UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

NAIÁ HORTELAN RIBEIRO

ESTUDO DE MOBILIDADE URBANA ATRAVÉS DE SIMULAÇÕES NO JOGO CITIES IN MOTION II: CAMPINAS-NORTE

CAMPINAS
2014

NAIÁ HORTELAN RIBEIRO

ESTUDO DE MOBILIDADE URBANA ATRAVÉS DE SIMULAÇÕES NO JOGO CITIES IN MOTION II: CAMPINAS-NORTE

Relatório Final do Projeto Integrado de Graduação apresentado à Universidade Estadual de Campinas como requisito à obtenção do título em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Orlando Fontes Lima Jr.

CAMPINAS
2014

RESUMO

RIBEIRO, N. H. **Estudo de mobilidade urbana através de simulações no jogo Cities in Motion II: Campinas-Norte**. Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes. Departamento de Geotecnia e Transportes. Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, 2014. Trabalho de Final de Curso (graduação).

O presente tem por objetivo apresentar o trabalho final de curso de graduação em engenharia civil pela Universidade Estadual de Campinas. O trabalho trata do uso de um jogo de simulação, Cities in Motion II, para estudo e simulação dos problemas de mobilidade enfrentados pelos habitantes da região norte da cidade de Campinas, avaliando o jogo como ferramenta lúdica no aprendizado de planejamento de transportes. A região foi criada dentro do universo do jogo, identificaram-se os principais problemas, e três cenários foram criados a partir de um inicial sem transporte público: o primeiro só com ônibus, o segundo com ônibus e trólebus e o terceiro com ônibus, trólebus e trem. Cada cenário foi simulado no período de um mês, e os resultados gerados pelo jogo foram analisados, verificando a influência das mudanças no cotidiano da região. No fim, com os três modais, foi possível ver um grande aumento na popularidade do transporte público, com taxas de uso cada vez maiores, e níveis de satisfação crescentes. O modal que se mostrou mais eficiente foi o trólebus. Além disso, foi perceptível que o jogo pode ser utilizado como ferramenta de aprendizado de planejamento de transportes.

Palavras-Chave: simulação, jogo, mobilidade.

ABSTRACT

RIBEIRO, N. H. **Study of urban mobility through simulations in the game Cities in Motion II: Campinas-North**. Learning Laboratory Logistics and Transport. Department of Geotechnics and Transportation. State University of Campinas - Unicamp, 2014. Working Course Final (graduation).

This work aims to present the final work of undergraduate degree in civil engineering from the State University of Campinas. The work is about the use of a simulation game, Cities in Motion II, to study mobility problems faced by the residents of the northern region of the city of Campinas, evaluating the game as tool in the transportation planning learning. The region was created within the game world, the main problems were identified, and three scenarios were created from an initial scenario without any public transportation: the first with only bus, the second with bus and trolleybus and the third with buses, trolleybuses and train. Each scenario was simulated within one month, and the results generated by the game were analyzed by checking the influence of the changes in the daily life of the region. In the end, with the three modes, it was possible to see a huge increase in the popularity of public transport, with increasing usage rates, and increasing satisfaction levels. The modal that was more efficient was the trolleybus. Furthermore, it was possible to affirm that the game can be used as a transport planning learning tool.

Keywords: simulation, game, mobility

Sumário

1. INTRODUÇÃO 7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 9
2.1. Mobilidade Urbana 9
2.2. Planejamento de Transportes 10
2.3. Conceitos de Simulação 12
2.3.1. Transcad 13
2.3.2. Emme/2 15
2.3.3. Vissim 16
2.4. Educação na era tecnológica 16
2.5. Vantagens no uso de ferramentas lúdicas para aprendizado 18
2.6. Cities in Motion II 19
2.7. Campinas – Zona Norte 22
3. MÉTODO 25
3.1 Descrição das atividades desenvolvidas 26
3.1.1. Cenário 1: Cidade movida a ônibus e carro 30
3.1.2. Cenário 2: Cidade movida a carro, ônibus e trólebus. 35
3.1.3. Cenário 3: Cidade movida a carro, ônibus, trólebus e trem. 37
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS 40
4.1. Cenário 1 41
4.2. Cenário 2 45
4.3. Cenário 3 48
4.4. Considerações Finais 51
5. CONCLUSÃO 53
6. REFERÊNCIAS 56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma básico de planejamento de transportes 12
Figura 2: Tela de trabalho do Transcad 14
Figura 3: Tela de trabalho Emme/2 15
Figura 4: Tela de trabalho PTV Vissim 16
Figura 5: Tela inicial do jogo Estação Espacial Leonis 19
Figura 6: Gráficos de indicadores gerados pelo jogo 21
Figura 7: Tela do jogo com as opções de modos de transporte 22
Figura 8: Divisão da cidade em distritos 23
Figura 9: Divisão da cidade em macrozonas, de acordo com o IBGE 23
Figura 10: Fluxograma de Atividades Desenvolvidas 26
Figura 11: Mapa inicial, com relevo e as indicações das ruas 27
Figura 12: Malha viária da zona norte de Campinas 28
Figura 13: Construções geradas pelo jogo, no início 28
Figura 14: Uso e ocupação do solo definido pelo jogo 29
Figura 15: Cobertura inicial de transporte público 30
Figura 16: Ponto de ônibus com duas pessoas esperando 31
Figura 17: Cobertura do mapa pelas linhas de ônibus (em azul) 32
Figura 18: Tabela de horários da linha Terminal Barão Geraldo-Unicamp, a mais utilizada. 34
Figura 19: Tarifas do cenário 1 34
Figura 20: Trólebus saindo do terminal 36
Figura 21: Cobertura da cidade pelas linhas de trólebus (em lilás) 37
Figura 22: Trem saindo do terminal 38
Figura 23: Cobertura da cidade pelas linhas de trem 39
Figura 24: Excesso de tráfego na rodovia 40
Figura 25: Gráficos dos indicadores de um mês sem transporte público 41
Figura 26: Da esquerda para a direita, de cima para baixo, os gráficos: população, número de viagens, duração das viagens, densidade de tráfego, taxa de uso de carro, taxa de uso de transporte público 43
Figura 27: Da esquerda para a direita, de cima para baixo, seguem os gráficos: passageiros transportados por grupo, veículos em circulação, satisfação dos clientes com a tarifa, satisfação dos clientes com a qualidade do serviço. 44
Figura 28: Tarifas no fim do mês de simulação 45
Figura 29: Da esquerda para direita, de cima para baixo, seguem os gráficos: população, número de viagens, duração das viagens, densidade de tráfego, taxa de uso de carro, taxa de uso de transporte público 46
Figura 30: Da esquerda para a direita, de cima para baixo seguem os gráficos: passageiros transportados por grupo, passageiros transportados por modal, veículos em circulação, satisfação com a tarifa, uso de bilhetes, satisfação com a qualidade do serviço 47
Figura 31: Valores das tarifas no fim do cenário 2 48

Figura 32: Da esquerda para direita, de cima para baixo, seguem os gráficos: população, número de viagens, duração das viagens, densidade de tráfego, taxa de uso de carro, taxa de uso de transporte público 49
Figura 33: Da esquerda para a direita, de cima para baixo seguem os gráficos: passageiros transportados por grupo, passageiros transportados por modal, veículos em circulação, satisfação com a tarifa, uso de bilhetes, satisfação com a qualidade do serviço 50
Figura 34: Valores das tarifas no fim do cenário 2 51
Figura 35: Zona norte de Campinas após quatro meses de simulação 52

1. INTRODUÇÃO

Os congestionamentos de veículos, o baixo desempenho de transporte coletivo e a dificuldade de deslocamento da população são problemas enfrentados diariamente por todos os habitantes de uma cidade, bem como por seu gestor público. As cidades estão em crescimento constante, e nos últimos anos, esse crescimento vem muito acelerado, e não há investimento suficiente para desenvolver um transporte adequado. As vias se desenvolvem sem um planejamento conjunto com um sistema de transportes coletivo, o qual depois deve se adaptar a situações que muitas vezes prejudicam sua eficiência.

Esse problema ganhou destaque nos últimos anos, com a declaração da lei de mobilidade urbana, a qual torna obrigatória a existência de um plano de mobilidade urbana em todos os munícipios com mais de vinte mil habitantes. Com essa lei, os municípios estão cada vez mais preocupados em desenvolver um sistema de transporte eficiente e sustentável, de forma que permita aos habitantes acessar qualquer ponto da cidade de forma fácil e agradável, da forma que cada um julgar mais atrativa. Uma conscientização da importância da mobilidade vem ganhando destaque na população devido a essa lei, e as pessoas começam cada vez mais a perceber a importância de transportes coletivos, ou individuais não motorizados, de forma a desejar deixar os carros em casa.

Nesse cenário se desenvolve este trabalho, com o objetivo de desenvolver uma análise da mobilidade urbana da região norte de Campinas, sendo Campinas uma cidade de grande importância econômica no cenário nacional, e a região norte, responsável por abrigar a Unicamp, grande foco de pesquisas e investimentos, território extremamente influente na cidade.

Uma análise de mobilidade urbana exige o desenvolvimento de simulações, para gerar dados para análise, o que exige softwares muito complexos e de difícil acesso, e se torna de certa forma inviável para o estudo em ambientes acadêmicos. Pensando nisso, este trabalho se propõe a estudar um jogo de simulação desenvolvido por uma empresa de jogos, não com o objetivo de ser um método de estudo, mas uma forma de lazer e diversão.

Este trabalho pretende utilizar esse jogo, chamado Cities in Motion 2 para realizar as simulações de estudo da mobilidade urbana, de forma a analisar sua aproximação com os

conceitos estudados em sala de aula sobre planejamento de transportes. Em uma sociedade cada vez mais tecnológica, os jovens têm demonstrado cada vez menos interesse em aprender pelos métodos tradicionais. É necessário inovar, encontrar novas formas de aprendizado, e um jogo retratando de forma prática e divertida conceitos abordados em sala de aula pode se tornar uma ferramenta poderosa, despertando o interesse dos alunos, e fazendo os mesmos gostarem mais de estudar essas disciplinas.

Logo, com este trabalho, pretende-se analisar uma ferramenta de estudo lúdica, de forma a se avaliar a mobilidade da zona norte de Campinas, gerando possíveis cenários para o local, e avaliando seu impacto na região como um todo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Mobilidade Urbana

O setor de transportes se alinha aos setores básicos da economia ao lado da saúde, energia e educação, sendo, portanto, impossível pensar em uma cidade ignorando esse setor. Para que todos possam realizar seus deslocamentos, é essencial uma gestão planejada dos recursos necessários e disponíveis para um transporte eficiente.

Começando a falar sobre planejamento, e pensando no setor de transportes, é essencial pensar nos conceitos de acessibilidade e mobilidade, problemas complexos no planejamento de transportes. Ambos são guias para o planejamento urbano, direcionando as importantes tomadas de decisões. Uma cidade bem planejada, pensa em acessibilidade e mobilidade quando planeja construções de moradia, de saúde, educação, entre outros, para facilitar a vida de seus habitantes. Sendo assim, tornam-se conceitos importantes neste texto.

Acessibilidade representa a condição do indivíduo se movimentar e atingir o destino desejado, por seus próprios meios, com autonomia e segurança. Ou seja, acessibilidade é a qualidade de dar acesso. (Ministério das Cidades - Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana, 2007)

Mobilidade, de acordo com a política nacional de mobilidade urbana sustentável, é definida como: "um atributo associado às pessoas e aos bens; corresponde às diferentes respostas dadas por indivíduos e agentes econômicos às suas necessidades de deslocamento, consideradas as dimensões do espaço urbano e a complexidade das atividades nele desenvolvidas", ou, mais especificamente: "a mobilidade urbana é um atributo das cidades e se refere à facilidade de deslocamento de pessoas e bens no espaço urbano. Tais deslocamentos são feitos através de veículos, vias e toda a infraestrutura (vias, calçadas, etc.)... É o resultado da interação entre os deslocamentos de pessoas e bens com a cidade." (Ministério das Cidades, 2004c, p.13). Ou seja, mobilidade é relacionada aos deslocamentos, mede a movimentação dos indivíduos no território, a quantidade e qualidade das viagens do conjunto da população, representa como algo será transferido de um ponto para outro.

Considerando que o tema desse trabalho é fazer uma análise de mobilidade urbana, o tema acessibilidade não será muito aprofundado, diferente do tema mobilidade, o qual é tratado com mais detalhes nos parágrafos que se seguem.

Os constantes problemas de deslocamento enfrentados pela população, como congestionamento de veículos e sistemas de transporte coletivo ineficientes, vêm se apresentando cada vez mais como um desafio para gestores públicos. A contínua expansão desenfreada dos grandes centros urbanos aliada à falta de investimentos adequados em transporte público e não motorizado, construiu cidades que não acompanham a necessidade de deslocamento, cada vez maior, de seus habitantes.

