0%	26	0%
SIDERÓPOLIS	16	0%	16	0%
COCAL DO SUL	16	0%	16	0%
MORRO DA FUMAÇA	29	0%	29	0%
NOVA VENEZA	27	0%	27	0%
FORQUILHINHA	28	0%	28	0%
IÇARA	18	0%	18	0%
BALNEÁRIO RINCÃO	41	0%	41	0%
MARACAJÁ	16	54%	16	0%
ARARANGUÁ	0	100%	0	0%
MORRO GRANDE	40	42%	40	0%
MELEIRO	14	72%	14	0%
TURVO	27	51%	27	0%
TIMBÉ DO SUL	48	37%	48	0%
ERMO	22	59%	22	0%
JACINTO MACHADO	35	48%	35	0%
BALNEÁRIO ARROIO DO SILVA	31	50%	31	0%
SANTA ROSA DO SUL	36	47%	36	0%
SOMBRIÓ	29	52%	29	0%
BALNEÁRIO GAIVOTA	34	48%	34	0%
PRAIA GRANDE	56	36%	56	0%
SÃO JOÃO DO SUL	40	44%	40	0%
PASSO DE TORRES	49	40%	49	0%
TOTAL	811	37%	726	10%

Fonte: dos Autores (2016)

Tabela 4 – Comparação do tempo de viagem com a adoção de 2 e 3 polos

Conforme os resultados, a redução total dos tempos de viagem foi de 37%, mostrando uma otimização consistente nos municípios pertencentes à região AMESC com a média na redução de 51% somente para esta região. Já com 3 polos geradores a redução comparando com 2 polos, foi de apenas 10% onde esta redução somente pode ser observada em três municípios.

Portanto, a melhor configuração sobre os polos geradores mantém a unidade de Criciúma como unidade matriz na alocação de orientadores para os municípios da região AMREC e elenca Araranguá (condizente com as expectativas da instituição) como a melhor opção para instalação de uma nova unidade como polo gerador. A adoção de um terceiro polo se mostra ineficiente no ponto de vista adotado.

6. CONCLUSÕES

O principal objetivo desta pesquisa, é o de minimizar o tempo de viagem dos orientadores alocando-os nos municípios pertencentes as regiões da AMREC e AMESC através de polos geradores, através do problema de p-mediana. Com os resultados obtidos, dimensionou-se o desempenho sobre alocação dos orientadores de forma próxima a real, afirmando a eficiência da localização da unidade de ensino pesquisa, porém, evidencia o não atendimento a alguns municípios conforme as restrições de tempo de viagem sobre os turnos dos orientadores.

As simulações realizadas com diversas configurações para otimização do tempo de viagem e melhor alocação conforme as restrições de tempo para viagem de cada turno trouxe em perspectiva outros aspectos necessários para assessorar as melhores decisões sobre alocação de orientadores como, atribuição de custos sobre a instalação de novos polos geradores, o impacto e benefícios sobre a ótica dos orientadores e o comportamento dos municípios com relação às tomadas de decisão propostas.

Referências

- BEASLEY, J. E.; CHIYOSHI, F.** *Lagrangean heuristic for location problems*. European Journal of Operations Research, v.65, p.383-399, 1993.
- CHIYOSHI, F., & GALVAO, R. D.** *A statistical analysis of simulated annealing applied to the pmedian problem*. Annals of Operations Research, 96(1-4), 61-74, 2000.
- DEINFRA – DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA** – Disponível em: <<http://www.deinfra.sc.gov.br>>. Acesso em 01 de maio de 2015.
- GALVÃO, R.D.; NOBRE, F. F.; VASCONCELOS, M.M.** *Modelos matemáticos de localização aplicados à organização espacial de unidades de saúde*. Revista Saúde Pública, vol. 33, n. 4, pp. 422 – 434, 1999.
- GOMES, L. A. M.; GOMES, C. F. S. A.; ADIEL T.** *Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério*. São Paulo: Atlas, 2002.
- JÄRVINEN, P., RAJALA, J., & SINERVO, H.** *Technical Note—A Branch-and-Bound Algorithm for Seeking the P-Median*. Operations Research, 20(1), 173-178, 1972.
- LIMA, F. S.** *Distribuição espacial de serviços especializados em saúde*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.
- LORENA, L.A.N.; SENNE, E. L. F.; PAIVA, J. A. C.; PEREIRA, M. A.** *Integração de modelos de localização a sistemas de informação geográficas*, Gestão e Produção, Vol. 8, nP o P.2, pp. 180- 195, 2001.
- MARANZANA, F. E.** *On the location of supply points to minimize transport costs*. Operations Research Quarterly, v.15, p.261-267, 1964.
- NOVAES, A. G.; SOUZA DE CURSI, J. E.; DA SILVA, A. C. L.; SOUZA, J. C.** (2009) *Solving continuous location-districting problems with Voronoi diagrams*. Computers & Operations Research. Vol. 36, n. 1, p. 40-59, 2009.
- PIZZOLATO, N.D.; RAUPP, F.M.; ALZAMORA, G.S.** *Revisão desafios aplicados em localização com base em modelos da p-mediana e suas variantes*. European Journal of Operational Research, 111(3):423 – 447, 2012.
- REVELLE, C. S.; EISELT, H. A.; DASKIN, M. S.** *A Bibliography for Some Fundamental Problem Categories in Discrete Location Science*. European Journal of Operational Research. v. 184, n. 3, p. 817-848, 2008.
- TEITZ, M. B.; BART, P.** *Heuristics methods for estimating the generalized vertex median of a weighted graph*. Operations Research, v.16, p.955-961, 1968.
- WEBER, A.** *Über den Standort der Industrien*. (Alfred Weber's theory of the location of industries). University of Chicago, Translated to English by Friedrich, Carl Joachim, 1929.