

# Mobilidade do Futuro: um Modelo Disruptivo para São José dos Campos

Produto 3 - parte 2:

Relatório de *benchmark* adequada à realidade de São  
José dos Campo

## Equipe

Coordenação: Ciro Biderman

Coordenação institucional: Patrícia Alencar Silva Mello

## Pesquisadores:

Caio de Souza Castro  
Claudia Marcela Acosta  
Eliane Teixeira dos Santos  
Leonardo Bueno  
Matheus Barboza  
Sarah M. Matos Marinho  
Tainá Souza Pacheco  
Vitor Estrada de Oliveira

## Apoio técnico:

German Freiberg  
Luís Otávio Calagian  
Roberto Speicys

## Sumário

1. Introdução	3
2. Serviço sob demanda	3
2.1 Serviço sob demanda Alimentador	5
2.1.1 Uma tipologia para o serviço sob demanda	6
2.1.2. Política Tarifária	11
2.2. Outros serviços sob demanda	13
2.3. Riscos do Modelo sob Demanda	15
3. Modelo Físico-Operacional	16
3.1. Busca por Bacias – Princípio Econômico	17
3.2. Modelo operacional: princípios básicos	21
3.3 Corredores	23
3.4. Sistema Alimentador	30
3.5. Por que alimentação sob demanda	36
3.6. Remuneração	39
4. Conclusão	41

## 1. Introdução

Nessa segunda parte do Produto 3 mostramos caminhos para as inovações em ônibus sob demanda que podem ser aproveitados por São José dos Campos na nova concessão. Mais do que cravar qual é a nossa proposta definitiva, queremos gerar uma discussão dos riscos e benefícios dessas inovações, para servir de subsídio ao que será de fato implementado na concessão que deve evidentemente ser definido pelo município. Em seguida apresentamos alguns princípios da operação do sistema os quais, na nossa opinião, devem balizar o edital de concessão.

Na próxima seção nos concentramos na descrição de modelos existentes que servem de fato para ilustrar o que sugerimos para São José dos Campos. Além de servir de referência, o fato de que alguns desses modelos já existem na prática significa que eles passaram pelo “teste ácido” do mundo real o que nos deixa mais confortáveis de sugerir tal modelo. Diferentemente da parte 1 desse produto, além de apresentar as experiências, imediatamente aplicamos às mesmas à realidade de São José dos Campos.

Na seção 3 discutimos as bases do modelo operacional disruptivo incluindo tanto a proposta de alimentação sob demanda como a modelagem de rede que seria mais propícia à proposta inovadora que se está desenhando. Ainda que seja de fato possível admitir um modelo sob demanda competitivo em áreas mais densas, nos concentramos em como desenhar um modelo sob demanda alimentador em um ambiente mais clássico sem competição ao menos em um primeiro momento. Não há nada que impeça a autorização de oferta de um serviço sob demanda competitivo sem restrição de tarifa onde houver o serviço convencional desde que o serviço se integre ao sistema de pagamentos. Além do mais, a oferta desse serviço não pode justificar a redução da oferta do sistema convencional.

A proposta de um modelo tronco alimentado implica evidentemente em trabalhar também com a parte troncal do sistema. A seção 3 inicialmente discute justamente princípios para a parte estrutural do sistema. Em seguida entramos em alguns detalhes da porção alimentadora e ao final da seção 3 apresentamos a racionalidade para que a alimentação seja oferecida utilizando o modelo de ônibus sob demanda.

Ao final concluímos destacando nossas principais recomendações para garantir uma concessão com os elementos inovadores que entendemos que ao fim e ao cabo vão garantir um melhor serviço público para o cidadão. Não há como realizar uma concessão nos dias de hoje ignorando todas as transformações que ocorreram em transportes nos últimos cinco anos. A nossa sugestão é dar prioridade às inovações e, para minimizar os impactos sobre os cidadãos, alterar apenas marginalmente a rede

## 2. Serviço sob demanda

Conforme descrito na primeira parte desse produto, há diversas formas de se ofertar um serviço de transporte coletivo sob demanda. O termo “sob demanda” é um termo genérico que implica no fornecimento de um serviço de transporte que atenda especificidades individuais. Daí decorre sua dificuldade. É relativamente simples fornecer um serviço sob demanda para o transporte individual; basta atender às necessidades do contratante do

serviço. A dificuldade consiste em fornecer um serviço coletivo que atenda às necessidades de cada um de seus usuários. As necessidades de um dos usuários tipicamente conflitam com as necessidades de outro. Trivialmente, um usuário gostaria que o veículo não parasse a partir da sua origem até o seu destino o que conflita com todos os outros usuários que não tenham a mesma origem e/ou destino. Evidentemente a solução coletiva deve necessariamente ser inferior à solução individual pura. Em termos econômicos, dizemos que a solução coletiva é um segundo melhor do ponto de vista do indivíduo. Mas, no caso do transporte que apresenta externalidades negativas, a solução coletiva pode ser bem superior à solução individual do ponto de vista social.

A questão que surge então é por que necessitamos de um modelo sob demanda para o transporte coletivo? Ou, dito de outra forma, faz sentido pensar em sob demanda para um coletivo? Por que os modelos de fornecimento do serviço de transporte coletivo já não fazem o melhor que podem para atender aos seus usuários dada restrição de que é necessário encontrar um ponto intermediário entre os desejos individuais? Sabemos que os serviços de transporte público são ruins por preferência revelada: não obstante o preço inferior do transporte coletivo (se considerarmos o custo de aquisição de um veículo) a proporção de usuários é baixa entre os usuários com capacidade de adquirir um veículo. O usuário foge do sistema coletivo assim que tem condições para tal.

O serviço sob demanda teoricamente conseguiria aliviar alguns problemas mais ou menos intrínsecos ao transporte coletivo convencional<sup>1</sup>. Em primeiro lugar as rotas são fixas bem como os pontos de parada. É possível alterar uma rota eventualmente se aprovada pelo regulador e com uma base bastante robusta para tal. O mesmo vale para os pontos de parada com a diferença de que tipicamente os pedidos de alteração de rota partem dos fornecedores do serviço enquanto os pedidos de alteração de pontos partem da população. Os sistemas convencionais trabalham tipicamente com veículos grandes. Ainda que seja possível encontrar sistemas com veículos de menor porte essa é a exceção. Se tomarmos o caso de São José dos Campos notamos que praticamente a frota toda é composta por veículos de 11 a 13 metros de comprimento. Finalmente, os sistemas convencionais dedicam seus veículos exclusivamente à prestação de um determinado serviço o que implica que todo o capital investido no veículo precisa ter retorno dentro do próprio sistema. Assim, a flexibilidade do serviço sob demanda em termos de rota, pontos de parada, tamanho do veículo e na prestação de serviços de categorias distintas poderia adicionar eficiência ao sistema.

Nesse relatório apresentamos três tipos de serviço de ônibus sob demanda que poderiam ser implementados em São José dos Campos aumentando a eficiência do sistema atual. O primeiro a ser apresentado é o que denominamos de "Serviço Alimentador" pois alimenta os corredores circulando em áreas mais densas. Apesar desse serviço existir em alguns países, nossa proposta é que esse serviço esteja totalmente integrado no sistema de transportes da cidade o que não encontramos em nenhuma outra cidade dentro ou fora do Brasil. O serviço seria oferecido em áreas de menor densidade onde rotas e tamanho de veículo flexíveis têm maior ganho potencial para a eficiência do sistema. O sistema convencional seria reduzido significativamente nessas áreas. O segundo serviço proposto denominamos de "competitivo" pois esse serviço compete com o serviço convencional. Seria fornecido em áreas mais densas para atender a uma demanda que exige maior

---

<sup>1</sup> A partir de agora denominaremos de transporte coletivo convencional ao modelo vigente com grandes empresas fornecendo o serviço com uma rota fixa (incluindo pontos de parada), com tarifa e frequência regulada pelo poder público.

conforto no serviço de transporte com menos paradas mais próximas do local de origem e de destino. Finalmente, discutimos um serviço especial, o ônibus noturno.

Ainda que nossa proposta tenha especificidades, sobretudo no "serviço alimentador", os serviços coletivos sob demanda têm atuado nessas categorias descritas brevemente acima. Essa tem sido uma opção para atender baixas densidades graças à sua flexibilidade. No Brasil se implementou apenas o serviço competitivo como forma de reação às perdas que se estavam verificando para o transporte por aplicativos. Ainda que os números sejam proporcionalmente pequenos, o impacto no transporte público não é trivial. Isso porque os passageiros que estão migrando para o novo transporte são justamente os que mais contribuem para o sistema dado o modelo usual de subsídio cruzado no sistema convencional: os que se deslocam por menores distâncias subsidiam os que se deslocam por maiores distâncias. Os sistemas mais especializados como o transporte noturno, transporte de pessoas com deficiência, etc. têm migrado para modelos sob demanda em diversas cidades do mundo. Isso porque esse tipo de transporte é, por definição, bem mais customizado e, portanto, o mais apropriado para utilizar um serviço mais flexível.

## 2.1 Serviço sob demanda Alimentador

Em geral é possível aumentar a eficiência e a qualidade do serviço ao se oferecer um transporte mais flexível e com veículos menores. As regiões candidatas a receberem esse tipo de serviço são justamente aquelas no qual o serviço tradicional é deficitário e ineficiente. Assim, o ganho de eficiência seria quase tautológico: se eu corto segmentos deficitários necessariamente eu aumentaria o retorno do sistema como um todo. Não é tautológico pois se não for possível reduzir o custo de fornecer o serviço nesses segmentos estaríamos trocando apenas quem arca com tal custo dada necessidade de universalização do serviço. A lógica do alimentador é que ônibus menores custam menos seja em capital seja em consumo de energia. Essa redução de custos reduziria o déficit de se operar em áreas pouco densas.

Assim, a primeira abordagem que devemos realizar é financeira. Nesse relatório mostramos como pretendemos implementar essa abordagem que será detalhada em produtos posteriores. Essa não é a abordagem que se utiliza em geral na modelagem de uma concessão dos serviços de transporte e é um dos elementos chaves de inovação desta pesquisa. No entanto, o modelo não pode se ater exclusivamente à questão financeira. Os modelos tronco-alimentados implicam que as linhas precisam ser cortadas no local em que a densidade se reduz acima de um determinado ponto. Isso significa que alguns usuários que antes tomavam o transporte diretamente para o seu destino agora passam a ter que realizar um transbordo. A única forma de não reduzir o bem-estar desses usuários é garantindo que os mesmos ganhem em tempo de deslocamento e/ou em qualidade.

Há essencialmente dois efeitos que devem induzir a uma redução de tempo de deslocamento ao migrar para um modelo tronco-estrutural. Em primeiro lugar, é possível reduzir o tempo de deslocamento nas pontas caso se opte por aproveitar (ao menos parcialmente) o ganho de custo por veículo para aumentar a frequência e racionalizar as rotas. Em segundo lugar, retirando veículos da parcela troncal deveria reduzir o tempo de deslocamento no segmento estrutural do sistema. Esses dois ganhos, no entanto, em geral não são suficientes para manter o usuário das periferias com o mesmo bem-estar em relação ao sistema anterior. O resultado então é uma grande resistência aos sistemas tronco-alimentados e, por isso (entre outros problemas), poucos sistemas baseados em

ônibus conseguiram migrar para um modelo troncalizado em princípio mais eficiente do ponto de vista econômico.

Os usuários tendem a punir um sistema com transferências. Currie (2005) compara resultados de 10 estudos de escolha mostrando que uma transferência precisa ser compensada por uma redução de 8 minutos em um sistema metroviário e 22 minutos em um sistema por ônibus ficando entre esses dois resultados em um sistema de trens suburbanos. Um resultado interessante é que um BRT apresenta resultados muito parecidos com o metroviário. A interpretação dessas diferenças é que as incertezas associadas ao sistema por ônibus aumentam a penalidade nas transferências. A boa notícia é que se for possível criar um sistema mais parecido com o metroviário a compensação em termos de tempo médio pode ser inferior. Esse resultado é fundamental para São José dos Campos dado o projeto em andamento da linha verde.

De todo modo, o fato é que um sistema tronco-alimentado só tem como se estruturar se for possível obter ganhos consideráveis em termos de tempo e/ou de qualidade também no sistema troncal para além do ganho decorrente da redução de veículos no tronco. Acreditamos que, pelo menos em algumas bacias (se não todas), não seria possível chegar aos valores sugeridos pelo estudo de Currie (2005) apenas com esses ganhos implícitos do sistema tronco-alimentado em *headway* e redução de veículos. Isso significa que para o novo sistema de fato melhorar a qualidade do serviço na percepção do usuário seria necessária uma melhoria no sistema troncal.

Para melhorar o sistema estrutural é necessário realizar algumas intervenções físicas. Essas podem ser de baixo custo como, por exemplo, a criação de faixas exclusivas apenas com a pintura das faixas. Mas em geral há custos mais significativos do que esses. Uma mudança no sistema troncal pode também fazer com que se reduzam transbordos que ocorriam no meio do sistema estrutural. Isso porque os sistemas tradicionais em geral vão até o centro onde fazem o chamado "vira". O grupo de passageiros que precisa se deslocar para um local mais distante em geral precisa realizar um transbordo no centro. Um sistema troncal que permitisse que o "vira" ocorresse mais adiante do centro não teria impacto em termos do número de transbordos para o grupo que tem um destino mais distante do que o centro. Em suma, prover ônibus sob demanda para a alimentação complementando o sistema estrutural passa pela melhoria do sistema estrutural também para que seja efetivo.

### 2.1.1. Uma tipologia para o serviço sob demanda

Com base no Produto 3 - Parte 1 e no mais recente relatório da agência americana *Transportation Research Board*<sup>2</sup> sobre serviços sob demanda, foi possível elaborar um benchmark específico para São José dos Campos. A partir das características da cidade e deste benchmark surge um modelo adaptado à sua realidade. Neste tópico detalham-se os principais achados da revisão de literatura e os entendimentos do que seria o modelo de ônibus por demanda Complementar.

---

<sup>2</sup> acesso ao relatório *Microtransit or General Public Demand-Response Transit Services: State of the Practice* pode ser encontrado no site: <https://www.nap.edu/catalog/25414/microtransit-or-general-public-demand-response-transit-services-state-of-the-practice>

Historicamente os serviços sob demanda sempre foram associados a mobilidade de pessoas com restrições físico-motoras e mobilidade reduzida, entre elas, idosos, cadeirantes e demais portadores de deficiência motora (paratransito). No entanto, de acordo com o relatório da agência americana *Transportation Research Board*, somente nos Estados Unidos, hoje em dia há pelo menos 22 casos de agências de transporte que já implementaram ou estão com planos para implementar serviços modernos de ônibus sob demanda (ver tabela 1). Muitos deles evoluíram a partir de antigos serviços voltados ao público de mobilidade reduzida. Antes do advento tecnológico dos *smart-phones*, esses serviços muito específicos já eram providos através de sistemas de agendamento por telefone e funcionavam mais ou menos bem, porém com escala bastante reduzida. Com o crescimento da micromobilidade em viagens alimentadoras através de empresas de *e-hailing*, os sistemas de transporte público tradicionais começaram a perder cada vez mais usuários, acendendo o alerta das agências de transporte de que era preciso inovar para manter a demanda cativa. A partir das experiências acumuladas com os serviços de paratransito, as agências públicas puderam se adaptar à nova realidade e estão desenvolvendo soluções criativas para complementar o serviço tradicional. Algumas dessas experiências podem servir bem ao caso de São José dos Campos, que também já tem incorporado o serviço de paratransito.

Os casos selecionados para direcionar o serviço Complementar aqui proposto têm todos uma característica fundamental que os aproxima: são serviços voltados para regiões ou horários de baixa densidade, em que é possível substituir o transporte tradicional de rotas fixas por um modelo mais flexível e menos custoso. Com isso é possível garantir a universalidade de um serviço que é público e que, portanto, deve se preocupar com a provisão do serviço para todos os cidadãos. Por esses motivos, o serviço é de fato complementar, pois deve estar totalmente inserido na lógica de transporte do sistema geral da cidade.

<b>NOME DA AGÊNCIA</b>	<b>ANO INÍCIO</b>	<b>STATUS</b>
Hillsborough Area Regional Transit Authority (HART)	2016	Descontinuada
Kansas City Area Transportation Authority (KCATA)	2014	Descontinuada
Salem–Keizer Transit (Cherriots)	2015	Descontinuada
Alameda–Contra Costa Transit District (AC Transit)	2016	Em operação
Central Florida Regional Transportation Authority (LYNX)	2008	Em operação
Dallas Area Rapid Transit (DART)	2006	Em operação
Denver Regional Transportation District (RTD)	2004	Em operação
Des Moines Area Regional Transit Authority (DART)	2002	Em operação
Greater Dayton Regional Transit Authority (GDRTA)	2017	Em operação
Kitsap Transit	2015	Em operação
Houston METRO	2015	Em operação
Monterey–Salinas Transit (MTS)	2010	Em operação
Napa Valley Transportation Authority (NVTA)	2015	Em operação

North County Transit District (NCTD)	2011	Em operação
Sacramento Regional Transit District (SacRT)	2018	Em operação
San Joaquin Regional Transit District (SJRTD)	2009	Em operação
Transit District of Utah (TDU)	2008	Em operação
Gwinnett County Transit (GCT)	Em planejamento	N/A
Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority	Em planejamento	N/A
Maryland Transit Administration	Em planejamento	N/A
Regional Transportation Commission of Southern Nevada	Em planejamento	N/A
VIA Metropolitan Transit (VIA)	Em planejamento	N/A

TABELA 1 - Casos de Serviços sob demanda complementares nos Estados Unidos

Fonte: *Microtransit or General Public Demand-Response Transit Services: state of the practice* (2019)

Uma vantagem comum a todos os casos, bem relatada por gestores das agências americanas, é a adaptabilidade do serviço sob demanda a uma nova geração de usuários. Essa nova geração está mais familiarizada com novas tecnologias e principalmente inclinada ao uso de economias de compartilhamento. Quase um quarto dos adultos norte-americanos vendeu ou comercializou um veículo nos últimos 12 meses, com 9% desse grupo recorrendo a serviços de compartilhamento de viagens como Uber e Lyft como sua principal maneira de se locomover, de acordo com uma pesquisa de opinião da Reuters/Ipsos<sup>3</sup>. Assim, apesar dos serviços complementares representarem uma parcela pequena das viagens totais do transporte público (em alguns casos apenas 1% das viagens)<sup>4</sup>, eles podem se tornar um primeiro passo para o surgimento de um novo paradigma em transportes. Além do ganho de eficiência nas bacias de menor densidade, segundo o TRB, o serviço Complementar funciona como piloto informal para a transição tecnológica.