Considerando esse cenário, no início de 2012 entrou em vigência a lei da mobilidade urbana, a qual estabelece que todo município com mais de vinte mil habitantes deve apresentar um plano de mobilidade urbana, na forma de lei, contemplando todas as diretrizes estabelecidas na mesma, o que representa um marco na questão do desenvolvimento das cidades brasileiras.- (Ministério das Cidades - Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana, 2007)

A política de mobilidade urbana é considerada um instrumento da política de desenvolvimento urbano e de promoção do bem-estar social, muito mais ampla que somente os serviços de transportes urbanos.

Algumas dos principais tópicos que devem ser abordados no plano de mobilidade, visando melhorar a qualidade das viagens da população são: os serviços de transporte coletivo; a circulação viária; as infraestruturas do sistema de mobilidade urbana; a acessibilidade para pessoas com deficiência e restrição de mobilidade; a integração dos modos de transporte público e destes com os privados e os não motorizados; a operação e o disciplinamento do transporte de carga na infraestrutura viária; os polos geradores de viagens; as áreas de estacionamentos públicos e privados, gratuitos ou onerosos; as áreas e horários de acesso e circulação restrita ou controlada; a sistemática da avaliação, revisão e atualização periódica do plano de mobilidade urbana em prazo não superior a dez anos. (Lei da Mobilidade Urbana, 2012)

2.2. Planejamento de Transportes

Como já dito anteriormente, a mobilidade é um dos guias do planejamento urbano, e possui como principal ferramenta um bom plano de transportes. O planejamento de

transportes está diretamente relacionado à mobilidade, pois através de uma malha de transportes eficiente, é possível conseguir mobilidade para a população.

O planejamento de transportes visa adequar as necessidades de transporte de uma região ao seu desenvolvimento de acordo com suas características estruturais, seja criando novos sistemas de transporte ou alterando os já existentes. (Campos, 2013)

Para isso, é feito um estudo da cidade, da oferta de transportes já existente, bem como da demanda de transporte e como ela vai se distribuir dentro da área de estudo, verificando se a oferta atual é suficiente ou quanto ela precisa aumentar/modificar para atender às necessidades de cada região da cidade. (Campos, 2013)

Tal planejamento deve considerar os usos do solo da cidade, presentes e futuros, identificando polos de geração e atração de viagens, e deve considerar os requisitos mínimos para viagens com níveis de serviço aceitáveis, durante os próximos 20 a 25 anos, e também deve considerar as metas de desenvolvimento da região. (Campos, 2013)

Inicialmente, é necessário conhecer os "desejos de deslocamento" da população, e então estabelecer relações entre o número de viagens realizadas pela população e outras grandezas que possam explicá-las, de modo que, quando projetadas para o ano de projeto, permitam inferir os desejos de deslocamentos no futuro. Logo, são necessárias pesquisas como: levantamentos de uso do solo, tempos de viagem, população, fatores econômicos, facilidades de transporte, legislação e recursos financeiros. Então, são utilizadas técnicas de simulação, por meio de modelos matemáticos, que procuram exprimir as inter-relações entre os dados socioeconômicos e as viagens realizadas pelos habitantes de determinadas regiões. (Campos, 2013).

No presente, não serão abordados os métodos de planejamento de transportes, nem os detalhes de como o mesmo é desenvolvido, pois não é o foco desse estudo. Para uma explicação mínima, é apresentado um fluxograma básico de planejamento de transportes:

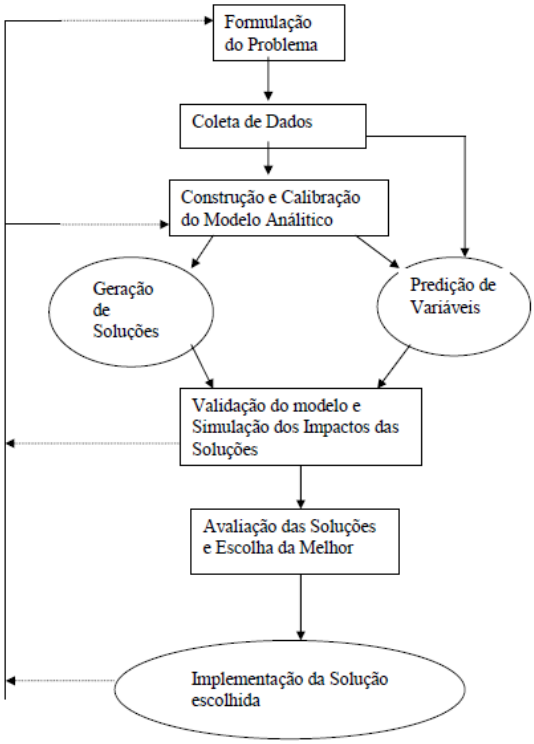

Figura 1: Fluxograma básico de planejamento de transportes

Fonte: Campos, 2013, p. 3

Como produto de um bom planejamento, é esperado um sistema de transportes eficiente, alterando o já existente de forma a torna-lo melhor, e sua ampliação, de forma a atender a necessidade de deslocamento da população, com bons níveis de serviço, visando também o crescimento futuro da região.

2.3. Conceitos de Simulação

Neste trabalho, o jogo Cities in Motion II será utilizado para realizar a simulação de alternativas para a cidade escolhida como estudo de caso. Portanto, apesar de não se aprofundar em planejamento de transportes, é necessário se aprofundar um pouco mais em ferramentas de simulação no estudo de mobilidade urbana.

O uso de simulação se iniciou nos anos 80 conforme os computadores foram ficando mais acessíveis e rápidos, e ganhou espaço nas grandes empresas com a criação dos computadores pessoais, que facilitavam o acesso a esse tipo de ferramenta. Segundo Schriber (1974), simulação é a modelagem de um processo ou sistema, de forma que o modelo imite as respostas do sistema real numa sucessão de eventos que ocorrem ao longo do tempo. O uso de

softwares computacionais veio para trazer agilidade e facilidade a esse processo além de permitir a simulação de situações muito próximas a real.

Como já mostrado, a simulação é um processo constituinte do planejamento de transportes. É desenvolvida após a construção e calibração de um modelo analítico, sendo a fase de modelagem muito importante para redução do tempo necessário para construção do sistema a ser simulado, aumentando também sua qualidade. O uso de simulação no estudo de sistemas de transporte é muito utilizado, já que permite a importação de um ambiente real para um ambiente controlado, onde é possível estudar seu comportamento, alterando as diversas condições, sem ter grandes custos e riscos envolvidos. (Solon, 2012)

No mercado atual, existem diversas ferramentas de simulação disponíveis, sendo algumas destacadas aqui. Foram priorizadas as que mais costumam ser utilizadas por empresas desenvolvedoras de planos de mobilidade urbana.

2.3.1. Transcad

O Transcad, desenvolvido pela Caliper, é o primeiro e único sistema de informações geográficas (SIG) desenvolvido especificamente para estudo de transportes. Os sistemas de informações geográficas podem gerar informações para serem utilizadas num sistema de transporte, através de coordenadas cartesianas que podem ser relacionadas com diversas informações através de um banco de dados georreferenciado, permitindo visualizar a situação presente e fazer projeções, em um ambiente gráfico e fácil de operar e, portanto, facilitando as análises. (Caliper, 2014)

O Transcad é uma poderosa ferramenta para o planejamento e análises de redes e de todos os tipos de transporte, apresentando módulos de aplicação para sistemas de rotas, demanda de viagens, transporte público, gerenciamento do território urbano, além de uma localização precisa dos elementos das redes viárias, devido ao sistema SIG, e é adequado construção de sistemas de informações de transportes e de apoio à tomada de decisão. Sua estrutura de banco de dados permite a criação de mapas de alta resolução, com diferentes estilos de cartografia, linhas, cores e símbolos. (Caliper, 2014)

No software, são criadas bases geográficas, que contém os elementos devidamente alocados, por exemplo, a rede viária de uma cidade, uma base de pontos de comércio de uma cidade, uma base áreas de zoneamento. A cada base geográfica é associado um banco de dados, onde é possível inserir informações sobre a respectiva base. Em uma rede viária, no banco de dados pode conter o nome da rua em que está localizado o link, numero de faixas da

rua do link, direção do fluxo, velocidade média, se passa transporte público, se tem estacionamento, entre outros. E o mesmo vale para qualquer outra base. (Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, 2005)

Além disso, o programa permite a entrada de dados em formato de matriz, facilitando a associação de grandezas, como exemplo a montagem da matriz origem e destino, também tem ferramentas de manipulação, análise especial e visualização avançada de dados da matriz. Sua capacidade permite a criação de matrizes e redes praticamente ilimitadas. Tem também uma interface que facilita a criação de sistemas de rotas, ou seja, o traçado de caminhos exatos que precisam de estudo, como os itinerários de ônibus, ou determinadas viagens. (Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, 2005)

Com os dados inseridos no sistema, e o cenário mais próximo do real definido, é possível executar diversas análises. Possui ferramentas que permitem a alocação de tráfego na rede, tanto para transporte público quanto privado, ferramentas de cálculo que permitem analisar o sistema de transporte na rede, e simular situações diversas, como projeção de cenários futuros, alterações na demanda, alterações nos sistemas de rotas, e, com as ferramentas do software, analisar o impacto dessas mudanças. Caso algo necessário não esteja disponível no software, ele apresenta uma plataforma de desenvolvimento de códigos de programação.

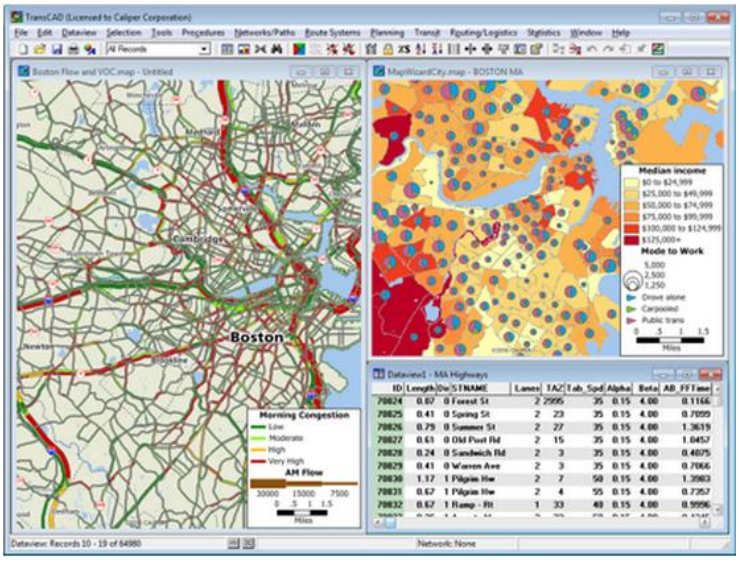

Figura 2: Tela de trabalho do Transcad

Fonte: http://www.caliper.com/tcovu.htm (acessado em 26/10/2014)

2.3.2. Emme/2

O Emme/2, desenvolvido pela Inro, é um software muito parecido com o Transcad, voltado para planejamento de transportes e também muito utilizado para simular os modelos analíticos. Apresenta interface facilitada para alocação de modelos, com uma caixa de ferramentas para efetuar poderosos cálculos de rede e de matrizes, ajustes de demanda, análises de caminho de tráfego e transporte público, entre outros. (INRO,2014)

Foi projetado para a modelagem multimodal de rede de transportes, ou seja, todos os modos são integrados, permitindo que todos os modos de transporte sejam modelados de forma integrada. (INRO, 2014)

Apesar de não ser desenvolvido a partir de um sistema de informações geográficas, como o Transcad, possui interfaces que permitem seu georreferenciamento, com a importação de arquivos SIG. (Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, 2005)

Suas principais características são: ferramentas de manipulação de matrizes que permitem trabalhar com diversos modelos de previsão de demanda; ferramentas de alocação; calculadoras interativas que permitem métodos de avaliação e análise de impacto; dispositivo de macro para a automatização de procedimentos repetitivos; facilidade de exibição de gráficos; editores de rede gráficos. (Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, 2005)

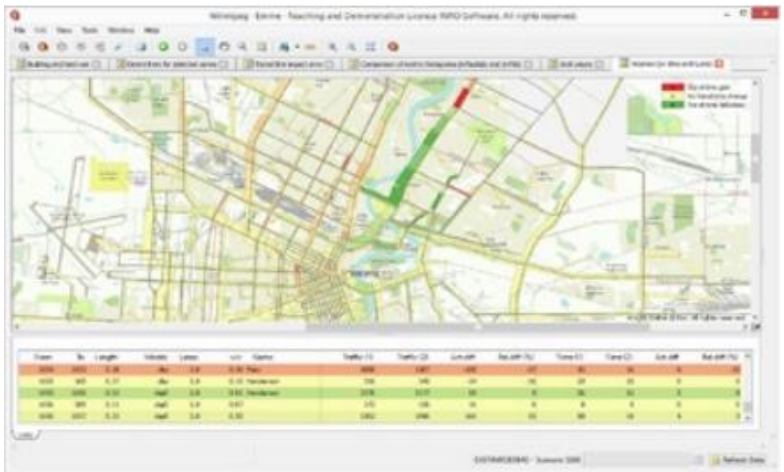

Figura 3: Tela de trabalho Emme/2

Fonte: http://www.inro.ca/pdf/emmebrochure-pt.pdf (acessado em 26/10/2014)

2.3.3. Vissim

O PTV Vissim é um software projetado para simular de forma realista e equilibrar a capacidade e demanda de tráfego de estrada. Com ele é possível simular situações envolvendo transporte privado motorizado, transporte de mercadorias, transporte ferroviário, pedestres e ciclistas, e transporte público relacionado a rodovias e trilhos, fazendo uma representação realista de todos os aspectos possíveis relacionados ao trânsito, e logo, uma avaliação precisa do problema. (PTV, 2014)

O software oferece flexibilidade em vários aspectos: o conceito de ligações e conectores permite aos usuários mapear sua rede em detalhe modelar geometrias com qualquer nível de complexidade, a partir um nó padrão para cruzamentos complexos; atributos para características do condutor e do veículo permitem a parametrização individual; um grande número de interfaces fornece integração com outros sistemas para controladores de sinalização, gestão do tráfego ou modelos de emissões. Além disso, apresenta modelos científicos comportamentais, também garantindo um comportamento realista dentro da infraestrutura existente e planejada. (PTV, 2014)

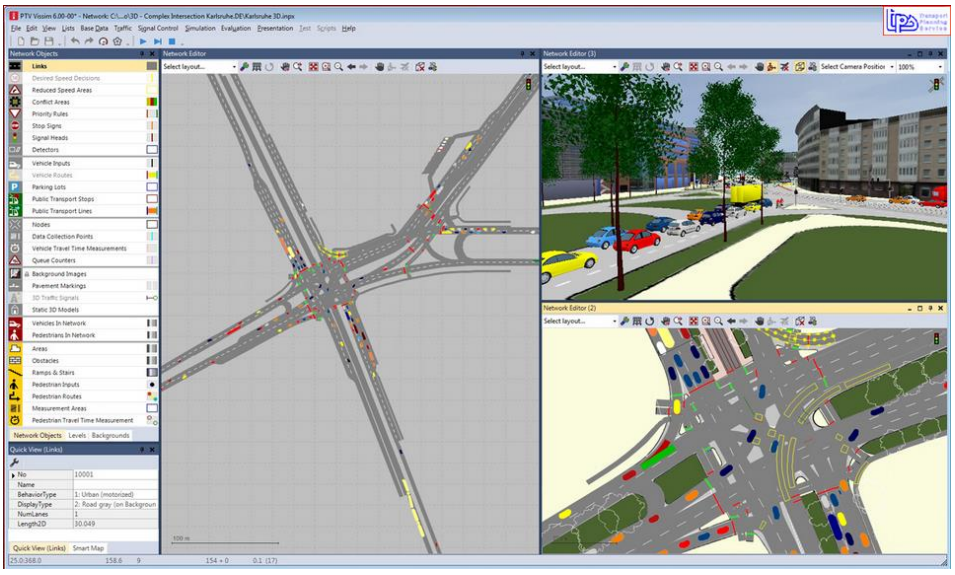

Figura 4: Tela de trabalho PTV Vissim

Fonte: http://tpsitalia.it/software/ingegneria_traffico/vissim_6_caratteristiche.php (acessado em 29/10/2014)

2.4. Educação na era tecnológica

Neste trabalho, a simulação de alternativas de transporte não será feita utilizando esses softwares, pois será usado o jogo de simulação Cities in Motion II. O uso de ferramentas

lúdicas, como jogos, é muito comum para auxiliar no aprendizado de alguns assuntos, pois é uma forma divertida de estudar, fazendo com que os estudantes aprendam o assunto sem acha-lo cansativo.

No caso, um dos principais objetivos deste trabalho é verificar a utilização desse jogo como ferramenta de estudo de mobilidade. Os softwares citados anteriormente apresentam mais precisão para desenvolvimento desses estudos e, logo, são utilizados por profissionais da área, sendo muito caros para aquisição de estudantes. Portanto, para que os estudantes possam se aproximar da realidade de profissionais da área, e criar simulações de trânsito de uma forma divertida e ao mesmo tempo próxima à realidade, desenvolvendo conhecimento de mobilidade e planejamento de transportes, é que se tenta usar essa ferramenta como auxílio na aprendizagem.

No século XXI, se tornou necessário inovar muitas coisas, dentre elas o método de ensino e aprendizagem. Nos últimos anos, aumentou o interesse em jogos como ferramenta de estudo, ganhando destaque os jogos tridimensionais imersivos.

A geração desse século, chamada geração Y, é a geração da era digital, com jovens que possuem a mais moderna tecnologia como smartphones e iPods, que estão sempre conectados no mundo virtual, com as redes sociais ganhando cada vez mais destaque e se tornando parte do cotidiano desses jovens.

Nos anos 1970, o foco na educação era somente ler e escrever, sem se preocupar em entender o texto, ignorando a interpretação que o mesmo poderia ter, sem pensar no que está lendo e escrevendo, era algo mais mecânico. Porém, uma sociedade pós-industrial revelou a ineficiência desse sistema de estudo, aumentando a importância da interpretação de texto, de uma alfabetização mais completa. Nesse período, desenvolveu e aumentou a adoção de uma perspectiva sociocultural, com o estudo de linguagens e as ciências sociais. Foi nesse período que ficou claro que a educação deve ir além de ler e escrever. (Chee, 2007)

Já no século 21, a educação deve se basear em fatores diferentes, como: era da literatura digital, onde ganha mais destaque as informações visuais, e um ensinamento multicultural e global; invenções, pensamentos criativos, curiosidade, assumir riscos; comunicação eficiente, responsabilidade social, trabalho em equipe, colaboração; alta produtividade, habilidade de priorizar, planejar e assumir riscos, uso efetivo de ferramentas disponíveis. (Chee, 2007)

Nesse ponto, entra a ideia de uma educação diferenciada, baseada nas tecnologias. Adotando um jogo como sistema de ensino, é possível alinhar habilidades e orientá-las, além

de apresentar inúmeras vantagens e facilidades, como por exemplo: ensino baseado em situações práticas; poucas consequências em falhas e assumir riscos; o estudante pode personalizar um personagem de jogo, personalizando seu aprendizado; o domínio de aprender é simplificado em um subdomínio do mundo real; os problemas são organizados de forma que o estudante aprenda a resolver problemas mais simples incialmente e depois os mesmos vão dificultando; tem muitas maneiras de resolver um mesmo problema; o conhecimento é distribuído quando os jogadores vão à internet pedir ajuda e discutir estratégias de jogo; entre outros. (Chee, 2007)

2.5. Vantagens no uso de ferramentas lúdicas para aprendizado

Para demonstrar a vantagem do sistema apresentado no item anterior, será apresentado o exemplo de uma escola em Singapura. O Laboratório de Aprendizado em Ciências do Instituto Nacional de Educação, Singapura, desenvolveu um jogo para ajudar a melhorar o ensino de Educação Nacional. Seguindo o contexto de Singapura, o principal objetivo do jogo é desenvolver nos estudantes senso de cidadania e responsabilidade cívica, de acordo com vulnerabilidades e desafios únicos de Singapura. Através de ciclos interativos entre jogos de aprendizado e reflexões, é esperado dos estudantes o desenvolvimento de senso crítico em questões relacionadas a ele mesmo em relação à nação, sua identidade pessoal em relação à identidade nacional. (Chee, 2007)

Estação Espacial Leonis é um jogo de simulação que permite aos jogadores explorar as consequências de diferentes estratégias e políticas relacionadas a problemas como discriminação racial, distribuição de água, economia e defesa. No cenário do jogo, os estudantes se projetam, através de um personagem construído pelo jogador para representa-lo, em um mundo para experimentar fenômenos como conflitos raciais, falta de água, terrorismo transnacional e defesa civil. (Chee, 2007)

Figura 5: Tela inicial do jogo Estação Espacial Leonis

Fonte: Chee, 2007, p.19

Os estudantes aprendem jogando, e os professores organizam sessões de discussão sobre o jogo, onde os estudantes podem discutir as decisões tomadas, as ações realizadas, bem como as estratégias que eles seguiram no jogo espacial, refletindo sua relação com os temas abordados em Educação Nacional. No fim, foram elaborados materiais complementares, para o uso de professores e estudantes. Um livro guia foi desenvolvido para professores proverem sugestões de como eles podem desenhar as conexões entre as questões de Educação Nacional por trás do jogo e eventos históricos, mostrando os desafios enfrentados por Singapura, e que estão guardados na memória de cada cidadão de Singapura. (Chee, 2007)

2.6. Cities in Motion II

Como já comentado, neste trabalho será usado o jogo Cities in Motion II. Desenvolvido pela empresa independente Colossal Order, é um jogo de simulação de transporte coletivo. Ele permite que o jogador construa, gerencie e conduza a rede de transportes, para prover às cidades todas as suas necessidades no âmbito de deslocamentos da população.

Para a construção da rede de transportes conta com ferramentas diversas, e permite a construção de vários modais, como ônibus, trens e transportes hidroviários. A forma como a

rede é construída afeta diretamente na forma como a cidade se desenvolve, ao longo do tempo, no ambiente de jogo, exigindo o planejamento de cada decisão. (Paradox Interactive, 2013)

No software, o usuário é o dono de uma empresa de planejamento de transportes, que deve construir uma rede para uma cidade que não possui nenhuma região coberta por transporte público, permitindo ao jogador criar livremente com um grande nível de detalhe, e muito próximo à realidade. A partir da rede criada, o mesmo deve gerenciá-la, controlando as tarifas, verificando o grau de satisfação dos cidadãos, alterando pontos que os cidadãos não estão satisfeitos, mudando a infraestrutura quando necessário e, com o passar do tempo e o lucro aumentando, o jogador pode criar mais modais, usar recursos que são mais caros, deixando a rede mais completa e eficiente. (Paradox Interactive, 2013)

O usuário deve lidar com problemas como insatisfação dos cidadãos, valores de tarifas muito altos, transportes ineficientes, possíveis problemas de trânsito, infraestrutura ruim, problemas nos veículos da rede, como veículos quebrados, aumento da demanda exigindo aumento da oferta, entre outros. (Paradox Interactive, 2013)

O jogo permite uma simulação extremamente próxima à realidade, com desenvolvimento acelerado da cidade, e até mesmo um tipo de divisão de classes na cidade. A população é dividida em seis classes, cada uma com características que te permitam estudar o transporte para atender a todos: (Manual Cities in Motion 2, 2013)

- *Blue Collar Workers:* são os trabalhadores de indústrias ou outros tipos de trabalhos mais físicos. Preferem um transporte barato, a maioria não possui carro, logo utilizam mais do transporte público. Seus principais deslocamentos são casa para trabalho e trabalho para casa. (Manual Cities in Motion 2, 2013)
- *White Collar Workers:* são os trabalhadores de escritórios, lojas e governo. Possuem salários melhores que os blue collar workers, logo são menos preocupados com os preços de transporte, mas se importam com a velocidade e eficiência. Suas principais viagens também são para trabalho e casa, e pouco com lazer. (Manual Cities in Motion 2, 2013)
- *Business People:* a mais alta classe social, constituída por pessoas como diretores, médicos, advogados, banqueiros, empresários. Em sua maioria possuem carros, e não se importam com o valor da tarifa do transporte, procurando pela forma mais rápida e agradável de chegar onde querem. (Manual Cities in Motion 2, 2013)
- *Students:* os estudantes são membros de faculdade, que normalmente não possuem seu próprio carro, e preferem caminhar que usar outro meio de transporte, a não ser quando

encontram um meio de transporte com boa relação custo-eficiência para suas casas, lugares de estudo, e lugares de lazer. (Manual Cities in Motion 2, 2013)

• *Tourists:* os turistas querem conhecer a cidade, não preocupados com preço ou eficiência dos transportes, apenas de preocupam em aproveitar seus passeios. (Manual Cities in Motion 2, 2013)

• *Pensioners:* os aposentados não possuem carros, e como andam devagar, preferem usar o transporte público. Como não trabalham, suas viagens são para órgãos governamentais, lojas, encontrar amigos em igrejas e parques. (Manual Cities in Motion 2, 2013)

Como pode ser percebido, essas são as classes constituintes de qualquer cidade. O jogo propõe a elaboração de um sistema de transporte que atenda a todas essas necessidades.