Para facilitar a exposição das demais características dos casos de serviço sob demanda complementares, utilizaremos a tipologia proposta no relatório da agência *Transportation Research Board*. Os tipos da agência americana são semelhantes a alguns dos casos do Produto 3 - parte 1, por isso essa tipologia faz bastante sentido para os nossos fins. A tipologia permite outrossim explicar com mais detalhes como se valer das experiências existentes para o caso de São José dos Campos. Há quatro grandes categorias de ônibus sob demanda que nos interessam destacar:

- Muitos para muitos ou muitos para poucos (**comunitário**);
- **Alimentador** transitando pela rede através de conexões agendadas;
- Desvio de ponto (**rota flexível**): sob demanda com pontos de encontro agendados dinamicamente ou regularmente;
- Desvio de rota: **rota fixa** com agendamentos regulares ou dinâmicos de embarques e desembarques fora da rota.

<sup>3</sup> <https://www.reuters.com/article/us-autos-rideservices-poll-idUSKBN18L1DA>

<sup>4</sup> Justamente por atender regiões de baixa densidade.



O primeiro tipo, comunitário, funciona como um serviço circular intra bairro ou intra comunidade. Ele opera de maneira bem flexível, com rotas livres, dentro de uma área delimitada. A vantagem é não realizar viagens quando não há demanda, o que economiza montantes substanciais. O serviço pode ser de porta-a-porta ou esquina-a-esquina (quando o usuário se desloca a um ponto virtual definido pelo aplicativo), ou mesmo em pontos pré-definidos em locais estratégicos da comunidade (equipamentos públicos, por exemplo). Uma possível adaptação deste tipo pode ser interessante para São José dos Campos: expandir um serviço que em geral é intra bairro para um modelo mais abrangente que contemple viagens interbairros.

O segundo tipo, o alimentador, tem características mais estruturantes e está conectado ao serviço tradicional de transporte público. Ele funciona bem em horários de pico, fazendo a conexão entre as regiões de mais baixa demanda com a tronco-alimentação “de massa” do sistema, ou seja, os corredores de ônibus para o caso de São José dos Campos. A lógica deste serviço é funcionar em termos de ciclos de tempo, ou seja, o tempo de ida e volta aos *hubs* de transporte (áreas de integração no caso de São José dos Campos como detalhado mais adiante). O tempo do ciclo determina os limites ou tamanho da área de serviço, já que o microônibus só consegue cobrir uma dada distância antes de precisar voltar ao ponto em que normalmente se conecta ao serviço tradicional. Presume-se que dentre todos os tipos este é aquele que apresenta maior produtividade em termos de passageiro por quilômetro ou por veículo/hora. É uma alternativa para o serviço alimentador que propomos explorar com mais profundidade na nossa proposta de rede para São José dos Campos.

O terceiro tipo, rota flexível, funciona da seguinte maneira: os veículos atendem a solicitações por demanda dentro de uma zona e servem um número limitado de paradas fixas sem nenhum caminho regular entre elas. Ou seja, as rotas são flexíveis, mas há alguns pontos em que os veículos sempre passam, independentemente de horários. Em geral, esse sistema funciona bem quando há grande polos geradores de viagens, tais como escolas, shoppings, parques, entre outros. Já o quarto tipo, o de rota fixa, é uma variação do terceiro. A diferença é que as rotas são fixas, mas há a possibilidade de desvios para atender a alguma demanda lindeira, o que pode fazer sentido no contexto dos corredores de São José dos Campos.

A nossa proposta principal para São José dos Campos utiliza uma combinação dos tipos apresentados acima. O modelo comunitário pode solucionar um tipo de rota que eventualmente ficaria de fora no caso de adotarmos um modelo tronco-alimentado. Nesse caso, seria uma ótima opção abrir esse tipo de serviço para não prejudicar sobremaneira grupos que têm esse tipo de demanda que foge um pouco do modelo centro-periferia denominado normalmente de “bairro-a-bairro”. O sistema alimentador oferecido na modalidade sob demanda é a grande inovação do sistema como discutido anteriormente.

A nossa proposta é utilizar as duas últimas tipologias aplicando-as ao modelo alimentador. Ou seja, teremos um sistema alimentador, mas com rotas flexíveis respeitando alguns pontos específicos. Essa estratégia de manter pontos de parada fixos busca respeitar os usuários que por algum motivo (falta de acesso à rede móvel, posse de *smart phones*, etc.) não tem como utilizar a versão mais moderna do sob demanda. Nesses pontos o usuário tem como ser atendido independente de um pedido antecipado. O modelo de rota fixa também tem exatamente o mesmo objetivo. A diferença é que o usuário pode tomar esse veículo em qualquer ponto da rota pois é possível saber exatamente por onde o veículo vai passar e não apenas ter a garantia de passagem em alguns pontos específicos. Qual

modelo oferecer vai depender das características dos usuários atuais do sistema. Um sistema muito disperso provavelmente vai necessitar de rota fixa. Um sistema com alguma concentração pode garantir a universalidade com rota flexível.

Evidentemente não temos como definir a priori onde seriam os pontos onde deveríamos fixar a oferta do alimentador. Candidatos naturais são os pontos onde há mais idosos bem como os pontos de população mais vulnerável. Nesse sentido, o modelo de rota fixa se torna mais fácil de se propor em um primeiro momento. Portanto, temos já o conceito genérico do formato como seria concedida a alimentação do sistema sob demanda. A concessionária teria que garantir uma certa frequência na bacia partindo de rotas pré-definidas no edital. Essas rotas poderiam ser flexíveis mantendo ao menos uma fixa para um dado intervalo de tempo (por exemplo, a cada hora). Para as rotas flexíveis alguns pontos obrigatórios seriam definidos. Com isso o usuário sem acesso à internet poderia ser atendido ou pela rota fixa ou pelos pontos fixos dentro das rotas flexíveis.

Adicionalmente o edital deve exigir que seja possível agendar a viagem por telefone além do celular e da internet. Deve também exigir que seja garantida a reserva antecipada do assento. Assim, um indivíduo que sabe como usar a internet no telefone ou no celular, mas que não tem uma rede móvel ou para o qual a rede móvel não chega até a sua moradia pode também acessar o sistema com comodidade nos momentos em que tem acesso à internet. Todos esses elementos acabam gerando alguma pressão de custos, evidentemente, mas acreditamos que esse tipo de usuário passe a ser muito pequeno conforme o sistema amadureça e que uma empresa entrante estaria disposta a incorrer nesse custo até o amadurecimento do sistema.

O que descrevemos no início desse item lidava com o modelo alimentador justificando porque acreditamos que esse modelo poderia adicionar racionalidade ao sistema. Da maneira como descrevemos as vantagens de um sistema tronco-alimentado poderiam ocorrer com uma alimentação a partir de um modelo de negócios sob demanda ou não. Ocorre que o sistema sob demanda apresenta outras vantagens que poderiam ser incorporadas a essa alimentação que estamos propondo.

Em primeiro lugar não sabemos a rota ideal. Ainda que em locais com viário limitado, como será o caso da maioria das bacias de alimentação, não existam tantas possibilidades de rotas, ainda assim é possível que exista uma rota superior que seria encontrada por tentativa e erro a partir da informação dos usuários. O mesmo é válido para os pontos de parada que são definidos sem uma base de evidência robusta. Simplesmente não temos evidência com esse grau de precisão para essa granularidade que nos permita comparar rotas e pontos na escala da quadra. O sistema sob demanda pode "aprender" quais são essas rotas e pontos e, tão importante quanto, variar essas rotas e pontos ao longo do dia em função da demanda específica.

A segunda diferença ao se adotar um modelo sob demanda para a alimentação ocorre nos custos. Em primeiro lugar o sistema de mobilidade como serviço têm como uma de suas características principais o fato de que o capital é cobrado apenas em função de seu uso. Ainda que São José dos Campos tenha uma demanda um pouco mais uniforme ao longo do dia do que outros locais com o pico da hora do almoço comparável com os picos da manhã e da tarde, não seria de se esperar que isso ocorresse na extrema periferia onde se concentram as bacias de alimentação. Em outras palavras a demanda por transporte público na periferia quase sempre está muito concentrado nos dois picos. Um sistema convencional exige que se remunere pelo capital imobilizado para ofertar o serviço, ou seja,

que se pague o custo total de capital associado ao total de veículos operando na hora pico. Um sistema sob demanda poderia utilizar os veículos em outras funções no entre-pico permitindo economia de parte do custo de capital. Por exemplo, é possível deslocar esse capital para ofertar o serviço noturno sob demanda.

Outra possibilidade de ganho de custo ocorre, pois, o modelo sob demanda apresenta também flexibilidade no que se refere à tipologia do veículo. O sistema convencional se concentra em ônibus. Pode até operar Vans, se for o caso, mas com um certo custo para o operador que teria que criar esquemas de manutenção distintos para cada tipologia de veículos. Para o sistema sob demanda seria teoricamente possível ter diversos tipos de veículo com capacidades distintas; desde um micro-ônibus até um automóvel para quatro passageiros. Essa possibilidade, ainda que complexa operacionalmente, permite uma racionalização única do sistema.

### 2.1.2. Política Tarifária

A grande maioria dos serviços sob demanda complementares avaliados para este benchmark possuem política tarifária igual aos respectivos sistemas tradicionais de transporte público. A lógica é que o serviço sob demanda complementar deve ser encarado como parte integrante do serviço tradicional, diferente de outros tipos de serviço sob demanda, em que é permitido certo nível de competição com o sistema tradicional. Nestes últimos a lógica da tarifa dinâmica tende a prevalecer.

Tal como no sistema tradicional a tarifa costuma ser fixa, ou seja, todos os usuários pagam o mesmo valor para cada embarque alterando apenas em função do tipo de usuário (por exemplo, idosos, estudantes, etc.). As diferentes cobranças em função do tipo de usuário praticadas no sistema convencional quase sempre prevalecem no sistema sob demanda. O sistema de transferências também é tratado como uma transferência qualquer, como se fosse um ônibus comum do sistema convencional. Assim, integrações entre o serviço sob demanda complementar e o sistema tradicional seguem a mesma política de transferências. À essa regra existem algumas exceções, em que o serviço complementar é provido de forma gratuita, seja por uma questão de estímulo ao uso do serviço em projetos pilotos, seja porque a agência de transporte assume os custos como forma de compensação à populações historicamente mal servidas. Nesses casos, o serviço complementar sob demanda é utilizado para aumentar a equidade. Poucos também são os casos em que a agência cobra tarifas divergentes ao que é estabelecido para o serviço tradicional.

Por se tratar de um serviço complementar, faz todo sentido que os ônibus por demanda estejam o mais integrado possível com o sistema de transporte público e por isso a isonomia no tratamento tarifário das transferências do ponto de vista do usuário é um aspecto relevante. Os esforços para garantir essa integração são cada vez mais relevantes para as agências de transporte nos casos internacionais avaliados. O que se percebe é que além de uma política tarifária coerente é necessário que os meios de pagamento sejam os mesmos do sistema convencional. Neste sentido, os modelos mais inovadores são aqueles que não estão medindo esforços para criar plataformas de mobilidade como serviço (*MaaS - mobility as a service*). Em teoria, nestas plataformas que estão sendo desenvolvidas será possível planejar o uso de múltiplos modos de transporte em apenas uma viagem, com a vantagem de realizar somente um pagamento. Esse é o modelo que estamos propondo

para São José dos Campos: caminhar para uma plataforma unificada onde se pode definir os diversos modos para seu deslocamento de maneira integrada.

É premissa do presente projeto de inovações para São José dos Campos desenvolver conceitos que incentivem um sistema de transporte público integrado. Isso passa tanto por ter um modelo físico-operacional que acomoda múltiplos modos de transporte, como ter integração tarifária ampla (inclusive com aplicativos de compartilhamento de viagens privados). Propomos tarifas diferenciadas para sistemas "externos" ao sistema público como bicicletas e patinetes compartilhados, *e-hailing*, etc. Na nossa proposta a isonomia do ponto de vista do usuário deve existir, mas a mesma não se repete quando observamos o sistema tarifário do ponto de vista do concessionário do serviço. Voltaremos a esse ponto com mais detalhes quando discutirmos a proposta inovadora para a bilhetagem.

Um padrão interessante logo vem à tona quando se avalia quais os tipos de veículos utilizados nos sistemas de ônibus por demanda. Isso vale tanto para os serviços complementares como para os demais tipos de serviços. Em geral, são vans e micro-ônibus com capacidade entre 12 e 26 passageiros. A maior das exceções é Singapura, em que os serviços são realizados com ônibus convencionais<sup>5</sup>.

Alguns motivos para a prevalência quase absoluta destes veículos menores, para os casos complementares, são<sup>6</sup>:

- A capacidade desses veículos é mais adequada ao baixo nível de passageiros normalmente experimentado nos serviços complementares (entre dois a 14 passageiros por hora);
- O tamanho menor dos veículos os torna mais fáceis de manobrar do que os ônibus grandes, permitindo acessar áreas que ônibus maiores não podem em bairros com ruas mais estreitas. Isso pode ser essencial em áreas periféricas menos urbanizadas, como costuma ser o caso no Brasil. São José dos Campos não foge à regra tendo que atender uma área rural significativa.
- O tamanho menor dos veículos os torna mais aceitáveis em áreas residenciais de menor densidade que provavelmente teriam resistência a grandes veículos operando nas ruas com poucas pessoas;
- Os micro-ônibus e vans são mais eficientes em termos de combustível e mais baratos tanto em termos de capex como em termos de opex;
- Os micro-ônibus e vans geralmente são iguais ou similares aos veículos usados nos serviços de paratransito. Isso fornece aos operadores um pouco mais de flexibilidade em termos de manutenção dos veículos.
- Os micro-ônibus e vans são grandes o suficiente para transportar vários passageiros que embarcam em estações de transferência, escolas ou centros de emprego.

Na nossa revisão não encontramos nenhum caso em que se utilizou veículos de quatro passageiros em um serviço sob demanda se não considerarmos que os modelos de "pool" são serviços de ônibus sob demanda. Em São José dos Campos nossa proposta é que seja permitido o uso de veículos de quatro passageiros também. Semelhante à ideia de que o concessionário de um serviço sob demanda terá liberdade de encontrar a melhor rota com possibilidade de alterar a mesma ao longo do dia assim como os pontos de parada, a definição do veículo ideal em função da demanda também pode ser delegada ao

<sup>5</sup> Singapura, na nossa revisão, é o único caso em que há ônibus articulado operando sob demanda.

<sup>6</sup> fonte: *Microtransit or General Public Demand-Response Transit Services: state of the practice* (2019)

concessionário. Diferentemente da rota e dos pontos de parada que terão limitações (como discutido anteriormente) entendemos que o concessionário pode definir livremente o veículo ideal desde que garanta o serviço. Essa é uma mudança relevante em relação à contratação típica do modelo convencional onde a frota é definida a priori.

## 2.2. Outros serviços sob demanda

A parte mais complexa e da nossa proposta inovadora para São José dos Campos é a entrada dentro do sistema de transportes públicos do serviço sob demanda complementar. Esse será o serviço que dedicaremos mais tempo pois haveria de fato uma substituição do tipo de serviço. Ainda assim, há espaço para outros serviços que deveria ser aproveitado pela cidade a nosso ver. Na realidade, o primeiro serviço sob demanda que vislumbramos para São José dos Campos é o serviço noturno. Além desse, acreditamos que seja possível oferecer serviços competitivos em determinadas áreas da cidade que serão detalhadas na discussão operacional.

Atualmente São José dos Campos oferece um serviço noturno que é caro para as empresas concessionárias que acabam oferecendo um serviço de qualidade discutível pois não é possível ter frequência suficiente. A demanda não é suficiente para manter os poucos ônibus circulando na madrugada cheios talvez porque a frequência é tão baixa que os usuários desistem de usar o serviço. A proposta nesse caso é essencialmente, num primeiro momento, manter a oferta inalterada exceto se houver casos em que a lotação dos ônibus requeira mais do que uma van operando. É possível que isso ocorra de sexta para sábado e de sábado para domingo. Nos demais dias, nessa fase inicial, a única diferença seria permitir que os veículos alterem suas rotas e pontos de parada em função da demanda. O resultado desse primeiro passo será mais relevante em termos de uma redução de custos ao operar com uma frota mais compatível com a demanda atual.

O possível aumento de frequência nos finais de semana pode atrair mais usuários ao sistema. Se esse fenômeno ocorrer de fato é possível pensar também na possibilidade de se ampliar a extensão das rotas para atender demandas mais periféricas. Uma vantagem um pouco mais intangível do sistema sob demanda é que a informação sobre o usuário é maior do que em um sistema convencional. Nesse experimento é possível aumentar o conhecimento sobre a demanda noturna o que permite alterar rotas e frequências. É possível que um aumento de frequência nos finais de semana gere um aumento de demanda subsequente viabilizando novo aumento de frequência. Assim, no médio prazo, é possível que o sistema esteja operando de maneira mais efetiva para os usuários também.