Maiores detalhes sobre o jogo são dados na metodologia e no detalhamento das atividades desenvolvidas. Abaixo, algumas telas do jogo, sendo a primeira uma visão geral e a segunda um detalhe dos gráficos de resultados disponíveis:

Figura 6: Gráficos de indicadores gerados pelo jogo

Fonte: http://www.citiesinmotion2.com/ (Acessado em 02/11/2014)

Figura 7: Tela do jogo com as opções de modos de transporte

Fonte: http://forum.paradoxplaza.com/forum/showthread.php?665863-Cities-in-Motion-2-%96-Multiplayer-Mode-%96-Developer-diary-6 (Acessado em 02/11/2014)

2.7. Campinas – Zona Norte

A cidade a ser estudada é a de Campinas, mais especificamente a região norte da cidade. Com 260 anos de história, A cidade teve sua urbanização impulsionada pelo o que se pode chamar “herança da fase do auge cafeeiro”, da qual centralizava a função de capital regional e que garantiu à cidade uma dinâmica posição no sistema de transportes e comunicações. Atualmente ocupa uma área de 801 km² e conta com uma população aproximada em 1 milhão de habitantes, distribuída por quatro distritos (Joaquim Egídio, Sousas, Barão Geraldo, e Nova Aparecida) e centenas de bairros. (Prefeitura Municipal de Campinas, 2014)

Com taxas de crescimento acima da média nacional ao longo das últimas décadas, a região de Campinas se consolidou como o segundo maior aglomerado industrial do país, superado apenas pela área metropolitana de São Paulo. Configurando-se como polo dinâmico do processo de "interiorização do desenvolvimento", o município e a região de Campinas tiveram a sua fisionomia econômica radicalmente transformada nas duas últimas décadas. Com a dinâmica econômica e demográfica de Campinas e região, houve mudanças significativas das características da cidade e da região ao seu entorno, começando nascer aí uma metrópole paulista. (Prefeitura Municipal de Campinas, 2014)

De forma simplificada, a cidade de Campinas pode ser dividida em cinco regiões, ou distritos: norte (Barão Geraldo), leste (Taquaral), noroeste (Campo Grande), sudoeste (Ouro

Verde), sul (Swift), conforme mostrado na figura abaixo: (Prefeitura Municipal de Campinas, 2014)

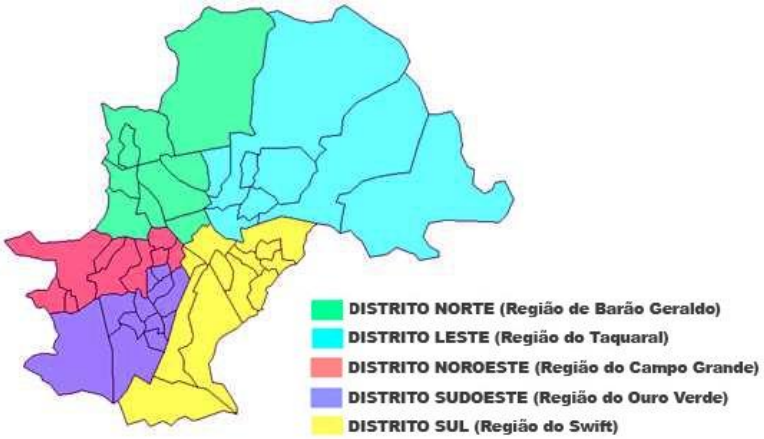

Figura 8: Divisão da cidade em distritos

Fonte: Prefeitura Municipal de Campinas

O IBGE divide o município em macrozonas, as quais são divisões menores que as dos distritos, conforme segue abaixo:

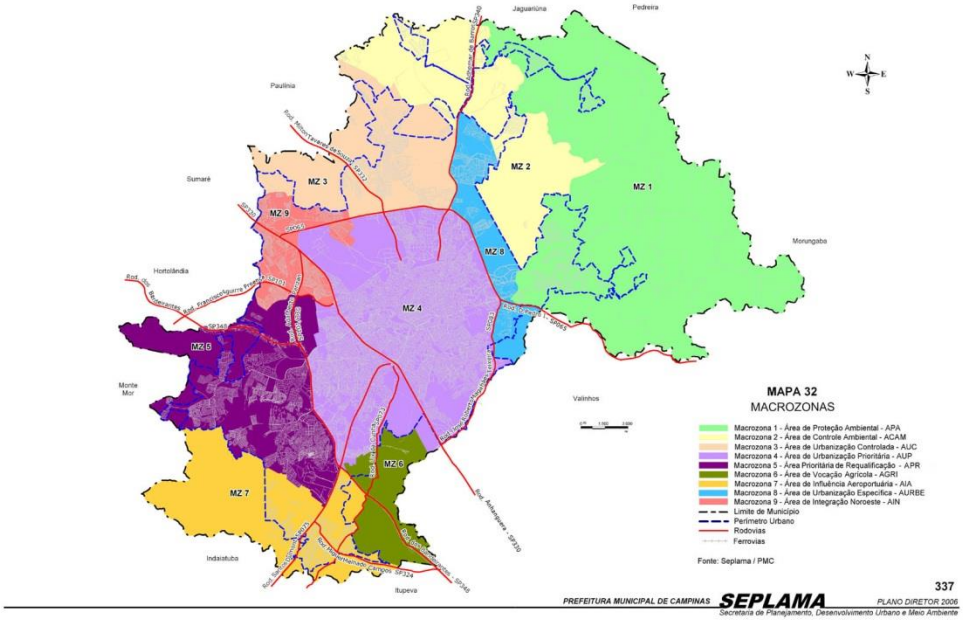

Figura 9: Divisão da cidade em macrozonas, de acordo com o IBGE

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

A região foco de estudo neste trabalho é a norte, o distrito de Barão Geraldo, a qual engloba toda a macrozona 3 e a 9, uma parte da macrozona 4 e uma parte da 2. Foi escolhida a região norte por se tratar da região onde está localizada a UNICAMP, universidade de grande destaque no cenário nacional e desenvolvedora de grandes pesquisas, logo, devendo ser uma região de fácil acesso, o que não acontece na verdade. (Prefeitura Municipal de Campinas, 2014)

De acordo com a coordenadoria de informação e informática da prefeitura de Campinas, no ano de 2006, a população da zona norte era 180.380 habitantes, correspondendo a 17,3% da população total da cidade.

Apesar de ser uma cidade de grande importância econômica e como tal dever apresentar um bom índice de mobilidade urbana, Campinas, de um modo geral, apresenta um sistema de transporte público precário, ineficaz e obsoleto, que não garante boa acessibilidade aos usuários, dificultando sua circulação, impedindo que tenham um deslocamento seguro e eficiente. Na zona norte da cidade, o mesmo pode ser detectado. Com um sistema que prioriza o uso de automóveis, e apresenta como único modal o ônibus, que não é eficiente, como já foi dito antes.

De acordo com a pesquisa origem destino domiciliar realizada em julho de 2012, na região metropolitana de Campinas, o modo de transporte mais utilizado é o automóvel, representando 38,5% da amostra, enquanto só 14,2% utilizam o transporte coletivo municipal e 28,9% usam ônibus, de todos os tipos (municipal, intermunicipal, fretado, escolar, executivo). Um dos motivos desse efeito é que as viagens de ônibus demoram muito mais que as realizadas por automóvel, o que representa mais uma vez uma malha de transporte público ineficiente.

Como já falado anteriormente, um dos principais objetivos desse trabalho é fazer uma análise de mobilidade urbana da região norte de Campinas, através de um jogo de simulação de sistemas de transporte, para diagnosticar essa ineficiência no sistema de transportes, e verificar formas de melhorar.

3. MÉTODO

Considerando que deve ser avaliado o sistema de transportes da região norte da cidade Campinas, bem como os impactos de alterações na rede da mesma, em paralelo com a avaliação do jogo como ferramenta lúdica de aprendizagem, deve ser montado o sistema de transportes completo, sendo o mesmo desenvolvido representando a situação real.

Partindo de um mapa com o relevo da região de estudo, são criadas as ruas e estradas tentando chegar o mais próximo possível do real. Para isso, é utilizada a ferramenta de edição de mapas do jogo Cities in Motion, e para inserir as construções, o jogo disponibiliza uma ferramenta de construção, que segue o padrão estabelecido pela infraestrutura do lugar.

Com o mapa pronto, é criada a rede de transportes, a qual será explicada em detalhamento das atividades desenvolvidas. Cara rota de ônibus é elaborada simulando uma situação real, assim como os pontos de ônibus, uma diferença em relação aos ônibus é a garagem, que normalmente se tem uma garagem em algum ponto da cidade, mas no jogo era necessário criar mais de uma por causa da capacidade limitada, e nem sempre é possível alocar no lugar original. Como só será trabalhada a região norte de Campinas, as rotas de ônibus que saiam dessa região serão alteradas, fazendo um retorno dentro do próprio mapa.

Com todos os sistemas de transportes bem definidos, é dado início à simulação. Nesse trabalho, serão criadas quatro situações para simular. A primeira é o cenário somente com carros, para ver o efeito desse tipo de situação. A segunda situação é o cenário com sistemas de ônibus, não alterando muito o quadro real, apenas alterando o trajeto das linhas. A terceira situação é um sistema de trólebus, junto com o sistema de ônibus já existente, por ser um sistema intermediário entre o ônibus e um metrô, o qual é um sistema muito caro e a demanda da região não justifica esse investimento, sendo o trólebus um sistema eficiente e sustentável, e o mais próximo de um sistema BRT (Bus Rapid Transit) que o jogo permite inserir. A terceira é a inserção de um sistema de trens junto com os ônibus e o trólebus, já que o trem é um sistema eficiente, economicamente viável, e sustentável, e apresenta capacidade

superior aos outros dois modais, permitindo uma avaliação desse modal que tem sido foco de muitas conversas de sistemas de transportes eficientes e sustentáveis.

Para cada um dos cenários descritos acima, será analisado como a cidade se comporta, se as escolhas feitas são eficientes, será avaliada a satisfação dos usuários e o crescimento da cidade em relação a essa mudança. Para isso, serão utilizados os indicadores fornecidos pelo próprio jogo. Além disso, será analisada a sensibilidade da tarifa na escolha modal, verificando quão determinante é o valor da tarifa no momento que o usuário faz suas escolhas de viagens.

Durante todo o processo descrito acima, o jogo será analisado como ferramenta lúdica de ensino de mobilidade urbana, com a ideia de ser utilizado em aulas práticas, futuramente.

Abaixo, um fluxograma com todas as etapas desenvolvidas no presente trabalho:

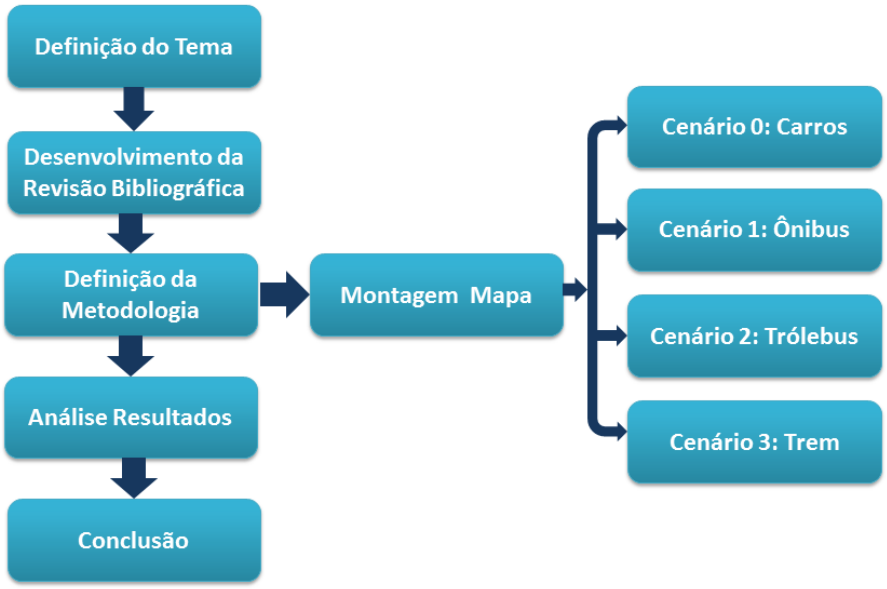

Figura 10: Fluxograma de Atividades Desenvolvidas

3.1 Descrição das atividades desenvolvidas

Como já foi dito na metodologia, a primeira atividade desenvolvida é a elaboração do mapa da região norte da cidade de Campinas. O mapa inicial possui apenas o relevo da região, e a marcação das ruas, como pode ser visto na imagem abaixo:

Figura 11: Mapa inicial, com relevo e as indicações das ruas

Utilizando a ferramenta de edição de mapas, foram criadas as ruas. Essa ferramenta permite a criação de diversos tipos de vias, permitindo também colocar calçadas, espaços para estacionamentos e controlar o número de faixas. No mapa inicial, era possível identificar os bairros, por ser onde havia presença de ruas mais estreitas e próximas, bem como as estradas, por serem locais afastados, com menor número de vias.

A largura da via também era possível de identificar pelo mapa inicial, facilitando a definição que deveria ser utilizada no jogo. O desenho da malha viária virtual tentou seguir o máximo possível o da malha viária real. Abaixo, uma imagem do mapa, com as vias construídas:

Figura 12: Malha viária da zona norte de Campinas

Com toda a malha definida, o próximo passo é montar as construções do local. Para representar de forma extremamente real, seria necessário construir cada residência ou edifício, mas isso levaria muito tempo, tornando-se inviável. Portanto, o jogo fornece uma ferramenta muito útil, a ferramenta autoconstrutora, que faz as construções baseadas nos padrões das ruas ao redor. Essa ferramenta produz uma região muito próxima a real quando as ruas são fiéis à realidade, o que aconteceu nesse caso. Ela define o uso e ocupação do solo sozinha, mas também ficou muito próximo do real.

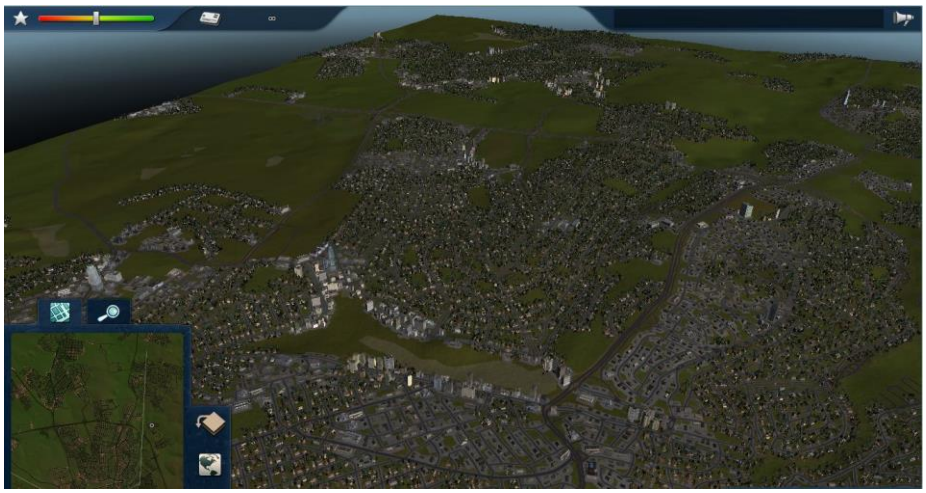

Figura 13: Construções geradas pelo jogo, no início

Figura 14: Uso e ocupação do solo definido pelo jogo

Algumas dificuldades encontradas nessa etapa do desenvolvimento do mapa foram, por exemplo, a forma como o jogo cria as intersecções das vias, pois ele cria de forma automática, muitas vezes formando uma intersecção desagradável para os usuários, e como não é permitida uma edição mais precisa, a mesma deve ser deixada assim.

Outra dificuldade encontrada foi o fato do jogo não permitir uma ferramenta construtora mais editável, já que o mesmo só permite duas opções de construção: a ferramenta autoconstrutora, na qual o jogo define as construções de acordo com as vias, e a outra opção é inserir manualmente cada construção, uma por vez. Uma forma mais fácil de construção seria similar à do jogo Sim City, onde você constrói blocos de acordo com o uso e ocupação do solo desejado, fazendo a cidade da forma desejada.

Dando início à simulação, a cidade inicialmente não tem nenhuma cobertura de transporte público, sendo seu principal meio de transporte os carros. Abaixo, segue a imagem da cobertura inicial da cidade, onde vermelho indica sem cobertura de transporte coletivo.

Figura 15: Cobertura inicial de transporte público

Conforme o tempo passa, a cidade começa a sentir necessidade de linhas de transporte público, então alguns habitantes, criados pelo ambiente do jogo, começam a pedir pelo mesmo. Além disso, a densidade de tráfego na cidade aumenta com o passar do tempo, indicando ainda mais a necessidade de investimentos em transporte coletivo, em substituição ao transporte privado motorizado. Antes da inserção de uma malha de transporte público, o jogo ficou em simulação pelo período de um mês (no tempo do jogo), e alguns resultados serão destacados posteriormente.

3.1.1. Cenário 1: Cidade movida a ônibus e carro

O primeiro cenário constitui-se da realidade da região estudada, onde o único modal utilizado é o ônibus. Devido ao fato do operador de ônibus de Campinas não fornecer os itinerários das linhas de região, de uma forma adequada para esse uso, e devido a algumas dificuldades apresentadas pelo jogo, não foi possível reproduzir a malha de ônibus idêntica a real.

Dessa forma, optou-se por criar um novo sistema de ônibus, que priorize facilitar a ligação entre os bairros mais importantes da região, sendo estes: Barão Geraldo, Dom Pedro, Cidade Judiciária e Alphaville. Em cada um dos bairros foram criados duas garagens de ônibus, as quais, nesse jogo, podem representar os terminais, já que toda viagem deve começar e finalizar em um terminal, sendo obrigatoriamente o terminal inicial o mesmo do final. Cada garagem grande pode comportar 20 ônibus, mas permite comprar mais de 20, de forma que o máximo que pode ficar parado em seu interior é 20.

Antes da criação das linhas, devem ser construídos os pontos de ônibus pelos quais a mesma vai passar. Para cada região foram criadas algumas linhas padrões, como: linhas ligando o terminal aos demais, linhas do terminal para o principal polo atrator da região e linhas que vão para os locais mais afastados da região, de forma a oferecer transporte público a todos os moradores.

Para cada ponto criado, deve ser tomado o cuidado de coloca-lo no sentido da rua por onde se desejar passar a linha. Uma característica do jogo é oferecer a área que será coberta pelo ponto de ônibus, de forma que o usuário saiba até que ponto as pessoas são atendidas pelo transporte público sem tempo de caminhada considerável, pois apesar dessas áreas de cobertura, o usuário ainda pode andar uma pequena distância de 150 metros para pegar a linha desejada. Apesar de isso facilitar algumas decisões, acaba limitando outras, pois a área coberta pelo ponto é pequena, e muitas vezes obriga o jogador a fazer muitos desvios com a linha, ou criar diversas linhas para a mesma região para conseguir uma área de cobertura mais completa, satisfazendo as necessidades dos habitantes.

Figura 16: Ponto de ônibus com duas pessoas esperando

Para a definição das linhas, foram seguidos os conceitos abordados em planejamento de transportes, observando a demanda da região, o comportamento das viagens, as categorias de usuários. O cenário sem transporte público permitiu uma análise mais detalhada dessas informações, mostrando os principais pontos com problemas, os tipos de viagens, a frequência de viagem realizada por grupo, entre outras. Por exemplo, observou-se um grande fluxo de pessoas saindo de Barão Geraldo e seguindo para outros bairros, e vice-versa. Logo, foram criadas linhas ligando essas regiões, tentando diminuir o máximo possível o tempo de viagem entre as zonas. Pra construir as linhas, devem ser informados os pontos pelos quais ela

passa, em ordem de passagem, sendo que o jogo determina o trajeto de um ponto a outro seguindo o conceito do caminho mais curto, ou seja, sempre priorizando a menor distância.

No total, foram construídas 24 linhas, sendo linhas saindo de cada terminal e ligando ao outro, de outra região (Barão Geraldo-Alphaville, Barão Geraldo-Dom Pedro, Barão Geraldo-Cidade Judiciária, Alphaville-Barão Geraldo, Alphaville-Dom Pedro, Alphaville-Cidade Judiciária, e assim por diante), três linhas saindo de Barão Geraldo e chegando a bairros dessa região, uma linha ligando o terminal de Barão à Unicamp, e nas outras regiões também foram feitas linhas ligando o terminal a bairros da região.

Figura 17: Cobertura do mapa pelas linhas de ônibus (em azul)

Inicialmente, foram definidas frequências altas para as principais linhas, como seis viagens por hora para as linhas entre terminais e quatro por hora para as principais linhas de cada bairro, para diminuir o desconforto do usuário. Com isso, o jogo deu uma estimativa de frota muito alta para cada linha, apesar do cálculo manual não corresponder a essa frota. Isso pode ser apontado com uma falha no jogo, quanto a seu objetivo de simulador de transporte, pois há um claro desperdício de veículos e um gasto excessivo devido à frota por ele calculada. A princípio, considerando um objetivo de reduzir a frota, não foram utilizados os veículos sugeridos.

Todavia, logo no começo da simulação já existem problemas quanto à falta de veículos e atrasos nas partidas, fazendo necessária a construção de outro terminal em cada bairro, e um aumento no número de veículos. Além disso, outro problema encontrado na primeira semana de simulação foi o excesso de trânsito, que não permitia ao veículo chegar até seu destino, principalmente na região da rodovia Dom Pedro.

Nos resultados, serão apresentados gráficos mostrando os problemas encontrados, como a grande queda na reputação da empresa de planejamento de transportes (no caso, a pessoa que está jogando), diminuindo o incentivo ao uso de transportes públicos.

Esses fatores exigiram uma intervenção na simulação, na tentativa de melhorar as condições da cidade. Algumas medidas tomadas foram a criação de mais acessos, diluindo um pouco o trânsito, como: duplicação das faixas marginais e de acessos da rodovia; aumento do número de faixas em locais onde o trânsito é muito intenso, principalmente em cruzamentos que se tornaram gargalos do trânsito; inclusão de faixa exclusiva de ônibus nas vias mais congestionadas; aumento do número de acessos a determinados locais, na tentativa de desviar boa parte dos veículos para esses acessos, deixando o trajeto das linhas de ônibus mais livre; criação de faixa exclusiva de ônibus em alguns trechos da rodovia.

Em relação ao problema das frequências altas, elas foram diminuídas, criando linhas com intervalos de uma hora, em média. Apesar de isso ser considerado desconfortável, do ponto de vista de mobilidade urbana, o jogo não trabalha bem com altas frequências, exigindo uma frota muito alta e, quando não se encontra essa frota, a linha perde muitas partidas, e com os ônibus presos no trânsito, se torna realmente impossível cumprir o proposto, o que representa uma falha do jogo. Com intervalos maiores, o sistema funcionou melhor.

Figura 18: Tabela de horários da linha Terminal Barão Geraldo-Unicamp, a mais utilizada

Apesar de todas essas mudanças, o cenário 1 não foi muito bem, como será explicado nos resultados.

Em relação à variação da tarifa, o jogo tem um sistema que te sugere a mudança da tarifa de acordo com a sua reputação, seus gastos e o uso do transporte. Ele tem um sistema tarifário diferente para pessoas que usam uma linha, que usam várias linhas em uma zona, que usam linhas em duas zonas e que usam linhas em todas as zonas, além de apresentar diferenças de acordo com os modais e a transferência entre modais, como pode ser visto na imagem abaixo:

Figura 19: Tarifas do cenário 1

Na figura, observam-se as tarifas referentes a cada modal. Da esquerda para a direita, a primeira é a tarifa correspondente a usar uma linha, a segunda a realizar viagens dentro de uma zona, a terceira a realizar viagens dentro de duas zonas e a última, a realizar viagens entre todas as zonas. Nesse caso, só a tarifa de ônibus é utilizada, pois não tem outro modal na cidade. A última tarifa, embaixo, representa viagens entre zonas usando qualquer tipo de modal. Os valores que aparecem em azul e verde são tarifas que estão baixas, podendo ser aumentadas, e representam a satisfação dos usuários.

No presente, não foram criadas zonas pois, por ser uma região pequena, logo as viagens são curtas, não se justifica cobrar tarifas diferentes para acessar outras zonas. Conforme a reputação da empresa cai, ou um modal se torna ruim para os usuários, o jogo te avisa que os preços estão muito altos, e é possível modifica-lo até ficar acessível, quando a tarifa está alta, ela aparece vermelha ou amarela no painel de controle, e fica branca quando atinge um valor ideal. Da mesma forma, quando o sistema de transporte está atingindo boa parte dos objetivos, e as pessoas estão bem com o modal, o jogo sugere que a tarifa está baixa, e o usuário pode alterá-la, conseguindo mais lucro. Nesse caso, a tarifa baixa aparece em tons de azul e verde no painel de controle. Portanto, a sensibilidade de variação da tarifa fica fácil de ser notada.

Com o passar do tempo e o investimento em transportes, a cidade vai crescendo e se desenvolvendo, impactando nos transportes e exigindo maiores investimentos. Ao longo da simulação, foi necessário comprar mais ônibus, e trocar alguns que quebraram.

O cenário ficou em funcionamento durante um mês, no qual foram observados os principais comportamentos e tendências da cidade. Os resultados obtidos depois desse período serão apresentados no item resultados.

3.1.2. Cenário 2: Cidade movida a carro, ônibus e trólebus.

Com duas semanas de simulação do cenário 1 e a cidade desenvolvida nesse período, os problemas já estavam insustentáveis para o sistema de ônibus, com uma demanda muito alta, inúmeros problemas de trânsito que atrapalhavam o fluxo dos mesmos, o sistema de ônibus cada vez mais obsoleto, oferecendo um serviço cada vez pior para a cidade, com passageiros descontentes com o serviço oferecido. Considerando isso, e todos os problemas já citados anteriormente, se faz necessário oferecer um novo modal para a cidade, no caso os

trólebus, escolhidos por ser uma alternativa mais rápida e econômica, já que não exige um investimento alto, tem capacidade superior ao ônibus e se feito de forma isolada, se torna um meio direto, sem interferência de trânsito, como já explicado na metodologia.

Os trólebus foram pensados de forma a facilitar a ligação entre as regiões, antes feitas por ônibus e carros, e que tinha um trânsito muito intenso na rodovia, e também como uma alternativa para as linhas de ônibus muito cheias, como a que liga o terminal de Barão Geraldo à Unicamp. Com as informações obtidas do cenário anterior, foi possível fazer um estudo da demanda para melhorar a oferta. Além disso, tentou se atingir locais mais movimentados nos bairros, de forma mais direta, apresentando paradas só em alguns trechos.