O parágrafo anterior já deve deixar claro um ganho adicional relevante de se iniciar a experiência com ônibus sob demanda a partir da linha noturna. É uma oportunidade de se aprender como gerenciar o sistema sob demanda com redução de custo. Do ponto de vista do usuário, na pior das hipóteses, não haverá diferença no serviço. Potencialmente o serviço pode melhorar seja em frequência seja em previsibilidade: para os usuários com acesso à rede móvel em um celular será possível saber o horário de chegada do ônibus. Com isso São José dos Campos tem como aprender como gerenciar essa nova forma de prestação dos serviços em particular a experiência com os modelos de rota fixa e variável no serviço noturno podem trazer um aprendizado relevante para a Semob.

O modelo competitivo estaria restrito aos locais onde hoje em dia circulam ônibus do que poderíamos denominar o sistema “secundário”. Como deve ficar mais claro na seção onde discutimos o modelo operacional, há em São José dos Campos uma parte mais estrutural do sistema com alguma prioridade. Nessas rotas estão concentradas as maiores frequências. Há, no entanto, rotas secundárias que podem entrar nos corredores em alguns momentos, mas que seguem por outros caminhos. Essas rotas em alguns casos partem das micro-bacias de alimentação discutidas anteriormente. Há, no entanto, algumas áreas mais centrais do que as micro-bacias de alimentação utilizando um viário que está fora dos corredores principais ainda que adentrando o corredor em alguns segmentos na maioria das rotas.

Essas áreas estão sujeitas a receber um serviço sob demanda competitivo com o sistema secundário hoje em dia em operação. O objetivo de abrir essa possibilidade está relacionado com o fato de que a densidade de viagens nessas áreas é intermediária (menor do que nos corredores, porém maior do que nas micro-bacias). Acabar com as linhas secundárias deve gerar uma deterioração na qualidade do serviço sem necessidade. O serviço sob demanda pode optar por realizar o serviço “porta-a-porta” ou realizar um serviço alimentador que é mais raro nessas áreas. Se optar pelo serviço alimentador o grau de competição com o serviço secundário será baixo.

A nossa proposta é que esse serviço seja autorizado, mas que não se determine nem uma frequência mínima nem uma rota fixa ou variável. Deve haver abertura de dados (sempre respeitando a privacidade) mas em princípio o sistema deve operar com bastante liberdade. Isso porque a universalização estaria garantida pelo serviço convencional. Uma competição entre o sistema convencional e o serviço sob demanda nessas áreas pode ser um pouco injusta com o sistema convencional que tem mais regras a cumprir. A maneira de manter algum equilíbrio nesse mercado seria proibir o sistema sob demanda de entrar nos corredores. Provavelmente ele deveria ser autorizado a entrar na via por onde passam os corredores pois qualquer carro pode utilizar esse segmento da via. No entanto, o sistema sob demanda não poderia nem utilizar as vias prioritárias nem realizar paradas ao longo das vias por onde passa o corredor. Essa restrição balancearia mais a competição entre esses dois tipos de serviço.

Esse tipo de serviço sob demanda é o único que já se implantou no Brasil. Em Goiânia, uma das concessionárias do serviço convencional foi autorizada a operar um serviço sob demanda na cidade. A ideia seria recuperar passageiros que estariam sendo perdidos para *e-hailing*. Ainda que os volumes de viagens por *e-hailing* seja relativamente baixo esse serviço tem retirado justamente os passageiros mais lucrativos do sistema público. A viagem típica que está sendo substituída é a que gera o lucro necessário para pagar as viagens deficitárias na periferia. A nossa proposta nesse caso é distinta. O objetivo é ter um concorrente ao sistema convencional para garantir que a qualidade do serviço se mantenha elevada. Assim, esse serviço não poderia ser oferecido pela concessionária que oferece o serviço convencional. Como estamos retirando ao menos parte das viagens deficitárias com o serviço complementar sob demanda, em princípio não seria mais necessário garantir o passageiro lucrativo para o serviço convencional.

## 2.3. Riscos do Modelo sob Demanda

Evidentemente a operação sob demanda da forma como estamos propondo trás alguns riscos. Permitir que as próprias concessionárias operem um serviço sob demanda nas áreas mais densas é algo que não coloca riscos ao concessionário; apenas gera uma nova fonte de receita. Nesse caso, se o serviço sob demanda for mais eficiente do que o convencional pode ser necessário reduzir a frequência de veículos.

Como não há limitação de rota no serviço sob demanda competitivo, pode-se prestar um serviço porta-a-porta. Com isso, o sob demanda competitivo pode inclusive retirar demanda dos corredores se os mesmos não forem eficientes. Esse aspecto já foi discutido anteriormente; para viabilizar um modelo tronco-alimentado é necessário ganhar eficiência nos corredores. Porém, se o corredor for extremamente eficiente pode valer a pena sair do sistema secundário entrando no corredor através de um alimentador. O serviço de alimentação pode ser prestado pelo sob demanda competitivo. Se a concessionária do serviço secundário é também a concessionária do corredor, esse não seria um problema pois a demanda perdida no secundário seria trasladada para o corredor. Na realidade, a nossa avaliação é que a tendência é que o sistema convencional sobreviva apenas nos corredores; os demais fluxos seriam oferecidos por ônibus sob demanda, *e-hailing*, bicicleta compartilhada, patinetes, etc.

O serviço alimentador pode não oferecer a universalidade necessária para um serviço público. Ao abrir a possibilidade de rotas flexíveis o sistema pode terminar por oferecer um serviço incompleto e seu monitoramento pode ser complexo. Por outro lado, pode ser que a obrigatoriedade de universalização somada ao fato de que ainda há usuários desconectados possa engessar o sistema sobremaneira se a frequência economicamente viável for baixa. Inicialmente, gostaríamos de manter com oferta universal ao menos a frequência oferecida antes da mudança para a tronco alimentação. Esperamos que essa seja uma fase de transição e que o sistema convirja para um modelo bastante flexível nos seus componentes sob demanda, mas a transição pode ser problemática por conta dessas dificuldades.

Talvez a maior dificuldade dentro dessa proposta para São José dos Campos seja justamente garantir a universalidade dentro de um sistema que opera com subsídios cruzados, mas sem subsídios governamentais. Imagine que em uma micro-bacia a receita total com a tarifa praticada em toda a cidade não seja suficiente para pagar os custos de se operar nessa micro-bacia. Nesse caso, assumindo que a concessionária que fornecia esse serviço anteriormente estivesse equilibrada, haverá um lucro na operação do corredor que era usado para pagar o prejuízo nas pontas. Como o serviço sob demanda não será mais prestado pela mesma concessionária, é necessário criar um mecanismo de transferência de recursos de um sistema para o outro. Isso implica em operar com um preço para o usuário distinto da remuneração do concessionário o que é certamente um desafio.

Certamente o modelo inovador proposto pela FGV nesse relatório implica em uma série de riscos. Em princípio esses riscos seriam mitigados conforme o sistema fosse amadurecendo. No entanto, se não começarmos, nunca haverá mudança. Realizar mudanças não é uma obrigação do setor público. O sistema brasileiro leva o setor público a se comportar assumindo o menor risco possível. A economia nos ensina que risco zero implica em retorno zero também. O problema é que as mudanças ocorridas nos últimos cinco anos não permitem que não se faça nada. O sistema de transportes públicos em São José dos Campos perde passageiros sistematicamente e só não está colapsado porque há

ainda cidadãos que não tem outra opção que não seja o transporte público. Ocorre que uma cidade sem transporte coletivo é insustentável colocando em risco o próprio crescimento da cidade. Assim, esse é um momento para que se assumam riscos para tentar reverter a situação de redução sistemática no número de passageiros que induz a uma redução de frequência a qual gera piora no serviço diminuindo a atratividade do sistema e assim por diante. Se não quebrarmos esse ciclo agora, pode ser tarde demais realizar essa quebra na próxima concessão daqui a 10 anos.

### 3. Modelo Físico-Operacional

O modelo físico-operacional é na prática como se estrutura a oferta de serviço público de transporte da cidade. Ele leva em consideração as demandas por transporte distribuídas de maneira desuniforme no espaço urbano, os destinos de viagem (também distribuídas de maneira inconstante), e a estrutura do espaço urbano (topografia, viário, edificações, etc.). Dada a distribuição de empregos e de regiões residenciais, a estrutura do modelo físico-operacional de São José dos Campos segue uma lógica radiocêntrica. De maneira geral, os empregos estão mais concentrados nas regiões centrais da cidade, enquanto as residências em áreas mais periféricas. Isso exige que boa parte das viagens ao longo do dia sejam realizadas na direção centro-periferia.

Uma das discussões que surge em cidades com este tipo de lógica, e que se exige adotar um olhar cuidadoso para a integração de serviços sob demanda, é a necessidade ou não de tronco-alimentação. Existem benefícios e custos em sistemas tronco-alimentados. Por um lado, há um risco de se aumentar a impedância para os usuários, porque tipicamente aumenta-se o número de integrações e como consequência o tempo total de viagem com o agravante de que o usuário aumenta a punição sobre o tempo de espera no transbordo vis a vis o tempo embarcado. Por outro lado, podem haver benefícios na diminuição de tempo de deslocamento, caso as faixas exclusivas e corredores de ônibus operem de maneira eficiente, com alta frequência de veículos e maior velocidade. Além disso, veículos com maior capacidade e maiores taxas de ocupação desoneram os viários nas regiões de tráfego mais intenso (em geral áreas centrais). Outro ganho possível com uma alimentação realizada com veículos menores seria um possível aumento da frequência na alimentação que reduziria o tempo de espera na entrada no sistema.

Separar totalmente a operação entre uma parte troncal e uma parte alimentadora bem definidas tampouco apresenta grandes benefícios. Nestes casos podem haver perdas de eficiência e custos para o usuário ao se estabelecer pontos de parada em que todos descem de um veículo para na sequência entrar em outro do mesmo tamanho. O exemplo local onde essa é a prática é Campos de São José. A alimentação representada pela ECO realiza exatamente esse tipo de alimentação. Desta maneira, grandes terminais de serviço alimentador ao longo da cidade não necessariamente são a melhor solução. É preciso pensar caso a caso e aproveitar as oportunidades em que sim faz sentido ter serviço alimentador parcial aliado a operações eficientes nos corredores. Esse é o trabalho que será realizado no próximo relatório; avaliar as micro-bacias caso a caso para verificar o que se pode alimentar dentro do sistema.

O conceito que a FGV está ajudando a SEMOB a desenvolver é de encontrar um meio termo em que a operação de tronco-alimentação seja um benefício para o sistema. Não se trata de tronco-alimentar a cidade inteira, mas sim melhorar a performance dos corredores



nas avenidas radiais mais importantes com serviços flexíveis ligando os bairros distantes ao centro. Nestes corredores, poderiam coexistir linhas troncais que operam com maior intensidade nas avenidas radiais, e linhas coletoras que podem entrar e sair do corredor, a depender das demandas lindeiras ao longo do trajeto até o centro. É o conceito de corredores abertos, que são mais flexíveis e permitem diversos tipos de serviços e veículos. Além disso, é fundamental, de acordo com os especialistas e pesquisadores da FGV, que os corredores tenham boa penetração até o centro, por se tratar do maior polo de atração de viagens, haja visto a alta concentração de empregos. Outro ponto importante é a necessidade de garantir a exclusividade de operação do transporte público nestes corredores.

É neste contexto que o ônibus por demanda Complementar se insere. Em algumas bacias, parte das linhas é deficitária a partir do momento em que a demanda decai substancialmente. Isso ocorre, em teoria, nas áreas de menor densidade, onde o serviço sob demanda poderia funcionar como uma alimentação para os grandes corredores. Veículos menores, com trajetos que se adaptam às necessidades do usuário, seriam mais eficientes nestas regiões. Não existiriam grandes terminais, mas diversas áreas de integração, que devem favorecer o uso de modais ativos e a micromobilidade, como será detalhado mais adiante. Entretanto, esta maior eficiência nos extremos da cidade só seria compensadora caso não hajam perdas na integração com os corredores. Sem ganho de eficiência também nestes últimos a impedância da integração poderá se sobressair, reduzindo a qualidade do serviço percebida pelo usuário.

### **3.1. Busca por Bacias – Princípio Econômico**

Neste tópico será apresentado o princípio econômico que justifica a ideia de um sistema alimentador. De uma maneira geral, procuram-se regiões da cidade com baixa demanda, em que faça sentido ter um serviço alimentador parcial. A partir das definições das bacias, também poderão ser definidas as áreas de integração, levando-se em consideração as características da operação e do espaço urbano. Ainda que o princípio seja econômico, na prática a melhor forma de se encontrar as micro-bacias de alimentação é a partir da rede física como será discutido mais adiante.

O primeiro passo para se chegar nas bacias é identificar linhas atuais que poderiam ser cortadas, com o objetivo de ter um trecho alimentador e um trecho troncal. O trecho alimentador seria operado pelo serviço *on-demand* nas regiões de mais baixa densidade, enquanto o trecho troncal permanece sendo operado por ônibus convencionais. A questão central passa a ser como definir o ponto de corte, ou seja, a partir de qual quilômetro a linha poderia passar a ser operada de maneira alimentada. Conforme definido no modelo tarifário, esse cálculo deve levar em consideração a viabilidade financeira da linha como um todo. Dito de outra maneira, a racionalização da operação deve gerar ganhos financeiros que viabilizem a segmentação da mesma.

A lógica econômica diria que o ponto de corte para um sistema alimentado seria o ponto a partir do qual o custo marginal por quilômetro rodado seja maior que a receita marginal por quilômetro rodado. Os valores marginais são as taxas de crescimento ou decréscimo das funções de custo e receita, ou seja, é a mudança ocorrida no custo total ou receita total quando se aumenta ou diminui a provisão de transporte em uma unidade. Nesse caso, a unidade relevante é a quilometragem. Intuitivamente, quando o custo marginal é maior que

a receita marginal, a linha passa a ser deficitária, pois para cada quilometro rodado a mais o aumento de custos supera o aumento das receitas. Veja o exemplo ilustrativo para uma linha fictícia:

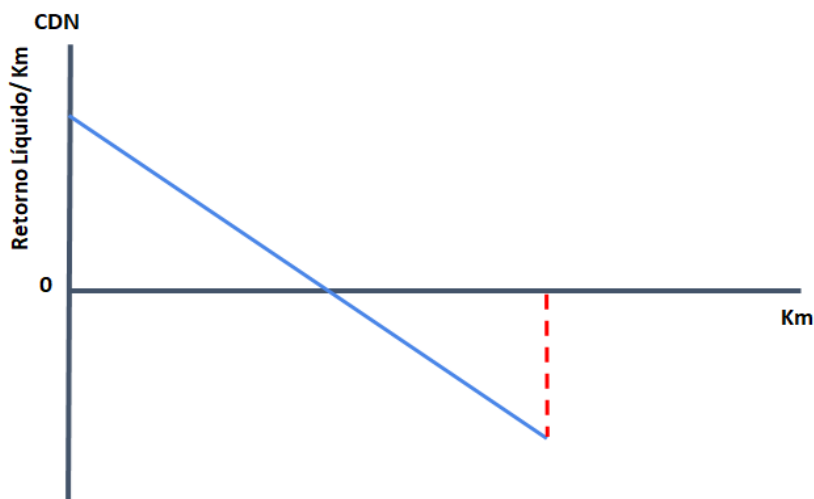


Figura 1 - Retorno líquido por quilômetro

Na Figura 1, conforme a linha sai do centro de negócio (CDN) em direção à periferia, o retorno líquido da operação (receitas menos custos) decai linearmente<sup>7</sup>. Fica claro nessa figura que os usuários de áreas com alta densidade (próximas ao CDN) subsidiam os usuários de áreas mais remotas, onde a densidade é mais baixa - é o conceito de subsídio cruzado. Esse subsídio é explicitado na Figura 2.

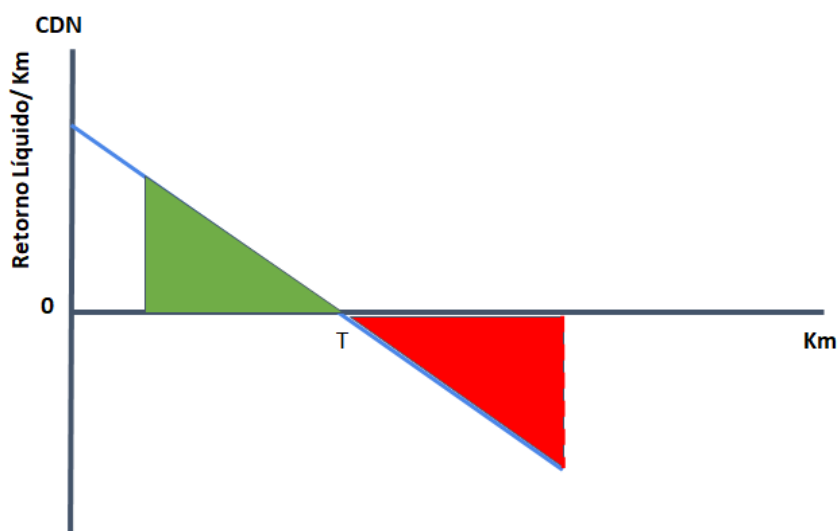


Figura 2 - Subsídio cruzado

<sup>7</sup> A função não precisa necessariamente ser linear. Utiliza-se uma forma funcional linear na figura somente para ilustrar o argumento.

Na Figura 2, o prejuízo para operar a partir do ponto T é compensado por parte da operação realizada antes de se alcançar esse ponto. Ou seja, o triângulo em vermelho é a região em que o custo marginal é maior do que a receita marginal - a região deficitária. Já a área em verde faz parte da região lucrativa e, por construção, é idêntica à área vermelha compensando a operação na parte deficitária do sistema. O trapézio em branco na Figura 2 que termina no eixo vertical do gráfico é onde se obtêm o retorno do capital investido. Assim, nessa versão estilizada, os usuários das áreas mais densas subsidiam os da área deficitária, o que faz com que a linha como um todo seja viável financeiramente.