Suas vias foram construídas como faixas exclusivas de ônibus, colocadas separadas das vias normais, para evitar qualquer ligação com o trânsito da cidade, sendo muitos trechos elevados ou enterrados, porém em todas há trechos no nível do chão, próxima as vias de trânsito, de forma que as pessoas consigam atingir os pontos e acessar os veículos, sendo a única forma direta de acesso a pé, para evitar entrada de autos nas estradas de trólebus, portanto foram construídos caminhos para os pedestres. Os trólebus exigem fiação elétrica, que foi colocada em todo o trajeto. Quando o trajeto chegava a uma espécie de ponto final, colocou-se uma rotatória para que possa retornar, sendo estes os principais pontos onde foram colocados terminais.

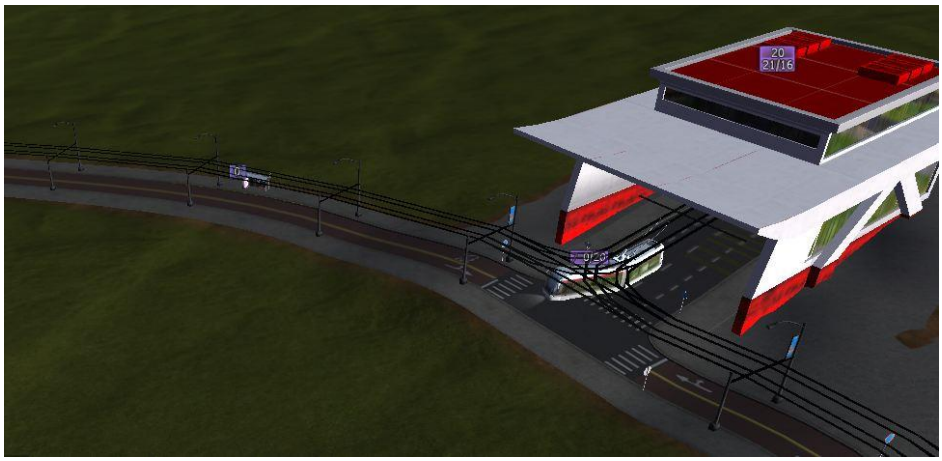

Figura 20: Trólebus saindo do terminal

Como o terminal do trólebus é menor, foram construídos dois em cada região, de modo que cada um deles seja responsável apenas por uma linha, exceto em Alphaville e Dom Pedro, onde não foram necessárias duas linhas.

Os pontos de espera dos trólebus são iguais aos do ônibus, e a construção das linhas segue o mesmo princípio.

No fim, foram construídas oito linhas, sendo estas: Barão Geraldo-Unicamp, Dom Pedro-Barão Geraldo, Alphaville-Barão Geraldo, Bairro Cidade Judiciária-Terminal Cidade Judiciária, Barão Geraldo-Terminal Cidade Judiciária, Terminal Cidade Judiciária-Alphaville, Alphaville-Dom Pedro, Terminal Cidade Judiciária-Dom Pedro.

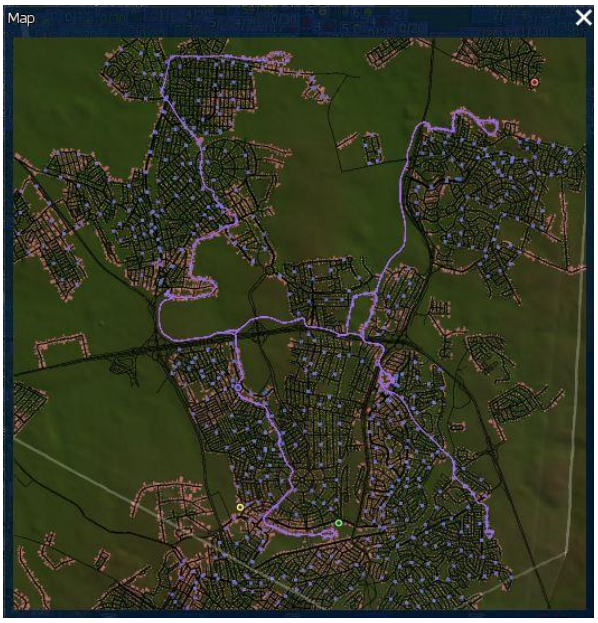

Figura 21: Cobertura da cidade pelas linhas de trólebus (em lilás)

Em relação à frequência, foram seguidos os mesmos princípios do ônibus, em média uma hora de intervalo, infelizmente oferecendo um serviço não tão completo para o usuário. Porém, dessa forma, os horários conseguiram ser cumpridos e a frota conseguiu ser atingida, não precisando comprar mais trólebus durante todo o mês de simulação.

Como será mostrado no item de resultados, a inserção do sistema trólebus ajudou a cidade e a melhorar o sistema de ônibus, antes muito carregado.

3.1.3. Cenário 3: Cidade movida a carro, ônibus, trólebus e trem.

Com algumas semanas de funcionamento do cenário 2, e uma cidade que cresceu muito nesse período, começou a montagem do terceiro cenário. Nesse, foram mantidas as linhas de ônibus e trólebus, sem fazer nenhuma alteração nas mesmas, mas foram acrescentadas linhas de trem. O trem tem uma capacidade um pouco maior que o trólebus, e é

construído fora do tráfego, não sofrendo com os problemas de trânsito, além de ser rápido e sustentável. Assim como no trólebus, as vias dos trens foram feitas em sua maioria elevadas ou subterrâneas, aparecendo no nível do solo nas regiões onde tem estação, sendo que nos centros urbanos a maioria foi subterrânea para não mudar a dinâmica da mesma. As vias por onde o trem passa devem ter trilhos, sendo estes construídos em toda a extensão.

Figura 22: Trem saindo do terminal

As linhas foram construídas priorizando a ligação de zonas mais afastadas, de uma maneira mais rápida, pois o trólebus ligou mais as regiões centrais, dos principais terminais, o que ajudou a diminuir o movimento dos ônibus. O trem teve seus terminais criados em outras zonas, antes cobertas apenas por ônibus e que, com problemas no ônibus, ficam sem um serviço oferecido. Logo, além de passar pelas regiões centrais e oferecer alternativa para tentar diminuir o uso de veículos particulares, ele também serviu para ligar outras regiões, oferecendo uma segunda alternativa.

No total, foram construídos oito terminais, sendo um no mesmo local do terminal de ônibus e trólebus de Barão Geraldo (Terminal), um próximo à Unicamp, um no bairro Barão Geraldo, um em Dom Pedro, um na Cidade Judiciária, um em Alphaville e dois na zona Leste da região.

Foram montadas oito linhas, do tipo alimentador. Considerando como principal terminal o de Barão Geraldo, teve uma linha saindo dele e indo para a Unicamp, novamente por ser o trajeto de maior demanda, de forma que em os outros terminais alimentem este, mas não de forma a sobrecarrega-lo de veículos chegando, portanto apenas duas linhas chegam diretamente no mesmo, sendo que dos outros terminais sempre há um caminho para chegar

nesse, mesmo que de forma indireta. O procedimento de montagem das linhas de trem é similar ao da montagem dos trólebus, sendo necessária a passagem dos trilhos pelas vias, em primeiro lugar, depois a colocação dos pontos e enfim a linha ligando esses pontos, sendo que também nesse caso é necessário que a linha comece e termine no mesmo terminal.

As linhas de trem disponíveis são: Terminal-Unicamp, Barão Geraldo-Terminal, Zona Leste-Terminal, Dom Pedro-Terminal, Unicamp-Barão Geraldo, Cidade Judiciária-Alphaville, Alphaville-Dom Pedro, Zona Leste-Unicamp.

Figura 23: Cobertura da cidade pelas linhas de trem

Após um mês de simulação nesse cenário, foram obtidos os resultados finais, detalhados no item resultados.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Seguindo a metodologia já descrita, no presente item serão destacados os resultados provenientes de cada atividade desenvolvida, já explicada em detalhe no item anterior.

A primeira situação é proveniente de um mês da região funcionando sem transporte púbico, foram coletados alguns resultados para análise. Abaixo, uma imagem mostrando o trânsito na cidade, onde verdes são os trechos menos carregados e vermelhos os mais carregados, como a imagem da densidade de tráfego.

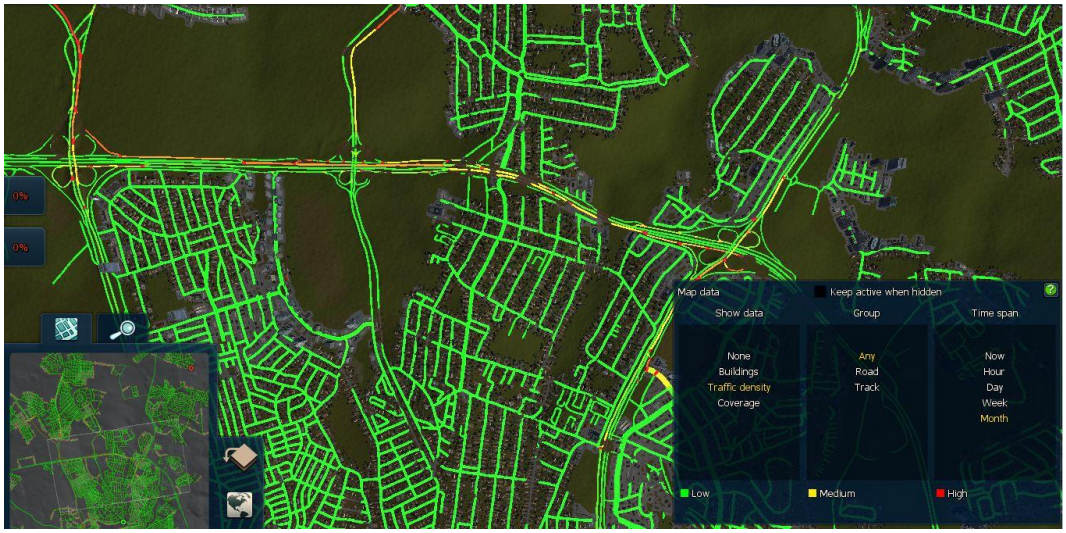

Figura 24: Excesso de tráfego na rodovia

Na imagem, nota-se que alguns pontos se tornam de difícil acesso para a população devido ao intenso uso de veículos, considerando que não há meios de transporte público disponíveis.

Além disso, o jogo fornece uma série de gráficos com indicadores do comportamento da população ao longo de um mês. Abaixo, alguns gráficos considerados importantes para o início da montagem do cenário 1. Como não há nenhum tipo de transporte público, não estão apresentados os gráficos relacionados a isso. Em destaque, os gráficos de população, taxa de desemprego, taxa de uso de veículo privado, taxa de caminhada, número de viagens, duração

das viagens e densidade de tráfego. Foram escolhidos esses gráficos para apresentação, pois os mesmos ajudaram na decisão de alocação do cenário 1.

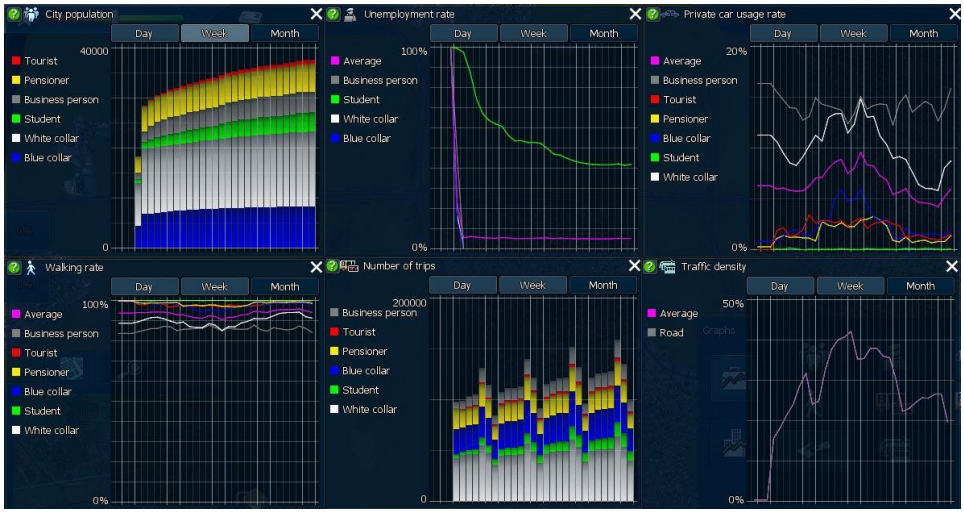

Figura 25: Gráficos dos indicadores de um mês sem transporte público

Como pode ser observado, a população cresceu muito no período de um mês, assim como diminuiu a taxa de desemprego, implicando em um aumento no número de viagens, sendo a classe white collar (trabalhadores de escritórios, lojas e governo) a que mais realizou viagens. Como era esperado, o número de viagens utilizando carro privado é muito alto, sendo a classe business person (executivos, banqueiros) com a maior taxa, seguido de white collar. De acordo com a descrição fornecida pelo manual do jogo, as pessoas da classe business person são as que mais possuem seu próprio carro, portanto têm maior tendência a sair com o mesmo. O que também fica claro pelos gráficos é que a taxa de caminhada do local é muito alta, bem como a densidade de tráfego.