As possibilidades de ganho surgem com a entrada do ônibus por demanda no sistema. Ele poderia entrar justamente no ponto T, onde a linha original começa a ter retornos líquidos negativos. Os ganhos vêm principalmente do fato de que ônibus menores precisam de menos densidade antes de começar a gerar prejuízos. Isso é ilustrado na Figura 3 onde a linha vermelha representa o retorno líquido de um veículo menor do que o ônibus, por exemplo, uma Van. Note-se que o veículo menor exauri seus ganhos com o aumento de densidade antes do que os veículos menores de maneira trivial: não há como agregar receita em um veículo lotado.

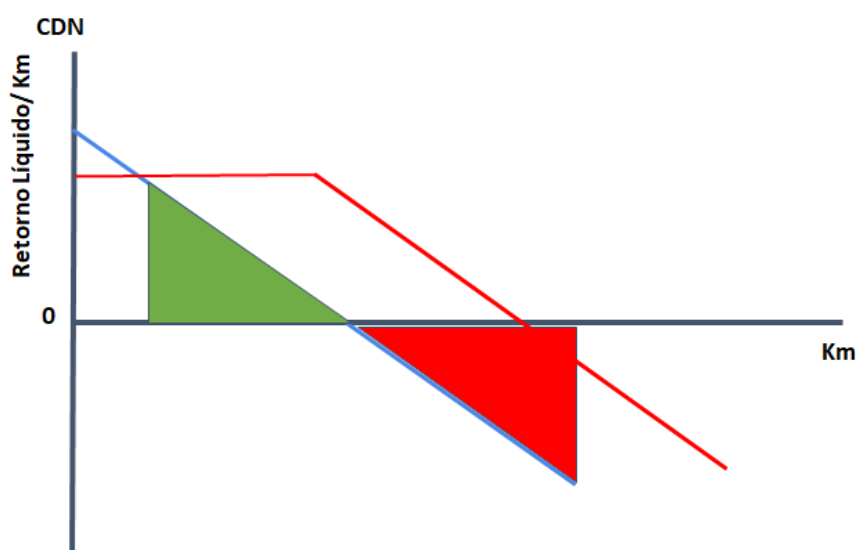


Figura 3 - Veículos menores entram no sistema

Se as economias dos veículos menores forem grandes, chega-se a um caso (otimista) como o ilustrado pela Figura 4. O serviço alimentador opera a partir do ponto de corte e eximindo a linha convencional de arcar com os custos da parte deficitária do gráfico - o convencional fica só com os lucros. Já o alimentador opera em parte superavitário e em parte deficitário, mas o importante é que a relação entre os dois componentes é mais lucrativa neste modelo. Os custos que o convencional deixar de arcar será menos do que proporcionalmente repassado para o alimentador. Os triângulos menores na Figura 4 ilustram esse argumento, já que eles são bem menores que o grande triângulo vermelho das figuras anteriores.

Se a estrutura fosse exatamente essa em São José dos Campos, seria possível reduzir o valor da tarifa com a alimentação e/ou aumentar a frequência. Isso porque o sistema troncal agora passou a ser altamente lucrativo e o sistema alimentador está pelo menos equilibrado. Uma redução de tarifa deixando toda a tarifa dos usuários que tomaram o sistema alimentado para o alimentador seria factível. Esse é o fato que precisa ser explorado economicamente no modelo proposto para São José dos Campos.

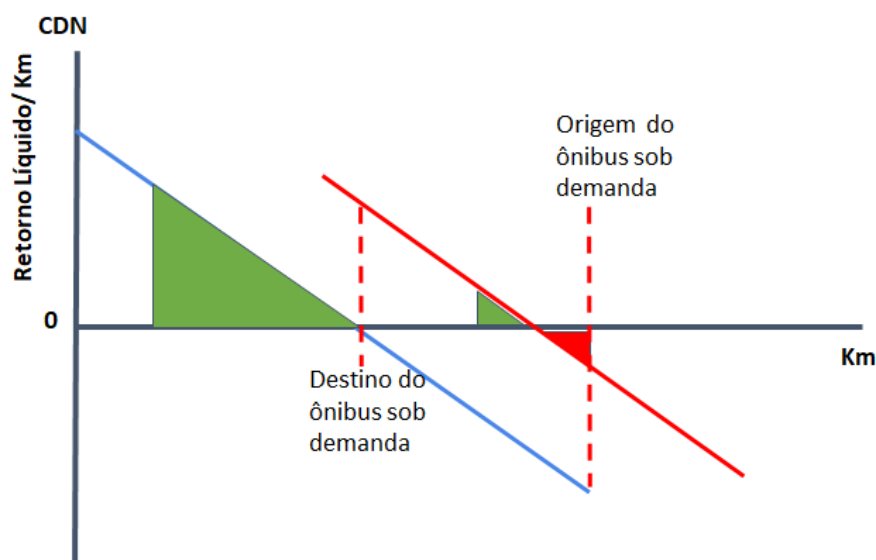


Figura 4 - Ganhos do serviço sob demanda Complementar

Mesmo que a estrutura de custos e receitas do serviço sob demanda Complementar não seja tão vantajosa, ainda assim ela será melhor do que o cenário de *status-quo*. A figura 5 ilustra um caso menos otimista, em que os ganhos são menos acentuados do que no caso da figura anterior. Mesmo neste caso, faz sentido racionalizar a linha fazendo a divisão dos trechos, pois toda a região G representa ganhos líquidos da alimentação.

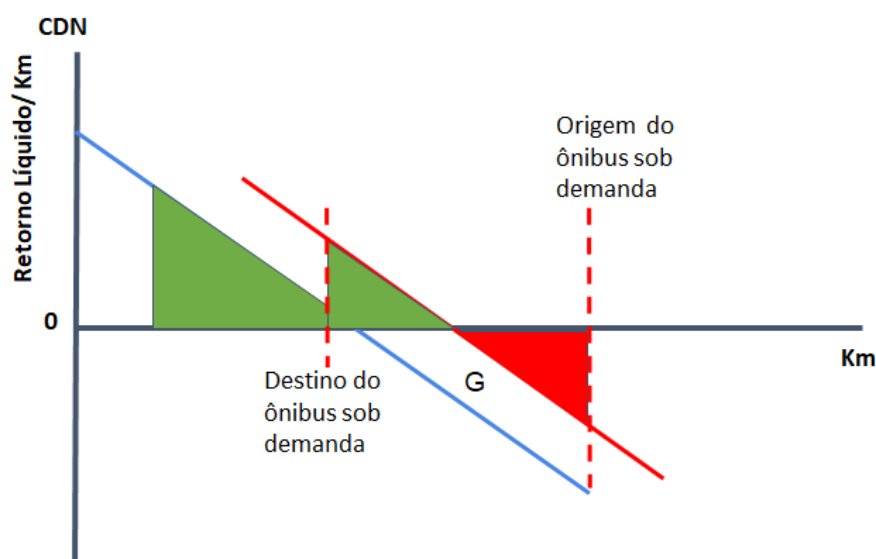


Figura 5 - Cenário mediano

Para entender melhor porque estamos afirmando que há um ganho econômico no sistema alimentado quando a distribuição da população é concentrada no centro basta levar em conta o fato de que veículos menores custam menos. Se não é necessário um veículo grande para atender à demanda tudo o que ocorre é uma redução de custo sem afetar a receita. Operar uma Van custa menos da metade do custo de operação de um ônibus padron, por exemplo. O fato de custar menos não significa que o sistema estará equilibrado em cada uma de suas componentes. Pode ser que mesmo com a redução de custos a parcela alimentada ainda seja deficitária. Mas certamente o sistema como um todo apresentou uma redução de custos. A grande questão que se coloca é se essa redução de custos veio associada a uma redução na qualidade do serviço dado o aumento no número de transbordos. Assim, além de avaliar o ganho de custos é necessário avaliar o tempo de deslocamento dos moradores das micro-bacias após uma possível mudança para um modelo tronco-alimentado.

### 3.2. Modelo operacional: princípios básicos

A partir do *benchmark* das experiências em outras cidades e das diretrizes do modelo físico-operacional que estrutura o transporte público de São José do Campos, a equipe da FGV desenvolveu uma primeira proposta na escala macro de serviço sob demanda que funcionaria como parte integrante do sistema da cidade. O serviço Complementar seria voltado para atuar em algumas regiões de menor densidade, como um serviço alimentador que conecta a periferia ao centro através dos corredores abertos. A principal referência do *benchmark* é o tipo *alimentador*, que guarda muitas das características desejáveis ao modelo elaborado para São José dos Campos, mas os tipos *muitos para muitos/muitos para poucos* e *desvio de rota* também servem de inspiração para o serviço Complementar para garantir a universalidade do sistema como discutido anteriormente.

O princípio que justifica uma reestruturação da rede atual é a conclusão de que a rede atual é ineficiente economicamente. Se fosse possível reduzir essa ineficiência a cidade poderia reduzir a tarifa ou melhorar a qualidade do serviço ou realizar ambas as coisas. Em outras palavras, uma redução da ineficiência poderia ser utilizada integralmente ou parcialmente para melhorar a eficácia do sistema.

O diagnóstico realizado anteriormente mostrou que a rede é predominantemente radial e com muitas linhas porta a porta. Essa configuração acaba gerando ociosidade da frota em trechos com muita sobreposição de linhas o que redundava em frequências exageradas para os volumes de demanda. A outra consequência é a proliferação de linhas longas e de baixa frequência, com impacto negativo na regularidade e na confiabilidade dos serviços. Adicionalmente notamos pouca priorização ao transporte público nos principais corredores. Entretanto os elevados tempos de viagem em ônibus ocorrem mais pela extensão dos itinerários e da estrutura da rede viária do que por velocidades baixas nos corredores. Esse diagnóstico indica que é possível melhorar a eficiência do sistema sem a necessidade de grandes obras viárias. Evidentemente há limites para essa estratégia mas pretendemos explorá-la ao máximo na proposta que segue.

As Figuras 6 e 7 ilustram a ineficiência da rede a partir de um ponto da pesquisa de “Frequência Observada dos Veículos” (FOV) realizada pela SEMOB com o apoio do Cepesp. Observando o ponto 25 localizado na Avenida José Longo, observamos que em poucos casos temos o veículo lotado não obstante esse ponto se localize um pouco antes do principal local de desembarque no pico da manhã quando a pesquisa foi realizada. O cenário mais usual são veículos com alguns assentos vazios seguido por veículos com poucos passageiros em pé.

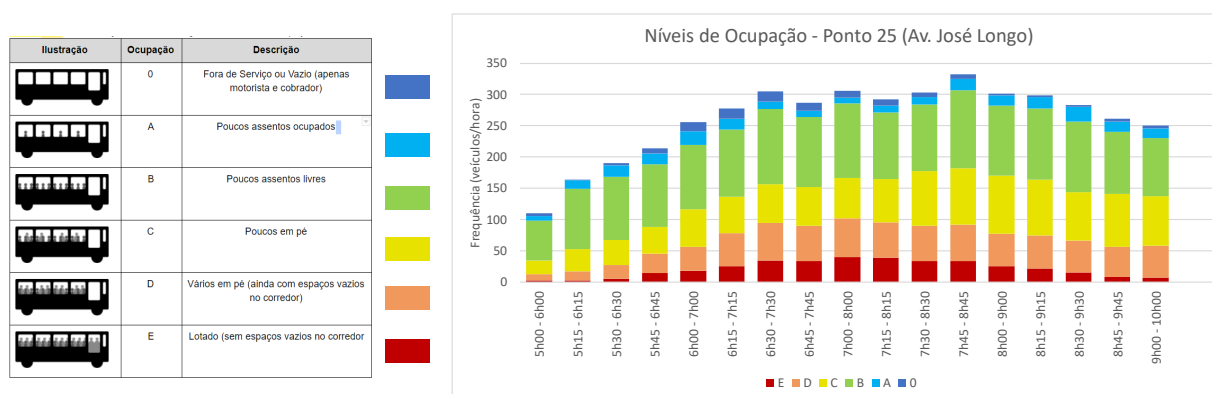


Figura 6: Resultados da Pesquisa FOV para o Ponto 25

Transformando esses dados categóricos em uma medida contínua chegamos a capacidades ociosas da ordem de 50% num ponto onde seria esperado uma ociosidade bem mais baixa. A pequena frequência de ônibus sem espaços vazios no corredor é até desejável; mas reduzir o número de veículos com assentos livres certamente daria maior eficiência econômica ao sistema. O problema é que ao cortar veículos simplesmente aumentamos o *headway* do sistema e, portanto, o tempo de espera o que desincentiva o uso do transporte público. A alternativa é utilizar veículos menores dentro do sistema o que via de regra redundava em um aumento no número de transbordos. Esse é o *trade-off* com o qual precisamos lidar para de fato reestruturar uma rede: melhorias de eficiência que geram perdas no tempo generalizado de deslocamento não são necessariamente desejáveis.

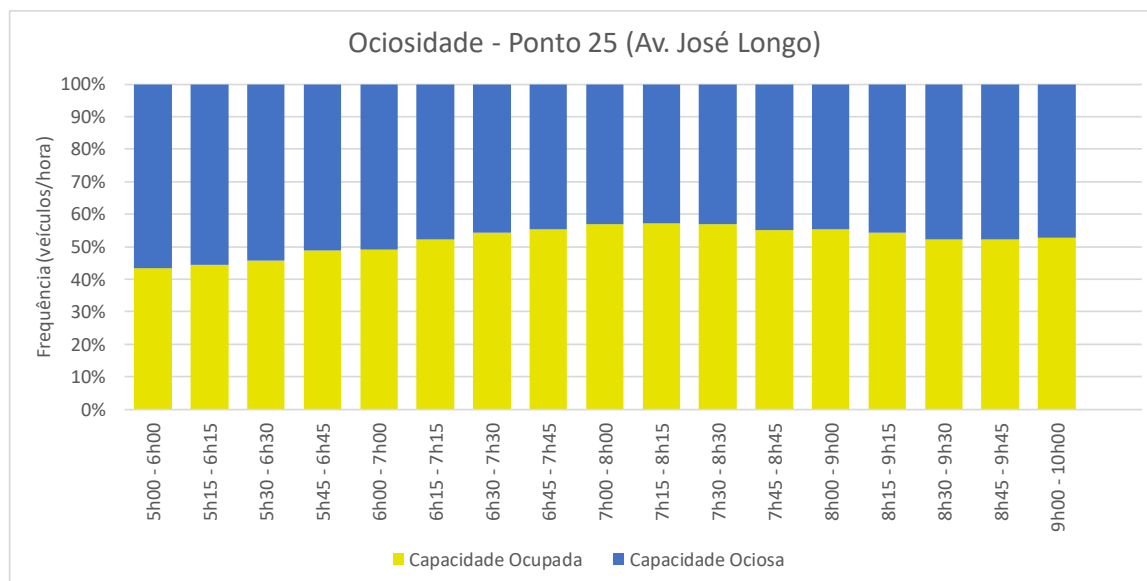


Figura 7: Ocupação veicular estimada a partir da FOV

Assim, a estratégia que será adotada consiste em redesenhar a rede tendo como referencia um modelo tronco-alimentado mas respeitando o fato de que a estrutura viária de São José dos Campos atualmente não é efetivamente apta a um modelo desse tipo. Além disso há um fato inexorável nos transportes: os usuários são tipicamente conservadores. Mudanças de linhas são tipicamente mal vistas. Uma mudança que não gere nenhum ganho de tempo seria certamente criticada. Adicionalmente, a população pune transbordos mais pesadamente do que tempos dentro do veículo como discutido anteriormente. Esses dois fatores colocam restrições adicionais à proposta de racionalização da rede.

### 3.3 Corredores

O nosso primeiro passo para definir o modelo operacional proposto para São José dos Campos é dividir o sistema em 3 tipos: troncal, alimentadora e secundária. O tronco foi definido trivialmente a partir das vias da cidade com maior densidade de viagens o que foi encontrado a partir do modelo de simulação desenvolvido pela equipe do Cepesp e ilustrado na Figura 8. Não é uma coincidência o fato de que as vias com maior volume de demanda sejam também as vias com maior espaço de rolamento. Dada esse fato essencialmente tautológico podemos definir os corredores de um sistema a partir da demanda ou da oferta.