Durante esse período de simulação, notou-se que a zona norte de Campinas sofre muito com o excesso de trânsito na rodovia, pois ela é utilizada como acesso aos diversos bairros, gerando um grande problema. Não existem rotas alternativas nem muitos acessos, o que aumenta o problema.

4.1. Cenário 1

Como já foi adiantado no detalhamento das atividades desenvolvidas, o cenário com ônibus sofreu problemas com falta de veículos e excesso de trânsito. Como poderá ser observado nos gráficos que seguem abaixo, no início houve uma procura intensa pelo modal,

um pico de demanda. Porém, um tempo depois houve uma grande queda, justificável pela insatisfação dos clientes com o serviço oferecido.

Com o intenso trânsito formado na cidade, e o desenvolvimento crescente da mesma, os ônibus não eram suficientes, pois, como já comentado no item anterior, a frota calculada pelo jogo, nesse primeiro momento, era muito grande, e foram comprados menos ônibus que o jogo requeria. Os ônibus ficavam o dia todo parados no trânsito, principalmente na rodovia, e não conseguiam cumprir com o itinerário estabelecido, deixando os passageiros esperando muito tempo no ponto, e diminuindo sua satisfação com os serviços prestados. Além disso, os ônibus quebravam constantemente, exigindo reparos e muitas vezes a troca de todos os veículos da frota, que estavam em péssimas condições. Com isso, a popularidade da companhia de transportes também caiu, e a tarifa teve que sofrer reajustes, ficando muito baixa, para que os usuários continuassem a usar o ônibus, e tentar melhora sua satisfação.

Todavia, com quase duas semanas de simulação, notou-se que a situação era crítica e exigia intervenções, as quais já foram detalhadas no item anterior, e incluíram criação de acessos, inserção de faixas de ônibus, a diminuição da frequência e o aumento da frota. Com essas medidas, as condições melhoraram, os ônibus quebraram com menor intensidade e o valor da tarifa começou a subir, mas ainda havia muito trânsito na cidade, dificultando a circulação dos veículos.

Abaixo, seguem os gráficos com os indicadores do serviço considerando o mês de simulação do ônibus. Infelizmente, o jogo não aparece o gráfico para dois meses, onde poderia ser vista a evolução do sistema de transportes com a inserção dos ônibus de forma mais fácil.

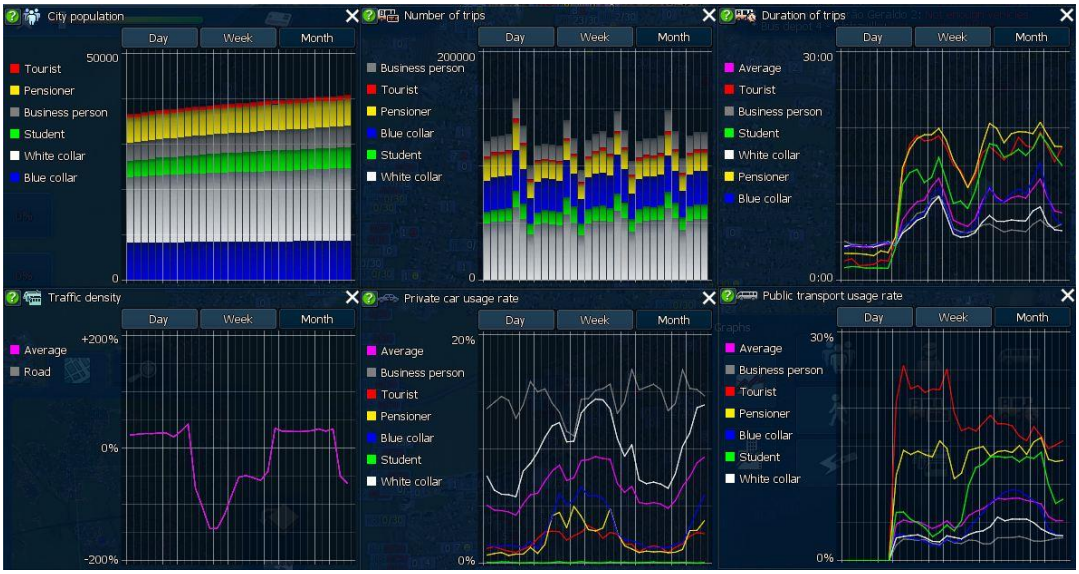

Figura 26: Da esquerda para a direita, de cima para baixo, os gráficos: população, número de viagens, duração das viagens, densidade de tráfego, taxa de uso de carro, taxa de uso de transporte público

Observando os gráficos é possível verificar que a cidade mantem um crescimento constante da população, logo, um aumento constante da demanda. Novamente, a classe com maior número de viagens é white collar, notando-se que as viagens nesse caso são mais variáveis, apresentando alguns picos, seguidos de uma queda, que representam viagens em dias da semana e finais de semana, respectivamente. O aumento na duração das viagens pode ser explicado pelo aumento na intensidade do trânsito.

A densidade de tráfego continua alta, porém no fim com uma variação inferior ao cenário só com carros. Nota-se uma queda no período com os investimentos feitos para diminuir o trânsito, sendo que depois volta a crescer, provavelmente pelo crescimento da demanda, e a oferta não acompanhando.

O uso de carros ainda é muito intenso, mas já são observadas quedas nessa taxa, correspondentes a aumentos na taxa de uso de transporte público. Novamente, a classe com maior uso é business person, coincidindo com a classe que menos usou transporte público. A classe com maior uso de transporte público são os turistas.

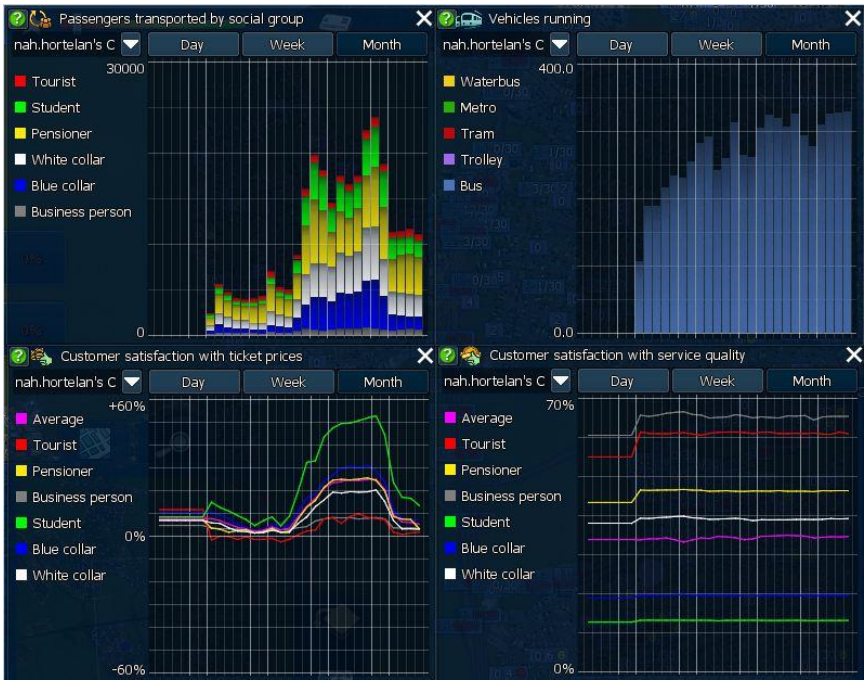

Figura 27: Da esquerda para a direita, de cima para baixo, seguem os gráficos: passageiros transportados por grupo, veículos em circulação, satisfação dos clientes com a tarifa, satisfação dos clientes com a qualidade do serviço.

Os gráficos relacionados à companhia de transporte público reforçam tudo que já foi falado. Percebe-se que o número de passageiros transportados ao longo do mês é alto e com tendência de crescimento, com algumas quedas em momentos onde os passageiros não estão satisfeitos com o serviço. Comparando o gráfico de passageiros transportados e de satisfação com o valor da tarifa, nota-se que eles são complementares, pois o aumento da satisfação com o valor da tarifa implica em um maior número de passageiros transportados.

O número de veículos circulando apresenta quedas quando os ônibus quebram e não são trocados a tempo, e apresentam um crescimento, pois foi necessário o aumento da frota com o aumento da demanda, para manter a satisfação dos usuários.

A satisfação dos clientes não é baixa, apesar de todos os problemas encontrados, com média superior a 30%.

A classe pensioner (aposentados) é a que mais é transportada pelos ônibus, o que se deve à sua característica no jogo, já que são pessoas que sempre preferem o uso de transporte público.

No fim do período de simulação, os valores de tarifa ficaram:

Figura 28: Tarifas no fim do mês de simulação

As tarifas fecharam o mês em alta, considerando todo o período turbulento, no qual a tarifa de uma linha chegou a custar menos de R$0,50. Logo, nota-se que no fim melhorou a satisfação dos clientes.

Apesar de todo o investimento em ônibus, e da melhora em suas condições, nota-se que no fim do mês há uma nova queda em relação a esse serviço, deixando claro que o mesmo não é suficiente para o crescimento da cidade. Portanto, se faz necessária a inserção de um novo modal, de forma a melhorar a oferta de transporte público, no caso, o trólebus.

4.2. Cenário 2

A inserção dos trólebus visa melhorar a oferta, além de testar a funcionalidade do mesmo. Com uma capacidade maior que o ônibus, e sendo construído de forma segregada ao trânsito, se apresentou como uma forma mais rápida de deslocamento. Como já explicado, suas linhas ligaram, principalmente, os ponto de intensa movimentação observados no cenário 1, para poder diminuir a procura pelo ônibus e melhorar esse serviço.

Ao longo da simulação observou-se uma melhora nos serviços, com os usuários mais satisfeitos, permitindo um grande aumento no valor da tarifa e também um crescimento de popularidade. Além disso, com o passar do tempo, observou-se que os ônibus começaram a quebrar com menor intensidade. Todavia, o trânsito na cidade continuou crescendo, e sendo um problema para o ônibus, o trólebus funcionou bem por não depender de trânsito.

A cidade cresceu muito com o aprimoramento da rede de transporte público, surgindo novos prédios em locais antes inabitados, principalmente nas regiões onde foram implantados os corredores de trólebus.

Os gráficos abaixo mostram alguns indicadores resultantes desse cenário ao longo de um mês:

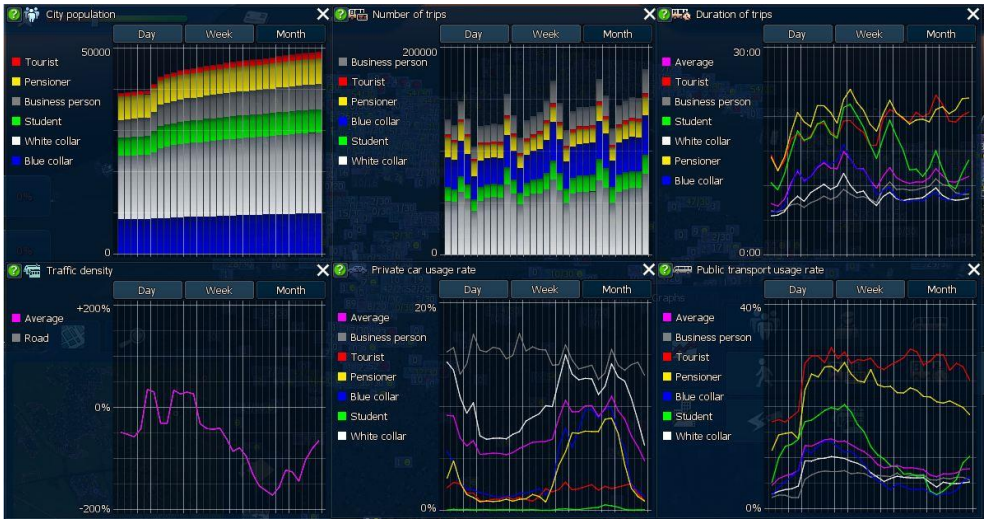

Figura 29: Da esquerda para direita, de cima para baixo, seguem os gráficos: população, número de viagens, duração das viagens, densidade de tráfego, taxa de uso de carro, taxa de uso de transporte público

A população continua crescendo, porém com uma intensidade um pouco maior que antes. O número de viagens continua muito alto, e ainda sua maioria é realizada pela classe white collar, e fica clara uma queda nas viagens de final de semana, quando muitos não trabalham. A duração das viagens apresenta variações, com alguns tempos muito altos, mas em sua maioria se observa uma diminuição do mesmo comparando com o cenário anterior.