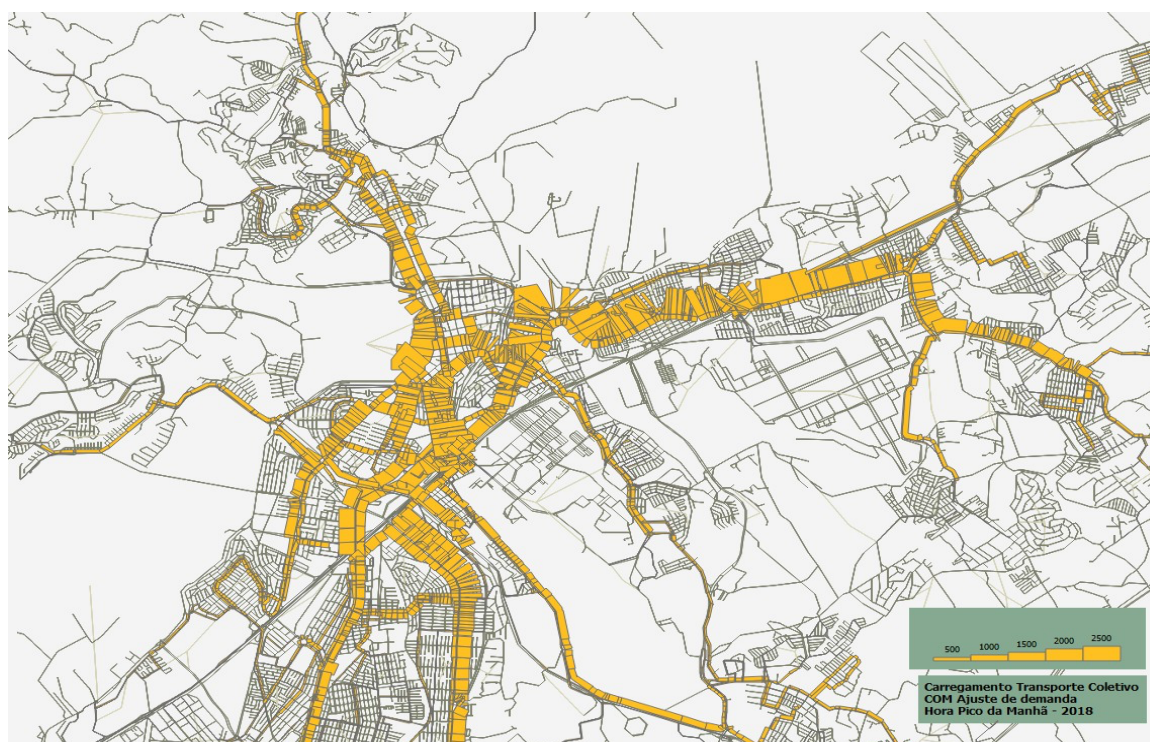


Figura 8: Simulação da densidade de viagens por via de São José dos Campos

A Figura 9 apresenta um resumo do modelo macro que será estudado. O que estamos denominando de tronco ou corredor aparece em destaque azul na Figura e é obviamente um rebatimento das vias com maior carregamento da Figura 8. Em vermelho aparecem as linhas que denominamos de secundárias. Finalmente, em cinza aparecem as áreas candidatas a oferecer um serviço alimentador que seria ofertado no modelo sob demanda como discutido anteriormente. Temos 11 áreas alimentadoras nessa primeira proposta sendo 4 a leste (Eugênio de Melo, Jardim Santa Inês, Parque Novo Horizonte e Campos de São José); 2 a sudeste (Jardim Uira e Sudeste); 2 a sul (Parque Interlagos e Extremo Sul); Urbanova a oeste; Noroeste e Norte.

Como podemos notar há uma série de linhas secundárias com uma oferta considerável de veículos. Não sabemos se essas linhas estão ou não ociosas algo que será o tema dos próximos produtos. Por outro lado, também notamos que algumas linhas provavelmente realizam o transporte porta a porta. Em alguns casos isso significa que estão conectando bairros não centrais (um serviço bairro-a-bairro). Esse é o caso de algumas linhas no Sul da cidade. Por outro lado, algo que se pode observar a norte da Via Dutra, o serviço secundário também está levando passageiros ao centro diretamente sem passar pelos corredores principais. Finalmente, parte do viário marcado em vermelho na Figura 9 na região central é simplesmente um binário do corredor.



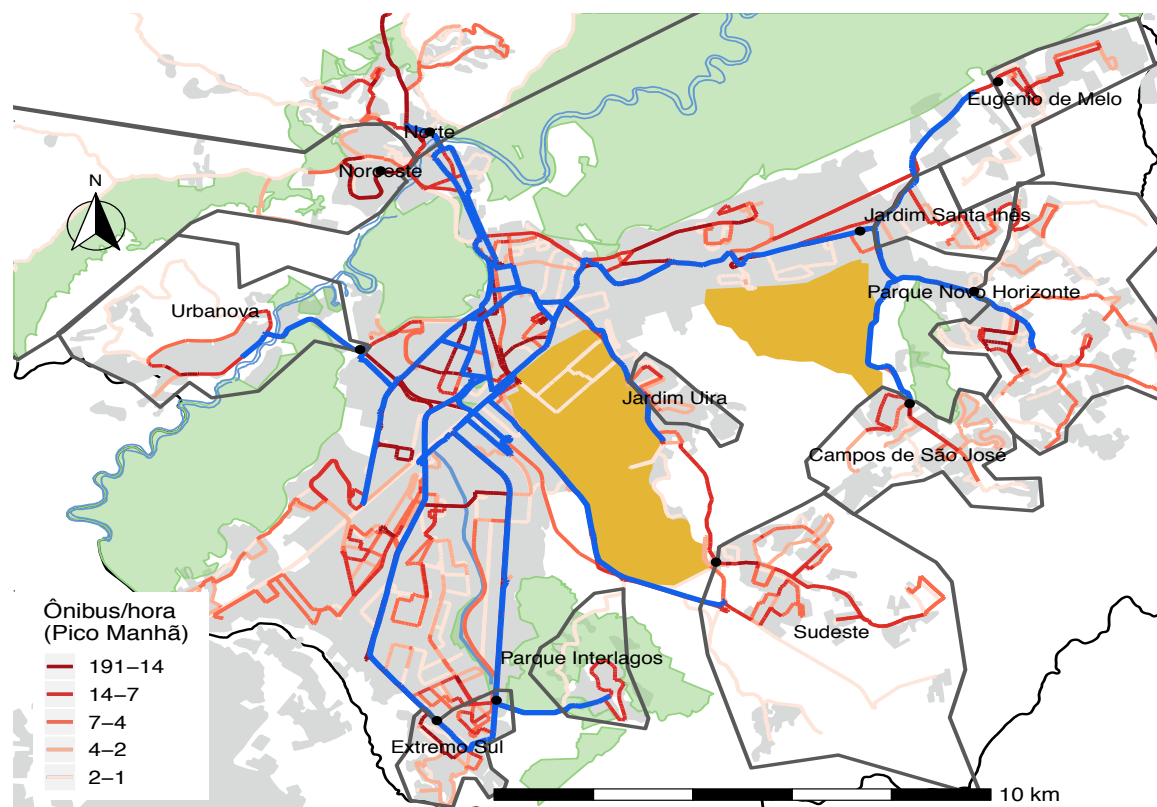
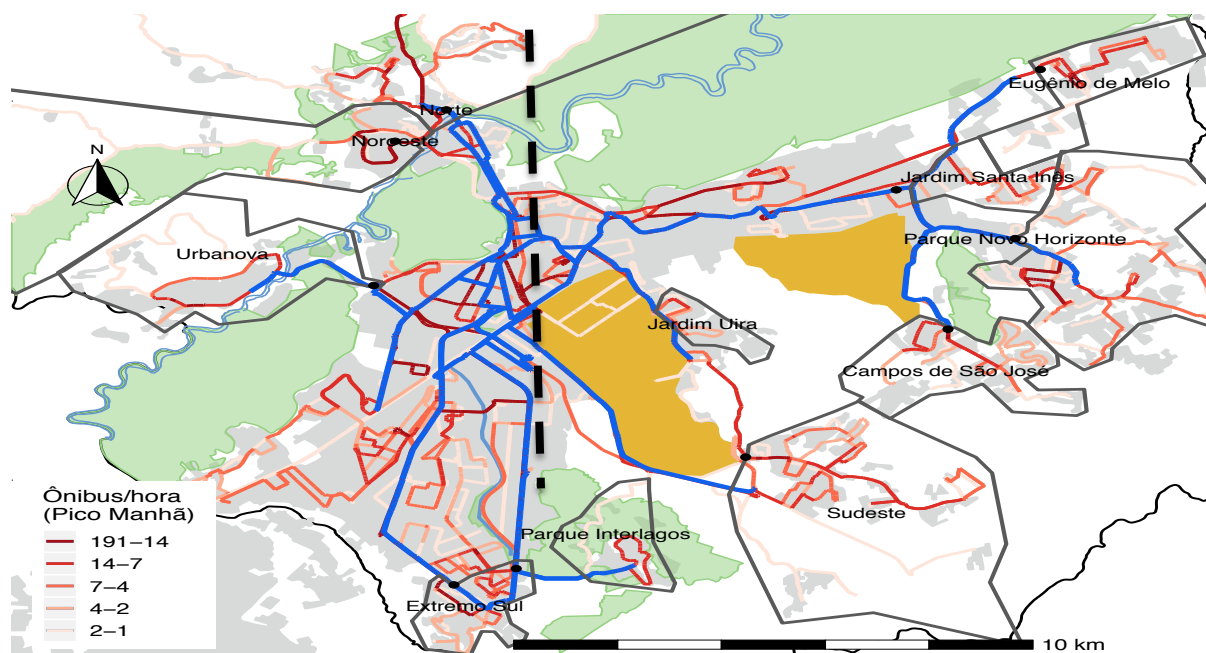


Figura 9: Proposta Inicial de Troncalização do Sistema

A primeira questão de um modelo operacional com vistas à concessão do sistema de transportes é como dividir o sistema. Em primeiro lugar eliminamos a hipótese de apenas uma empresa operando todo o sistema. Consideramos muito arriscado essa alternativa de monopólio do sistema. A segunda questão se refere às três modalidades referidas anteriormente. Potencialmente poderíamos conceder separadamente os corredores, o sistema secundário e a parcela alimentadora do sistema. Em relação a isso temos duas possibilidades a serem exploradas: na primeira separamos a concessão da alimentação e do troncal somado ao secundário; na segunda opção juntamos todas tipologias. Em ambos os casos não recomendamos a separação do sistema secundário.

Em termos de divisão geográfica temos essencialmente duas propostas a serem avaliadas pela prefeitura. A primeira seria dividir o sistema com um corte vertical no qual o consórcio vencedor do lado oeste desse corte ficaria responsável pelos corredores e sistemas secundários que nascem no Parque Interlagos, Extremo Sul, Urbanova, Noroeste e Norte ficando o outro vencedor da concessão com os demais corredores e sistemas secundários. Essa opção aparece na Figura 10.



**Figura 10: Divisão do sistema em duas grandes áreas de concessão**

Uma outra alternativa seria realizar a concessão por corredor. Nesse caso podemos identificar 8 corredores a partir da micro-bacia onde eles iniciam. Teríamos então um corredor iniciando no Sudeste, um iniciando no Parque Interlagos; um iniciando no Extremo Sul; um iniciando em Urbanova; um iniciando no Norte; um iniciando em Eugênio de Melo; um iniciando em Parque Novo Horizonte; e um iniciando em Campos de São José. Esses últimos 3 corredores (todos localizados no leste) são mais problemáticos pois os três corredores se encontram ainda distantes do centro e seguiriam juntos até o centro gerando algumas dificuldades operacionais mas, sobretudo o fato de que não seria tão evidente a divisão das linhas secundárias que estamos propondo, grosso modo, manter na concessão do sistema principal. As outras micro-bacias não dão origem a um corredor de fato.

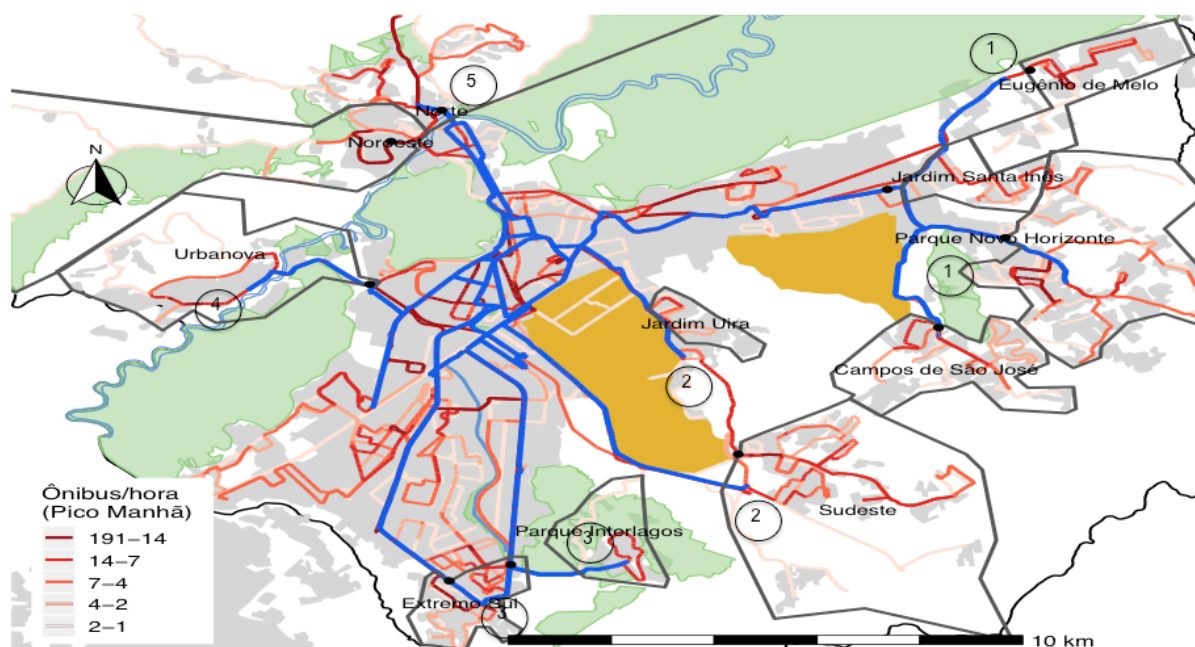


Figura 11: Divisão do sistema em cinco corredores

Em ambas propostas o sistema não é simétrico. Na divisão em duas áreas o lado oeste seria bem maior do que o lado leste. Na proposta de divisão por corredores há corredores com uma demanda bem maior do que outros. Notadamente os corredores 1 e 3 teriam uma demanda bem superior aos corredores 4 e 5. Seja qual for a divisão geográfica para a sua concessão, um dos princípios para a parte macro do modelo operacional é que seja possível melhorar o fluxo no corredor. Uma série de consequências decorrem desse princípio. Uma delas é procurar reduzir o número de linhas no mesmo para que seja mais viável sua operação.

Para reduzir o número de linhas a nossa estratégia foi tentar aproximar o sistema de um modelo tronco-alimentado. Estamos cientes que um modelo tronco-alimentado para funcionar na sua plenitude precisaria de algumas obras. Dado que não temos como nos comprometer com obras futuras a proposta inicial seria se concentrar na racionalização da rede além de propor pequenas obras que seriam viáveis de se contratar em um prazo curto. No fundo, o nosso diagnóstico mostrou que, no caso de São José dos Campos, a velocidade nos corredores não é um problema exacerbado como em outras cidades (como São Paulo, por exemplo). Assim, uma priorização acompanhada de uma racionalização do sistema provavelmente daria o fluxo necessário para o seu bom funcionamento.

Há dois tipos de possibilidades dentro do conceito de corredor aberto. A primeira é que seja permitida a entrada de linhas se iniciando fora do corredor de alta frequência. A segunda é permitir que linhas lindeiras ao corredor adentrem o mesmo em um ponto intermediário. Em princípio podemos permitir que os dois tipos de flexibilização ocorram. A entrada no corredor de linhas que se estendem para a periferia afeta menos a eficiência operacional do que a entrada em pontos intermediários. O efeito dessa flexibilização, porém é que em geral não é possível fixar a tipologia de veículos.

É necessário realizar alguns ajustes à rede selecionada simplesmente a partir das frequências simuladas pelo modelo. Nessa nossa primeira aproximação os ajustes foram bem pequenos. Essencialmente esticamos o corredor que passa pelo Jardim Uira até o sudeste pois há uma linha realizando esse circuito com uma frequência relativamente baixa. Temos algumas dúvidas sobre essa extensão mas seguiremos com a mesma que deve ser validada a posteriori.

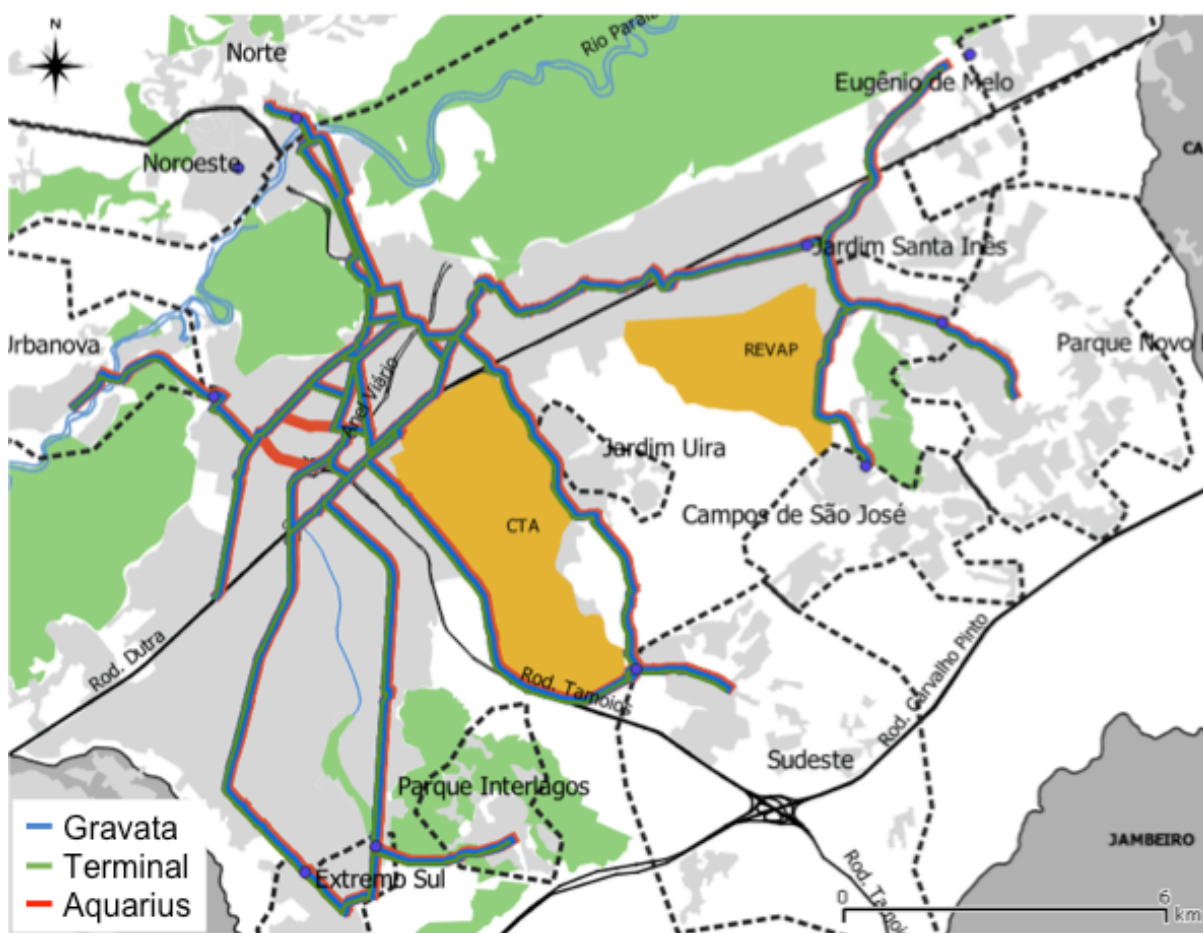


Figura 12: Proposta esquemática de corredores

Na Figura 12 apresentamos uma representação esquemática do que poderia ser um sistema troncal dentro da rede de São José dos Campos. A hipótese por trás desse desenho esquemático é que há três destinos principais dentro da rede: o terminal central (onde se localizava a antiga rodoviária); a chamada “gravata”; e Aquarius, o sub-centro de São José dos Campos na porção sudoeste da cidade. Implicitamente esse esquema está

assumindo que garantindo esses três destinos, seria possível garantir o grosso dos deslocamentos da cidade. Para entender melhor o que queremos dizer com isso as Figuras 13, 14 e 15 mostram um exemplo para a porção leste da rede.

Nesse exemplo, teríamos apenas três linhas saindo das quatro microbacias do leste (Eugênio de Melo; Jardim Santa Inês; Parque Novo Horizonte; e Campos de São José). Cada uma delas chegaria em um dos destinos principais descritos acima. É fácil de ver que todas as linhas se encontram no ponto mais central do Jardim Santa Inês, ponto a partir do qual a frequência de veículos seria necessariamente alta ao longo da Avenida Pedro Friggi desovando na Avenida JK. Para garantir uma operação eficiente seria necessário um terminal ou pelo menos uma rotatória nesse ponto de encontro e alguma forma de incentivo financeiro para que a(s) concessionária(s) operando nesse ponto garantisse a uniformidade nos intervalos entre os veículos.

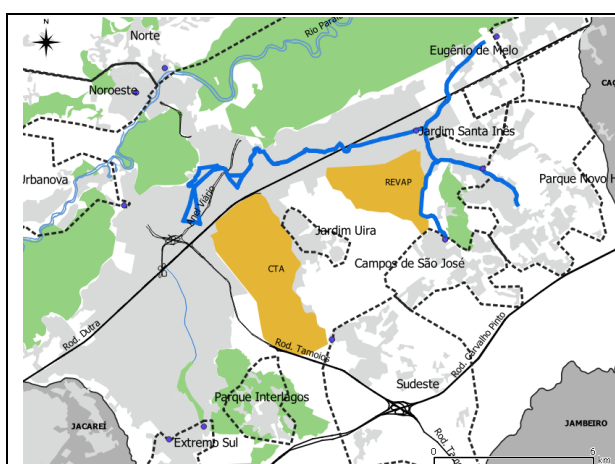


Figura 13: Linhas do leste com destino à “gravata”

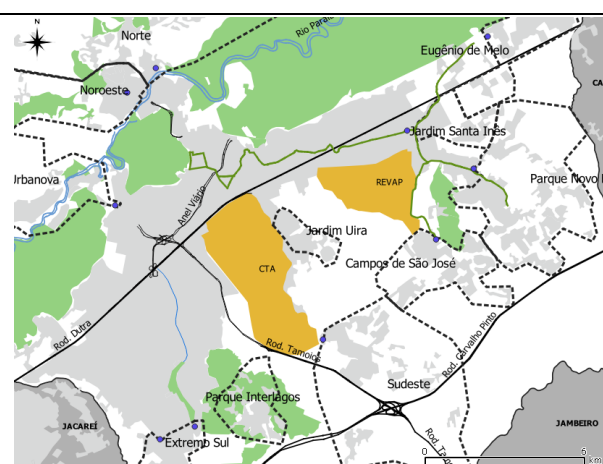


Figura 14: Linhas do leste com destino ao terminal central

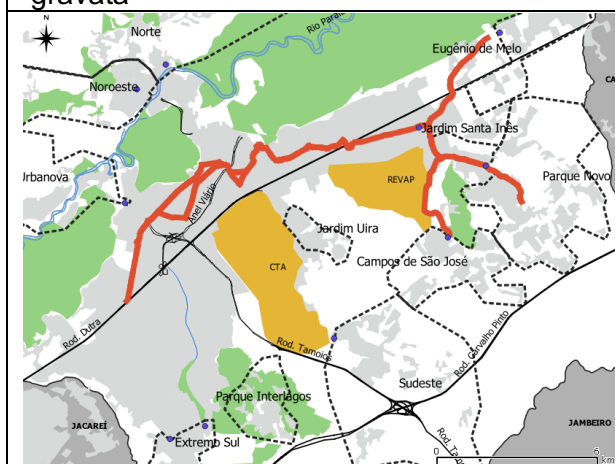


Figura 15: Linhas do leste com destino ao Aquarius

Algo relevante para o bom funcionamento dos corredores do ponto de vista dos usuários se refere à qualidade do serviço independente de sua racionalização. Um sistema muito bem dimensionado pode oferecer um serviço mediano ou até mesmo ruim se os operadores 1. Não entregarem a frequência planejada e/ou 2. Não mantiverem uma distância consistente

entre os veículos. Diversas concessões se concentraram no item 1 o que gerou um sistema ainda problemático dado o “comboiamento” de veículos.

O item 1 é relativamente fácil de se controlar. Digamos que o *headway* seja de 10 minutos, ou seja, 6 ônibus por hora. Se houver apenas 5 há uma punição grande. No caso de Londres, por exemplo, a punição é integral: a empresa não recebe por esse veículo. Em um sistema que paga por passageiro teria que se realizar uma conta do valor que esse ônibus representa no custo para definir a multa que em geral está acima de 50% desse valor. Claro que é necessário admitir que seja cumprido fora da hora, mas próxima dela. Uma medida razoável é permitir que se conte o *headway* entrando na hora seguinte. Ou seja, no nosso exemplo de 6 veículos por hora, a empresa poderia solicitar que se considerasse uma partida realizada em até 10 minutos na hora seguinte. Com essa solicitação, o veículo partindo na hora seguinte não poderia ser considerado dentro dela evidentemente.

O problema dessa solução simples para a questão das partidas é que ela não diz nada sobre o intervalo. Na prática acaba até incentivando o comboiamento: na luta por cumprir o número de partidas exigidas dentro da hora a empresa pode dar diversas partidas simultaneamente. A solução inovadora de Londres foi exigir uma meta de variação sobre o intervalo. Empresas que ficam acima da meta são punidas, mas empresas que ficam abaixo da meta são premiadas. Por exemplo, se exigirmos um desvio padrão de 2,5 minutos no exemplo acima, 95% das vezes o intervalo entre os veículos ficaria entre 5 e 15 minutos. O cuidado que precisa ser tomado é que não basta controlar o desvio padrão na partida. É necessário tomar o dado em diversos pontos do circuito. Essa exigência é chave e deveria ser adotada na concessão, na nossa visão, mas exige um grau elevado de capacidade de planejamento da operação por parte do concessionário e a criação de um sistema de controle por parte da prefeitura o qual podemos elaborar.

### 3.4. Sistema Alimentador

A proposta é racionalizar o sistema alimentador sob o ponto de vista operacional, financeiro e de conforto dos usuários. Inicialmente analisaremos as linhas com baixa frequência que são candidatos naturais para uma racionalização do sistema. Em situações de baixa demanda, para ter um número de usuários que balanceie receitas e custos, os operadores acabam reduzindo o número de ônibus em circulação. Nas regiões de baixa ou média densidades é também comum que algumas linhas tenham que fazer trajetos tortuosos dentro do bairro em busca de passageiros, com o objetivo de viabilizar financeiramente a operação nestas áreas. Isso acaba representando uma impedância para os usuários, aumentando o tempo de deslocamento. Além destes problemas, a operação de ônibus grandes nestas áreas não é a mais adequada sob o ponto de vista de estrutura do viário, pois as ruas costumam ser mais estreitas e, portanto, mais suscetíveis aos impactos do peso e tamanho dos veículos, prejudicando a operação.

Uma vez identificadas as linhas que possuem trechos com características alimentadoras, mas que atuam de forma pouco racional, passa-se a substituir a operação, nas áreas de mais baixa densidade, pelos ônibus sob demanda. A ideia é cortar os trechos de *last-mile* que são deficitários e irracionais de algumas linhas, trocando-os por um modelo mais flexível, eficiente e que agrada o usuário. Não se trata necessariamente de extinguir linhas, mas sim encontrar o ponto ótimo de operação. Boa parte das linhas já tem dois componentes estruturantes em seu trajeto: um componente alimentador nas áreas periféricas e um componente troncalizado quando a linha passa a utilizar avenidas que

ligam o centro. O ganho de eficiência operacional está em melhorar a operação nos corredores, tornando-os mais rápidos e com boa frequência, ao mesmo tempo em que se mitiga os problemas mais comuns dos trechos alimentadores.

Ônibus sob demanda de caráter alimentador podem circular pelo bairro com trajetos flexíveis, porém seguindo uma rota previamente determinada por softwares de otimização. Dentro de um ciclo, o ônibus segue no sentido das áreas de integração, onde será possível fazer a conexão com a rede estrutural. Neste percurso ele atende os pedidos de usuários que estão dentro da otimização de rota, feita pelo software do aplicativo. Completa-se um ciclo quando o ônibus cumpre seu papel alimentador, depois de percorrer o bairro. Depois disso ele pode recomeçar um novo ciclo, com a flexibilidade de levar passageiros no sentido da volta, ainda que menos carregado.

O modelo tronco-alimentado apresenta algumas vantagens. Em primeiro lugar os custos operacionais são mais baixos devido ao tipo de veículo que seria utilizado. Veículos menores e mais leves costumam ser mais baratos que ônibus grandes. Em segundo lugar, com o tempo a otimização dos softwares de compartilhamento sob demanda começam a encontrar as melhores rotas para atender a demanda real de uma determinada região. Possivelmente, o sistema será capaz de cobrir uma área menor com menos veículos, melhorando os fluxos financeiros. Potencialmente seria possível melhorar a frequência sem aumento de custos.

O grande problema é que um sistema onde o mesmo veículo realiza as duas funções (alimentador e trocal) implica em menos transferências do que um sistema em que as funções são separadas. Transferências aumentam o tempo total de deslocamento e são tipicamente punidas pelos usuários por conta do aumento de risco: não se sabe ao certo quanto tempo será necessário para a chegada do próximo veículo. Assim, mesmo que o tempo médio permaneça constante, o aumento na variância implica em uma piora do serviço. Não se trata de uma percepção do usuário simplesmente; menos precisão em relação ao tempo total de viagem significa que é necessário antecipar partidas para reduzir a probabilidade de atrasos em compromissos com hora determinada.

Há um caso em São José dos Campos no qual esse problema não deve ocorrer. Em Campos de São José o sistema já foi troncalizado porém com veículos convencionais. Essa experiência deixou o usuário bastante receoso com um modelo tronco-alimentado, evidentemente. Por outro lado, a simples mudança para veículos menores pode alterar substancialmente a qualidade do serviço. A Figura 16 mostra como essa alimentação funciona hoje em dia.

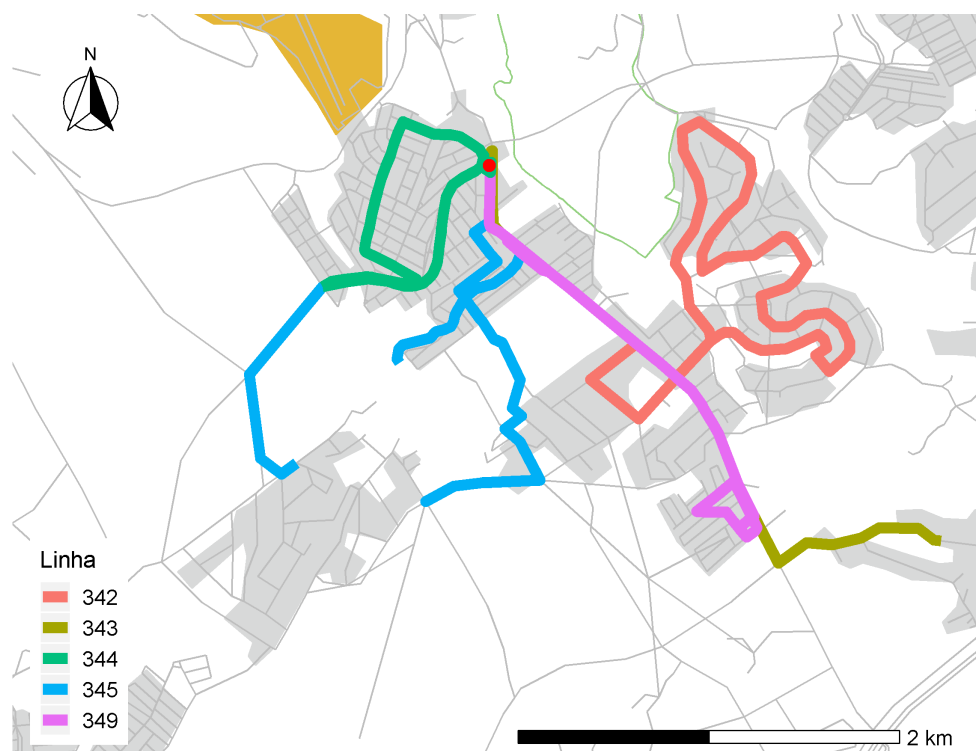


Figura 16: Rota das linhas de alimentação em Campos de São José

A linha 342 é um ótimo exemplo da crítica anterior de que é necessário realizar trajetos tortuosos para viabilizar financeiramente uma linha em locais de baixa demanda. Se o serviço fosse ofertado com veículos menores poderia ser possível oferecer, por exemplo, três rotas diferentes reduzindo consideravelmente o tempo de deslocamento dos passageiros que são recolhidos no início do ciclo. O segundo ponto é que as linhas 342, 343 e 349 todas desembocam no mesmo viário para chegar até o terminal (ECO). Se as linhas troncais se estendessem por esse viário, o sistema alimentador não precisaria usar essa via. Em outras palavras, o modelo de alimentação que estamos propondo para a nova concessão em São José dos Campos não segue o modelo da ECO pois realiza a alimentação com veículos menores e escapa um pouco do modelo de terminal ao permitir a extensão das linhas troncais.



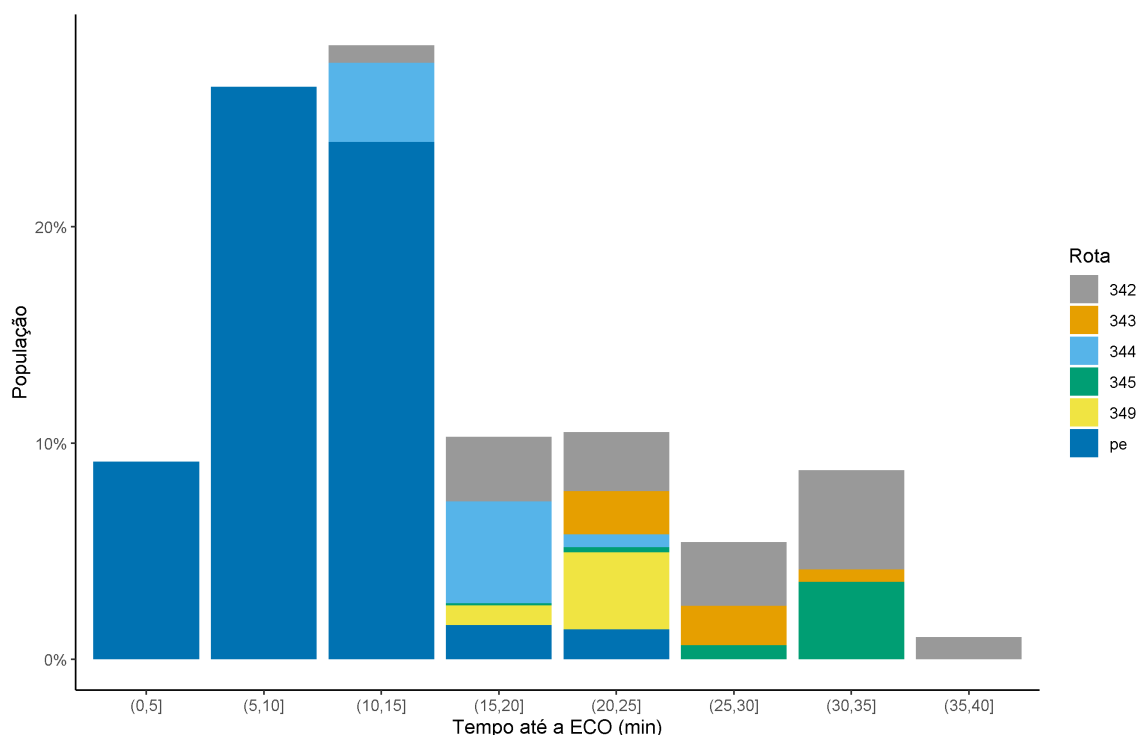


Figura 17: Distribuição do Tempo de Viagem por Linha

A Figura 17 ilustra em tempos de viagem a nossa crítica. A linha 342 chega a levar de 35 a 40 minutos para levar o passageiro até o ECO sem considerar o tempo de espera. Porém há passageiros que levam de 10 a 15 minutos. Os trajetos tortuosos tipicamente têm essa característica de que o seu tempo de viagem será bastante prejudicado dependendo o ponto de entrada no veículo. As outras linhas apresentam menos variação mas essencialmente não competem com o deslocamento a pé para circuitos que podem ser realizados em até 15 minutos. O que se esperaria do sistema de Campos de São José seriam tempos de deslocamento da ordem de 10 a 20 minutos no máximo.

Vale destacar que, em relação à mudança na frota, São José dos Campos apresenta uma grande vantagem nesse sentido, pois além do serviço AcessoJá há o serviço alternativo, que também faz uso intenso de vans. Os aprendizados acumulados serão úteis no planejamento da operação do sob-demanda. Além disso, os usuários da rede já estão acostumados com a utilizar o sistema de vans. Por esses motivos, há grandes chances que o veículo prioritário para o serviço sob demanda seja de fato vans. Em particular, considerando que esses operadores já estão cadastrados na prefeitura recomendamos que essa frota seja aproveitada preferencialmente na nova concessão. Vale destacar que, como discutido no *benchmark*, em geral, no processo de implementação dos ônibus por demanda, as agências de transporte se valem da experiência acumulada com serviços de paratransito e muitas vezes chegam até a adaptar parte da frota do paratransito para o *sob demanda*.

A segunda mudança se refere a uma nova visão do formato de integração. Diferentemente do modelo convencional de terminais propomos o conceito de “áreas de integração”. Os terminais de ônibus possuem desvantagens como, por exemplo, a necessidade de espaço amplo e uma operação mais complexa. As áreas de integração não seriam equipamentos públicos com alta taxa de ocupação do solo, nem abrigariam operações muito complexas.

Por outro lado, elas possuem uma característica especial, que no marco inovador do projeto é fundamental: o incentivo à multimodalidade.

As áreas de integração não apenas servem ao objetivo de conectar a alimentação com a rede estrutural. Elas são pontos em que se concentram facilidades ao usuário, em um contexto urbano vantajoso. O incentivo à multimodalidade é uma premissa de um modelo inovador de cidade, pois existem amplas vantagens em planejar uma rede completamente integrada, que oferece múltiplas opções de transporte para os cidadãos. No conceito de áreas de integração devem ser previstas facilidades como bicicletários, ciclovias, pontos de parada de patinetes, estacionamentos, desenho urbano que favoreça o modo à pé, entre outros. Não se trata apenas de incentivar o transporte ativo, mas também a micromobilidade. De maneira geral, as áreas de integração poderão representar um salto na qualidade da alimentação e um incentivo para que essa perna ocorra através de múltiplos modais.

No entanto, cabe um alerta, as áreas de integração devem tanto fazer sentido sob o ponto de vista operacional como sob o ponto de vista de desenho urbano. Ou seja, em primeiro lugar, as áreas de integração devem estar posicionadas em pontos estratégicos para que o serviço alimentador opere de maneira eficiente. A eficiência está relacionada ao ponto de corte das linhas convencionais, onde elas passam a ter retornos marginais menores do que os ganhos marginais como discutido anteriormente. Porém pode ser que a rede viária não sustente a operação de uma área de integração, por mais simples que ela seja. É possível que seja sempre necessária a criação de um terminal na prática, mas o ponto aqui é tornar o terminal, se necessário, o mais simples possível. Em segundo lugar, deve-se levar em conta o desenho urbano na hora de se decidir onde será implementada uma área de integração. Idealmente, deve-se dar preferência a regiões da cidade que são naturalmente polos atratores e geradores de viagens. Regiões com concentração elevada de atividades comerciais, por exemplo, ou próximas a equipamentos públicos como hospitais e escolas. As áreas de integração, como o próprio nome já diz, tem o potencial de tornar a rede cada vez mais integrada, elevando a qualidade do sistema público e em consequência o tráfego da cidade como um todo.

O terminal ECO é o único caso troncalizado no sistema de transporte público de São José dos Campos. Vale a pena olhar como está funcionando o sistema mais usual no qual os veículos realizam as duas funções. Para visualizar essa situação na prática a Figura 18 ilustra o que está ocorrendo na bacia Sudeste. A imagem não é muito distinta do que se observa em Campos de São José exceto que as rotas levam ao centro que, em muitos casos, pode ser o destino final dos usuários. Enquanto nas rotas servindo a ECO qualquer ganho de frequência ou de tempo de deslocamento significa uma melhoria incontestável do sistema essa não é a realidade de nenhuma outra bacia.

Por outro lado, nas bacias nas quais a alimentação não está segmentada, a decisão de segmentação implicaria em aumento de frequência na parte troncal sem a necessidade de alteração na frota. O problema é que esses ganhos de frequência precisam ser suficientes para compensar o aumento no número de transferências. Em geral, como discutido em outras seções, o usuário exige um ganho médio no tempo de deslocamento maior do que a perda de tempo média gerada pela transferência adicional. No entanto, quanto menor a incerteza no tempo de espera, menor será a “punição” pela transferência adicional.

No caso do Sudeste, a área de integração é bastante clara e dada pela estruturação urbana prévia do bairro. Ao contrário do que se esperava, o ECO não gerou serviços urbanos no

seu entorno mostrando, uma vez mais, que o transporte não é capaz de alterar a estrutura urbana. Uma cidade bem planejada implica que tanto o transporte segue o desenvolvimento urbano como o urbano se densifica (e se torna mais completo) com melhorias no transporte em um processo retroalimentado. O que estamos propondo aqui para as bacias é que se faça planejamento de fato das zonas periféricas. Tipicamente as cidades brasileiras têm deixado o planejamento urbana bastante de lado. Quando há algo nesse sentido ocorre essencialmente no centro.

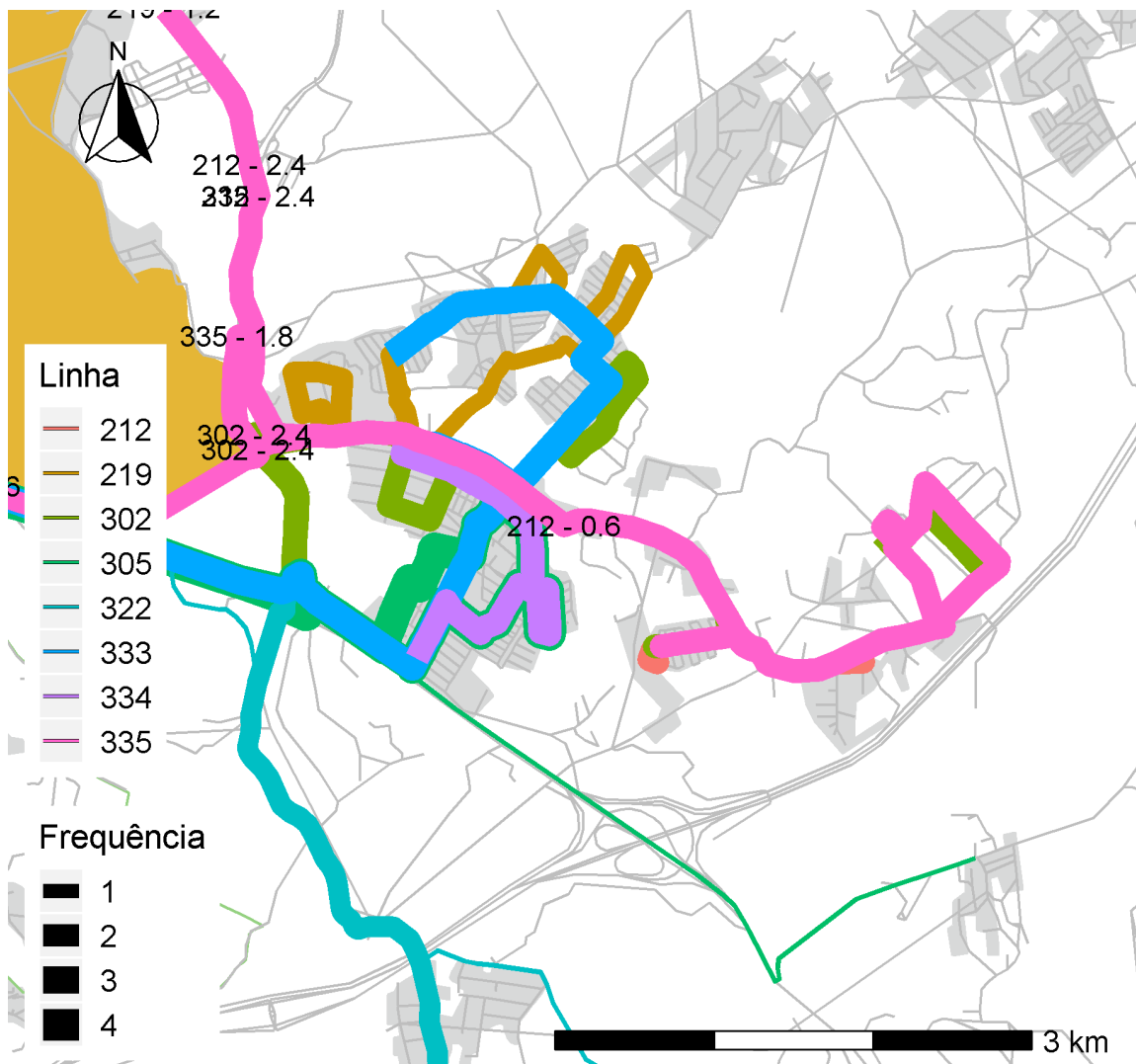


Figura 18: Rota atual das linhas servindo a bacia Sudeste

Sem entrar na questão urbana, a consequência mais direta desse modelo de organização das linhas é um tempo de deslocamento alto como podemos verificar na Figura 19. A estimativa do tempo de deslocamento ao terminal central considerou o tempo a pé a partir da distância média ao ponto de ônibus; o tempo de espera a partir do *headway* planejado; e o tempo embarcado também a partir do planejamento. Dada a distância dessa bacia ao terminal central esses tempos são elevados ainda mais se considerarmos que o dado real (*vis a vis* o planejado) deve piorar a situação. Com esses tempos de deslocamento se torna

difícil o transporte público competir com transporte privado. Assim que a renda da família aumenta, a tendência é sair do sistema público.

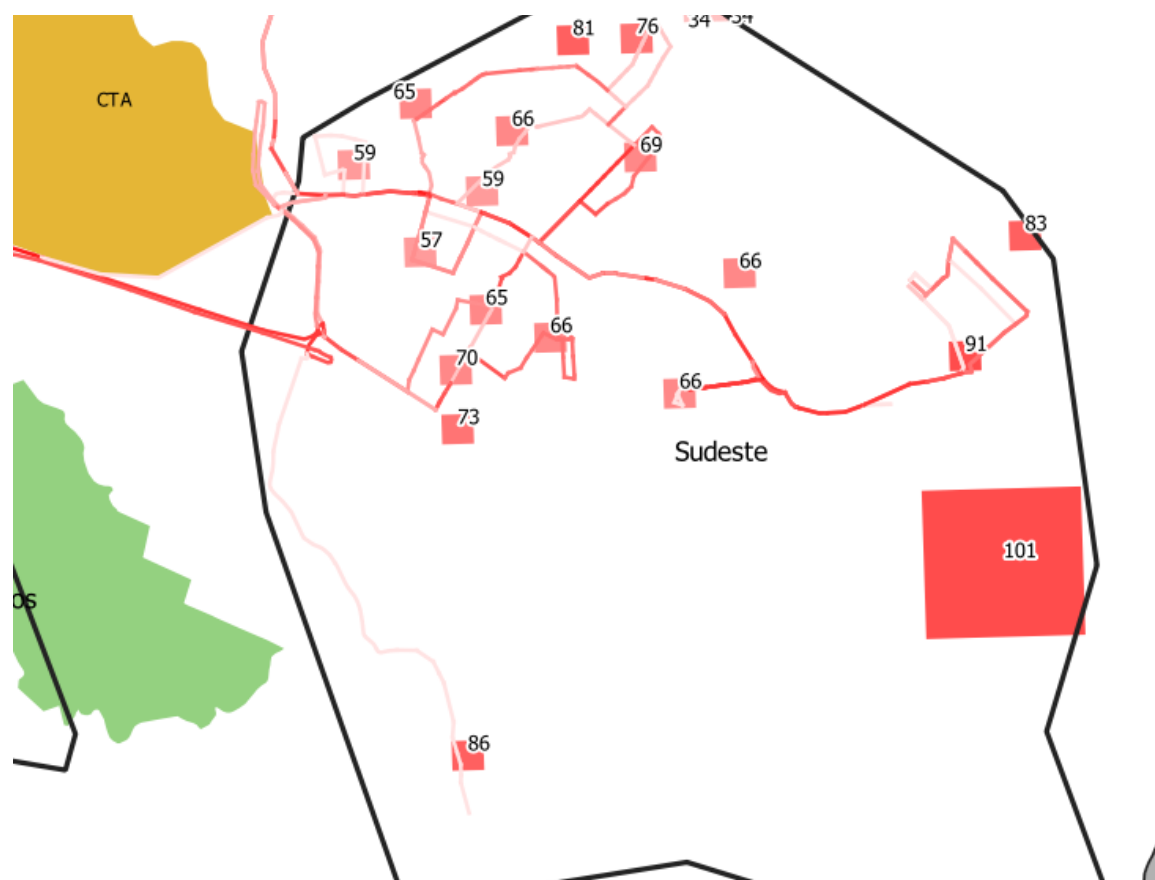


Figura 19: Tempos de deslocamento por pontos de origem na bacia Sudeste

Portanto, o primeiro trabalho consiste justamente em encontrar pontos de segmentação das linhas que permitam reduzir o tempo total de deslocamento procurando minimizar o aumento de transferências. Ainda que seja bastante provável o aumento de transferências para a maioria dos moradores do entorno das bacias, pode ser possível que para alguns usuários que hoje em dia realizam transferências no meio dos corredores, seja possível alimentar sem aumentar o número de transbordos. Isso pode se viabilizar com uma melhoria na parte estrutural do sistema como discutido anteriormente.

### 3.5. Por que alimentação sob demanda

A descrição do sistema alimentador na seção anterior não exige em momento nenhum que o sistema seja oferecido no modelo sob demanda. As vans poderiam ser utilizadas para cumprir rotas fixas exatamente como o sistema convencional realiza hoje em dia. As mudanças propostas não dependem em nada desse avanço tecnológico. Porém a proposta realizada é que a alimentação se dê nesse novo modelo de negócios. O que nos leva a essa sugestão?

Em primeiro lugar, mesmo com o aumento da frequência, não é possível realizar ganhos extraordinários. Uma van custa cerca de metade do que custa um ônibus. Se pretendemos não impactar custos o que seria possível, grosso modo, seria dobrar a frequência. Claro que essa é uma conta linear que não corresponde à realidade necessariamente. Rotas mais racionais podem acabar gerando um impacto sobre a frequência maiores do que isso. Por exemplo, vamos considerar novamente a linha 342 (vide Figura 16). Hoje em dia o circuito dessa linha demora entre 45 minutos a uma hora. Se a linha não fosse até o terminal mas deixasse os passageiros no ponto onde encontra com a linha 349 para onde estenderíamos o troncal, ao invés de 45 minutos a linha levaria 30 minutos o que significa que poderíamos triplicar frequência dessa linha sem alterar os custos. Finalmente, se simplesmente tivéssemos uma linha rodando no sentido horário e outro no sentido anti-horário, os mais prejudicados pelo trajeto original da 342 (os que entram primeiro no ciclo) teriam um ganho de tempo substantivo.

O exemplo hipotético acima serve para mostrar um ganho não trivial do sistema sob demanda mesmo operando de maneira relativamente convencional: na descrição (apenas ilustrativa) as rotas e pontos de parada em princípio estão fixos. O único detalhe é que agora há veículos rodando em um sentido e outros no sentido oposto. Nesse caso há uma oportunidade de triplicar a frequência, mas isso por conta da ideia de estender o corredor. Seria necessário somar o tempo gasto no trecho do corredor estendido para que a análise fosse precisa. Note que, nesse exemplo, o usuário localizado no ponto mediano da rota circular estará indiferente entre tomar o ônibus no sentido horário ou anti-horário e, em princípio, deve levar o mesmo tempo de viagem que levava antes para chegar ao terminal exceto que sua frequência triplicou.

Para facilitar a argumentação vamos assumir que originalmente o ônibus circulava no sentido horário. Quem estava no início do ciclo, se puder tomar o ônibus no sentido anti-horário, terá um ganho de tempo de viagem grande enquanto quem estava no final do ciclo terá exatamente o mesmo tempo de viagem tomando o ônibus no sentido horário. Se não houvesse o ganho adicional por conta da extensão do corredor, a mudança não teria efeito nenhum para quem está no final do ciclo já que a frequência de ônibus apenas no sentido horário seria a mesma. Ou seja, mesmo que fosse possível apenas dobrar o número de veículos, um grupo ficaria indiferente (o que está no final do ciclo), um grupo teria a frequência dobrada (o grupo no meio do ciclo) e um terceiro grupo teria a mesma frequência, porém com o tempo de viagem caindo substantivamente.

O exemplo mostra possíveis ganhos desse novo sistema, mas o que gostaríamos de destacar nesse ponto é que o sistema se torna complexo. Com um sistema sob demanda é possível ter precisão sobre o horário de chegada do veículo e é possível administrar a sua frequência em função dos usuários. Por exemplo, pode ser ótimo que o veículo no sentido horário passe exatamente no mesmo horário no antigo final de ciclo que no antigo início de ciclo. Esse tipo de precisão na programação exige que se use tecnologia. Essa hipótese de ótimo operacional implica que os ônibus devem chegar mais ou menos ao mesmo tempo no ponto mediano. Os usuários que estão no meio do ciclo podem tomar veículos em qualquer sentido, porém se lotarem um dos sentidos pode não ser possível carregar os passageiros em alguma das pontas. Por isso o papel crucial da reserva de lugares que o ônibus sob demanda permite.

Em outras palavras, o fato de que é possível saber o horário de chegada do veículo vai além de um aumento de comodidade. Ele permite um aumento de capacidade via programação que redundando em um sistema muito mais dinâmico e eficiente. Isso não

significa que estamos recomendando que as rotas sejam fixas necessariamente. Apenas que em um momento inicial onde o sistema ainda está aprendendo podemos optar por rotas fixas. O caso da 342 é particular pois essa é uma rota com ganhos potencialmente altos. Se de fato conseguimos triplicar o número de veículos seria recomendável manter um veículo no sentido horário, outro no sentido anti-horário e o terceiro veículo poderia operar com rota flexível e/ou pontos de parada flexíveis. Esse terceiro veículo poderia encontrar rotas otimizadas que não conseguimos encontrar a partir da análise dos dados pois nunca observamos a demanda independente da oferta.

De fato, nossa recomendação em um primeiro momento seria que apenas as rotas que implicassem em aumento efetivo da frequência operassem com maior flexibilidade. O efetivo refere-se ao fato de que aumentar o número de veículos não necessariamente implica em aumentar a frequência como o exemplo acima deve ter deixado claro. Essa é uma medida importante na transição para um sistema tão ousado. Ademais, nossa recomendação é que nas rotas fixas alguns lugares fossem reservados para quem não reservou seu assento para atender pessoas que por qualquer motivo não têm acesso ao sistema. Finalmente, nessa primeira fase, seria exigido que fosse possível reservar assento por telefone ou por internet (usando um browser comum) antecipadamente; não apenas pelo aplicativo. Essas medidas procuram salvaguardar os cidadãos com dificuldades de conexão que em geral são justamente os mais vulneráveis.

Parte do serviço sob demanda poderia adotar características de outros tipos do *benchmark* que não apenas o alimentador a depender principalmente do local e hora do dia. A ideia de adotar extensões do serviço é permitir um processo de fomento às inovações em ônibus sob demanda. Existem diversas oportunidades para esse tipo de serviço que só serão identificadas caso um ambiente controlado de experimentação esteja presente e nossa proposta é garantir tal ambiente sem prejudicar o sistema.

O melhor exemplo de como podem haver oportunidades são os desejos de viagem que não aparecem nas análises atuais da oferta de transporte público. Dadas as ferramentas de estimação de demanda convencionais é difícil identificar desejos de viagens reprimidos pela falta de oferta disponível. A demanda observada só vai até o limite de onde existe oferta de transporte público. Parte disso será explorada com as frequências adicionais operando com mais flexibilidade como discutido acima. Porém é possível que existam desejos de viagens fora da lógica radiocêntrica. Explorar demandas reprimidas como essas é uma premissa básica de um modelo que deseja ser inovador. Os ônibus por demanda alimentadores podem estar disponíveis também para este tipo de viagem, principalmente nos horários de entre pico.

Neste sentido, o sistema poderia seguir uma lógica do tipo *muitos para muitos/muitos para poucos*. Essa operação seria realizada principalmente para a conexão de bacias adjacentes; viagens curtas que de outra maneira não são atendidas pelo transporte público convencional como, por exemplo, uma ligação entre Campos de São José (com lapso de serviços públicos) e o Sudeste. As rotas seriam livres, desde que os veículos respeitem a delimitação geográfica de sua atuação. Uma alternativa seria permitir aos motoristas transitar apenas entre bacias vizinhas. Tal operação poderia ser uma alternativa para o que fazer com parte da frota de ônibus por demanda nos horários fora de pico. Nos horários de fluxo mais intenso nos períodos da manhã e da tarde a frota seria majoritariamente destinada ao serviço alimentador, enquanto nos demais períodos parte da frota poderia fazer o serviço interbairros. Se a demanda for por serviços públicos como no exemplo acima, faz sentido ser oferecida fora do pico.

Outra oportunidade é explorar as demandas lindeiras aos corredores de transporte estrutural. No conceito de corredores abertos, seriam permitidos diferentes tipos de serviço. Parte desses serviços se destinam a atender a demanda lindeira, ou seja, a demanda adjacente aos corredores, o que denominamos de sistema secundário. Ao invés de ter linhas fixas que atendem este tipo de demanda, um serviço do tipo *desvio de rota* poderia ser mais eficiente. Neste caso, a rota do ônibus sob demanda é fixa na maior parte do tempo, mas quando houver uma concentração suficiente de demandas em um ponto adjacente, a rota se torna flexível e adaptada àqueles desejos. Dependendo dos resultados das simulações que estamos realizando nesse momento pode ser desejável vetar a entrada no corredor desse serviço para garantir a sua fluidez.

### 3.6. Remuneração

O sistema atual de remuneração em São José dos Campos se dá apenas a partir da tarifa cobrada dos passageiros. As concessionárias recebem diretamente a tarifa cobrada e com esse recurso oferecem o serviço de transportes bem como a tecnologia associada ao serviço. No novo modelo a tecnologia será oferecida por outra parte o que implica que teria que haver alguma mudança no sistema de remuneração. Em relação a esse aspecto a nossa recomendação é que o valor devido por conta da tecnologia (se houver) seja descontado diretamente da tarifa pela empresa que assumir a conta de compensação (*clearing*). Com essa estratégia há uma possibilidade de que o sistema seja muito semelhante ao atual: o operador teria que manter a operação recebendo apenas a tarifa descontada a parcela que remunera a tecnologia.

O que realmente pode exigir uma mudança no cálculo da remuneração é a decisão de se manter a parcela sob demanda dentro do ganhador da bacia ou não. Em outras palavras, se a decisão for licitar separadamente a alimentação (oferecida em um modelo sob demanda) dos corredores (mais o sistema secundário), será muito difícil manter o sistema atual de remuneração. Isso por que é muito improvável que os custos de cada bacia sejam próximos. Além do mais, esses custos podem mudar consideravelmente ao longo dos anos. Um comprometimento com um valor idêntico em todas as áreas pode deixar algumas bacias com um retorno muito elevado ao longo dos anos. Se os custos estão relativamente próximos, as diferenças podem ser compensadas por uma exigência de outorga.

A alternativa ao sistema atual seria desvincular a remuneração da tarifa. Essa desvinculação pode ser parcial. Por exemplo, pode-se definir uma remuneração no início do contrato, mas vincular a variação da mesma à variação da tarifa. A grande vantagem desse esquema é permitir que cada linha receba de fato em função do seu custo marginal. Esse procedimento deixa mais claro os subsídios cruzados. Além do mais, torna mais simples a divisão em diversas áreas em particular a separação da alimentação, fornecida no modelo sob demanda, e os corredores somados ao sistema secundário. Finalmente, a separação entre remuneração e arrecadação aumenta a capacidade da prefeitura de realizar políticas públicas a partir da estrutura tarifária. Permite, por exemplo, que se houver novas fontes de recursos (por exemplo, a municipalização da CIDE) esse recurso seja aportado diretamente ao sistema de transportes público se essa for a decisão de política pública.

O risco de se separar remuneração da bilhetagem é dar margem para que o sistema acabe sendo subsidiado pela prefeitura ainda que esse risco possa ser mitigado diretamente na

regulação. Se a remuneração das empresas depende diretamente da arrecadação cria-se um “muro” entre os recursos gerais da prefeitura e o sistema de ônibus. Assim, a prefeitura está protegida das pressões por aumento de recursos no sistema para, por exemplo, evitar um aumento de tarifa.

Seja qual for a decisão sobre vinculação direta ou não da remuneração com a tarifa, como a maioria dos serviços explorados no *benchmark*, a proposta é que a tarifa seja fixa e a mesma que o sistema convencional. Essa premissa visa conferir o status de que o sob demanda é parte integrante do sistema, ou seja, apenas mais uma opção de transporte dentre uma variada gama de opções disponíveis aos usuários. O que há de diferente na adaptação do modelo para a realidade de São José dos Campos é a política de remuneração das transferências.

Para o usuário nada muda, pois tal qual no uso do bilhete único os usuários continuam pagando apenas pelo primeiro ônibus ou pelo desconto da integração a depender do perfil de gratuidade. O importante é como será feita a compensação dos operadores dos ônibus convencionais vis-à-vis os ônibus sob demanda. O princípio que será seguido é o do subsídio cruzado. No modelo proposto alguns trajetos que ligam os bairros periféricos ao centro serão segmentados. O mais usual é que a parte superavitária da linha original fique com os corredores e a parte deficitária fique com a alimentação como discutido anteriormente. Mas isso nem sempre é verdadeiro e com possíveis reduções de custos pode ser que déficits na porção alimentadora sejam reduzidos.

Se separarmos a licitação das bacias alimentadoras dos corredores não seria uma surpresa que a tarifa técnica em algumas áreas fosse muito diferente do que em outras. Hoje em dia, com apenas três áreas geográficas, as linhas superavitárias subsidiam as deficitárias. Claro que esse esquema pode gerar problemas; uma redução no superávit de uma linha desequilibra toda uma área. Mas, desconsiderando alterações na demanda ou no custo ao longo do tempo, a tarifa técnica dessas três áreas é parecida e eventuais diferenças iniciais devem ser pequenas e deveriam, em tese, ter sido corrigidas pela outorga. Não sabemos ainda se a divisão em cinco corredores (incluindo a alimentação) gera tarifas técnicas próximas o suficiente, mas estamos justamente estudando esses dados com vistas à finalização do Produto 6.

Claro que a separação entre remuneração e tarifa pode ser realizada também no modelo no qual bacias alimentadoras e corredores estão no mesmo contrato. Nesse modelo não seria em princípio necessário cobrar uma outorga apesar de que não tenha nada que impeça tal cobrança. Se houver separação entre remuneração e tarifa, é possível que a licitação seja composta por um leilão de valor da remuneração por passageiro e de uma outorga. O valor inicial da remuneração em cada área seria a tarifa técnica estimada para essa bacia/corredor. O leilão definiria o valor da remuneração.

Como a tarifa para o passageiro é fixa, uma forma de garantir que a remuneração seja distinta entre as áreas sem incorrer em subsídios seria através da criação de um fundo de compensação. Áreas superavitárias contribuiriam para o fundo enquanto áreas deficitárias retirariam recursos do fundo. Se fosse possível manter o fundo com superávit líquido (após ajustar todos os balanços negativos e positivos) o recurso poderia ser utilizado para remunerar meios de transporte ativo. Pessoas se deslocando de bicicleta ou a pé poderiam receber créditos que poderiam ser utilizados no serviço de transporte público ou mesmo em outros serviços e produtos se o meio de pagamento assim permitisse.



No fundo, independente da criação ou não desse fundo, uma das questões relevantes desse projeto é gerar uma integração geral de todos os modos dentro da cidade. Esse modelo é o que vem sendo denominado de Mobilidade como Serviço. A ideia é que essencialmente seja possível integrar com qualquer modal no sistema de transportes públicos. Seria possível fazer a primeira parte da viagem por aplicativo, entrar em um ônibus, terminar com bicicleta compartilhada e todos esses modais seriam pagos com o mesmo meio de pagamento que pode ser o bilhete único, cartão de crédito ou de débito, um código QR no celular, etc. Cada perna não precisa pagar a viagem completa obtendo descontos que dependem de uma série de fatores.

Enquanto a compensação de todo esse modelo estiver dentro da caixa de compensação do transporte público é possível implementar esse sistema independente da existência do fundo mencionado acima. Por exemplo, digamos que a passagem seja 4 reais e se o indivíduo conectar vindo de bicicleta compartilhada resolvemos dar um desconto de 2. Nesse caso ele pagaria apenas 2 pela passagem. O mesmo é válido para uma integração dentro do sistema, para uma viagem começando com aplicativo e assim por diante. Nessa versão simplificada não temos como permitir que o crédito seja usado fora do sistema, mas dentro do sistema é possível se implementar sem nenhuma dificuldade.

## 4. Conclusão

São José dos Campos tem uma oportunidade de realizar uma concessão compatível com as inovações que vêm ocorrendo em mobilidade nos últimos anos. O momento é extremamente propício pois está bem claro que as inovações vieram para ficar e não tem nenhum sentido realizar uma regulação ignorando as novas tendências. Talvez cinco anos atrás não seria tão clara essa urgência. Evidentemente não há como saber exatamente o que vai ocorrer nos próximos anos: as novas formas de deslocamento tendem a crescer? Novas formas devem aparecer? É possível trazer essas inovações para o transporte público?

Dada a situação de incerteza o modelo proposto precisa ser o mais flexível possível. Hoje em dia temos segurança que as pessoas não vão mais se deslocar da maneira que faziam há dez anos atrás. Porém não sabemos exatamente como isso vai ocorrer. A prefeitura precisa se posicionar para aproveitar os avanços ocorridos no setor privado, mas, ao mesmo tempo, ter condições de alterar a política pública em função de mudanças ocorridas no mercado.

Uma característica das inovações em mobilidade é justamente a sua flexibilidade. Vamos tomar, por exemplo, o transporte sob demanda. Atualmente a grande escala de operação ocorre em viagens individuais o que torna essa flexibilidade muito mais fácil. De todo modo, o que notamos é que o usuário pode tomar um serviço “público” (no sentido de que qualquer pessoa pode aceder) a partir de qualquer origem em direção a qualquer destino simplesmente usando o seu celular. O ônibus sob demanda promete chegar próximo ao modelo de transporte individual sob demanda para o transporte coletivo.

O serviço não é exatamente público (e por isso as aspas acima) pois demanda ao menos a posse de um celular com potencial para administrar aplicativos e acesso à internet. Como o serviço é fornecido por empresas privadas as mesmas podem não atingir todos os cidadãos. O setor público não pode deixar de fora do transporte público nenhum indivíduo

por menor que seja esse grupo. Essa limitação já impede que as rotas sejam totalmente livres como discutido anteriormente. Talvez mais relevante do que o acesso ao aplicativo no celular é a inércia dos usuários. Se somarmos esses dois fatores com as boas avaliações que o transporte público de São José dos Campos tem recebido a nossa tendência seria alterar apenas marginalmente a estrutura de rotas atual.

Essa é a estratégia mais segura para a licitação nesse momento. Aproveitar para realizar racionalizações que precisam ser implementadas até para evitar que a segmentação impacte negativamente a população, mas permitir que seja simples adaptar as rotas ao longo do período subsequente de concessão. Nesse sentido é muito importante que ao menos uma parte das linhas sejam de fato com rota ao menos parcialmente flexível no caso da alimentação sob demanda. Adicionalmente, é fundamental que se reduza o tamanho do veículo na alimentação ao menos em algumas linhas para permitir que se aumente a frequência compensando parcialmente o provável aumento de transferências.

A racionalização no corredor também precisa ser sem mudanças abruptas pelo que se comentou acima, mas também pelo novo fato que é a linha verde. Não sabemos ao certo como será o comportamento da linha verde nem como será o seu ritmo de implementação. Uma lição de outras licitações das quais a equipe desse projeto trabalhou é não se comprometer com obras de infraestrutura dentro de um edital. Infelizmente o setor público não tem condições de se comprometer com obras dada as instituições de controle, a lei de licitação e a própria lógica democrática. O problema de montar uma proposta de licitação contando com obras futuras é que acaba ensejando pedidos de reequilíbrio financeiro que ao fim e ao cabo prejudicam apenas a administração municipal.

Assim, é fundamental gerar um sistema que permita facilmente alterar a rede seja na sua porção alimentadora seja na sua porção de corredores. O fato de termos um modelo sob demanda na porção alimentadora torna mais fácil alterar a rede. Na porção estrutural é mais difícil alterar a rede ao longo do contrato por conta sobretudo da cultura implantada no país de que a rede não pode mudar ao longo dos anos. Essa cultura está tanto no lado dos operadores como no lado dos usuários.

Uma forma de proteger o município de pedidos de reequilíbrio em função de uma mudança na rede é realizar toda a modelagem assumindo que a composição da frota será dada por porcentagens iguais em termos de idade do veículo. Por exemplo, se a idade máxima de uma determinada tipologia for 10 anos, teremos 10% dos veículos novos, 10% com 1 ano e assim por diante. Isso garante a idade máxima de 10 anos e a idade média de 5 anos. Também implica que a concessionária será obrigada a renovar 10% da sua frota por ano. Não precisamos obrigar as concessionárias a utilizar exatamente essa composição da frota pois podemos apenas exigir a idade máxima e a idade média. No entanto, se a modelagem partir desse princípio não há por que pedir reequilíbrio se as alterações na frota ficarem dentro do limite de 10% no nosso exemplo. A opção por uma composição de frota distinta partiu do concessionário.

Outra medida relevante para permitir a alteração sistemática da rede incluindo frequência e rota é criar um sistema de acompanhamento que permita à Semob tomar essas decisões de maneira simples. Após o lançamento do edital de licitação uma das atividades será justamente criar esse tipo de suporte à prefeitura criando análises dos dados de bilhetagem e GPS que permitam aos gestores identificarem linhas sobrecarregadas ou subcarregadas para tomar uma decisão de alteração de frequências ou mesmo de rotas. Evidentemente a inauguração de um trecho da linha verde deve ensejar uma análise mais detalhada. No

próximo produto faremos a análise dessa linha no que se refere ao primeiro trecho com duas variantes o que já permite uma programação mais consistente.

Em suma, essa proposta inova profundamente em duas frentes: o ônibus sob demanda como alimentador e não competindo com o sistema usual e a separação entre a tecnologia e a operação do serviço de transporte. Dadas essas duas inovações a nossa proposta é que se realize uma intervenção leve na rede de transportes além da segmentação da mesma para criar um sistema alimentador. Essa recomendação se deve tanto ao fato de que o modelo já traz elementos inovadores demais como ao fato de que esse perfil de modelo permite que a oferta busque a demanda e, para isso, acabe gerando diretamente no mercado as rotas mais eficientes para os usuários.