O gráfico mais interessante nessa sequência é o de densidade do tráfego, pois pode ser notada uma grande queda nesse indicador, principalmente quando comparado ao cenário anterior, logo, o trólebus contribuiu para a diminuição do trânsito. A taxa de uso de carros ainda é muito alta, principalmente entre a classe business person, porém a grande queda observada significa uma melhoria do transporte público, de forma que nesse período uma minoria preferiu usar carro, e essa queda tão grande não existiu no cenário anterior, indicando uma melhora nesse cenário. A taxa de uso de transporte público continua crescendo, principalmente nas primeiras semanas da instalação do trólebus,e comparando com o gráfico do cenário anterior, verifica-se um aumento nessa taxa, já que o máximo valor da média no cenário 1 ficou em torno de 8% e nesse cenário ficou em torno de 13%.

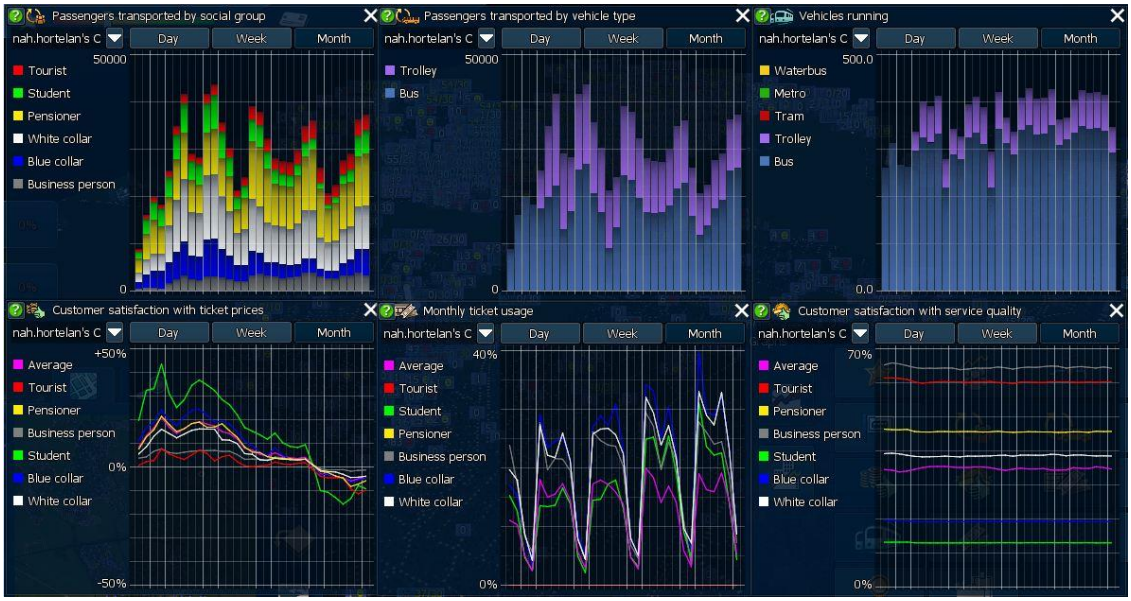

Figura 30: Da esquerda para a direita, de cima para baixo seguem os gráficos: passageiros transportados por grupo, passageiros transportados por modal, veículos em circulação, satisfação com a tarifa, uso de bilhetes, satisfação com a qualidade do serviço

O primeiro destaque desse gráfico é o aumento no número de passageiros transportados por grupo social, comparando com o cenário anterior, bem como um grande aumento entre a classe business person, indicando que o sistema de transportes está se tornando mais eficiente e rápido, características apreciadas por pessoas dessa classe social.
O número de passageiros transportados por trólebus é alto, e praticamente constante durante todo esse mês, indicando um serviço adequado, também notado pela constância no número de veículos rodando, ou seja, menor número de veículos quebrados e a não necessidade de aumentos constantes na frota.

A satisfação dos usuários com a qualidade do serviço manteve-se constante. Já a satisfação com a tarifa foi alta ao longo do mês, sofrendo queda apenas nas últimas semanas. O uso de bilhetes mensal é outro indicador que mostra um crescimento importante no número de viagens por transporte coletivo, sendo que no cenário anterior esse gráfico não foi apresentado por não ser representativo.

No fim, com esse sistema, a tarifa pode ser aumentada muito, inclusive para o ônibus, onde era muito baixa, mostrando uma grande satisfação dos usuários, e conseguindo fechar com altos valores de tarifa. Além disso, não foi necessário aumentar a frota de trólebus.

Figura 31: Valores das tarifas no fim do cenário 2

Enfim, foi possível notar que os trólebus são sistemas de transporte extremamente eficientes, com uma manutenção muito baixa, que não emitem poluentes por se mover à eletricidade, sem falar que se construídos de forma isolada não influenciam no trânsito da cidade e conseguem diminuir o tempo de viagem de alguns usuários.

Todavia, como já falado, esse sistema ligou as regiões centrais, de maior movimento, logo ainda existem ônibus com uma demanda muito intensa em regiões mais afastadas, que só possuem o ônibus. Além disso, nos últimos dias desse mês começou a ocorrer uma queda na satisfação dos passageiros. Para melhorar isso, e testar a eficiência de outro modal, foram instalados os trens.

4.3. Cenário 3

Os trens entram em um cenário com oferta de ônibus e trólebus, visando oferecer uma nova alternativa de transporte para regiões mais afastadas da região central (região da rodovia), já que o trólebus não se apresenta dessa forma, ligando essas regiões e permitindo que cheguem ao centro de forma rápida e eficiente, pois também é segregado do trânsito, e assim, diminuir a demanda dos ônibus.

Ao longo da simulação de um mês, continuou a se observar uma melhora no serviço oferecido, bem como uma grande procura pelos serviços de trem. As tarifas nesse cenário foram aumentadas várias vezes, significando um aumento na satisfação, assim como a popularidade da empresa que também aumentou. Também foi observada uma queda na

lotação dos ônibus, principalmente aqueles que seguem pelo interior do bairro até suas regiões mais distantes, que antes estavam sempre muito cheios, e com o trem, essa lotação foi dividida entre os dois modais.

Todavia, os trens se mostraram ineficientes sob um aspecto, exigir muita manutenção. Os veículos quebram com grande facilidade, assim como os ônibus, e diversas vezes ao longo da simulação tiveram que ser trocados. Além disso, outro empecilho é a dificuldade que os trens apresentam ao fazer a curva para entrar nos terminais, muitas vezes tendo um trem impedindo a passagem de outros, atravessado na pista, o que acaba formando filas desnecessárias.

Abaixo, seguem os gráficos com os indicadores ao fim de um mês de simulação do cenário 3:

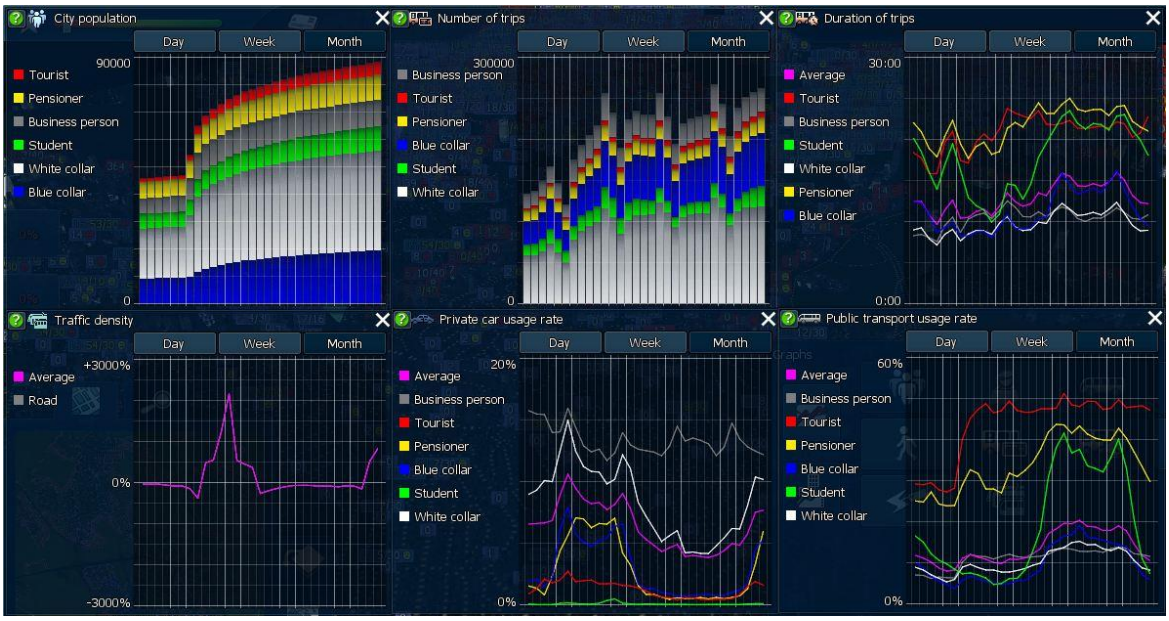

Figura 32: Da esquerda para direita, de cima para baixo, seguem os gráficos: população, número de viagens, duração das viagens, densidade de tráfego, taxa de uso de carro, taxa de uso de transporte público

Como pode ser observado, houve um salto no crescimento da população, a qual ainda se mantém com essa tendência. O número de viagens também aumentou, chegando a quase 300000, contra os quase 200000 do cenário anterior, sendo que a duração das viagens continua muito semelhante ao anterior, com alguns minutos a menos neste cenário.

O interessante é a densidade de tráfego, que apesar de ter apresentado um pico muito alto aqui, conseguiu voltar ao equilíbrio, se mantendo constante, sendo que ela já havia apresentado uma grande queda antes, e agora se manteve praticamente nula.

A taxa de uso do carro continuou baixa, sendo que diminuiu muito na maioria das classes, como por exemplo, nos white collars, onde a queda foi ainda mais significativa. A taxa de uso de transporte público cresceu muito, se comparar algumas classes nesse cenário com o cenário anterior. No cenário anterior a média chegou a atingir 15%, contra 20% deste.

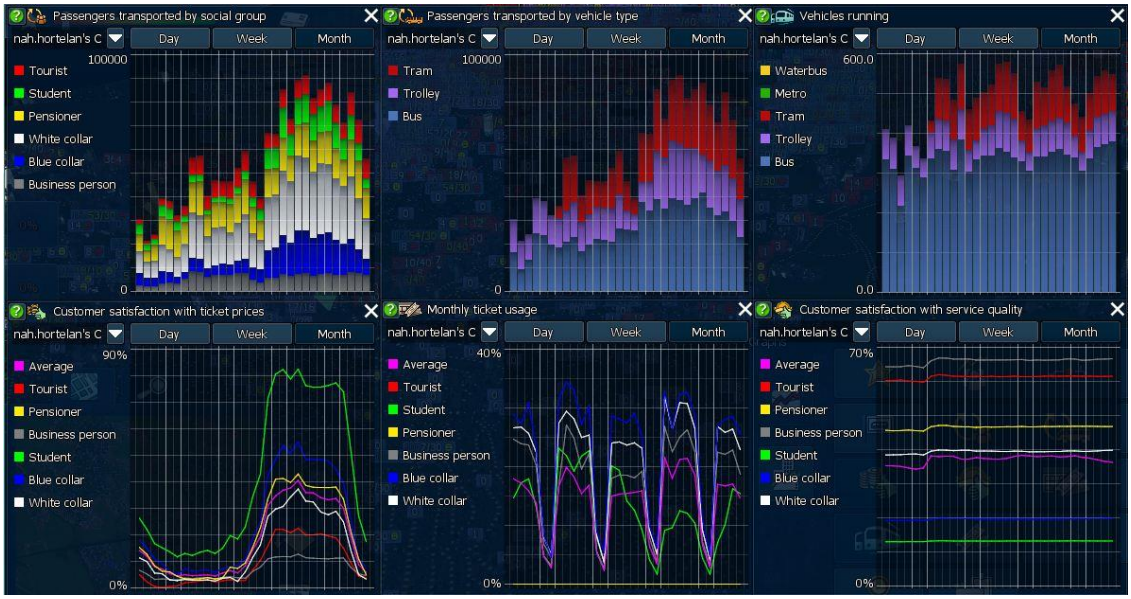

Figura 33: Da esquerda para a direita, de cima para baixo seguem os gráficos: passageiros transportados por grupo, passageiros transportados por modal, veículos em circulação, satisfação com a tarifa, uso de bilhetes, satisfação com a qualidade do serviço

O número de passageiros transportados cresceram ainda mais, atingindo quase 100000, contra quase 50000 do cenário 2, além da classe business person continuar crescendo nesse cenário.

Os trens transportam uma grande quantidade de passageiros, quase conseguindo se equiparar ao ônibus em alguns momentos, mostrando que há uma boa aceitação desse meio de transporte.

O número de veículos circulando é alto e praticamente constante, mostrando que não há tantos problemas mecânicos que exijam a troca da frota.

O nível de satisfação dos usuários aumentou muito, sendo que a média chega a atingir 40%, o que também mostra a satisfação dos mesmos, também representada no gráfico de satisfação quanto à qualidade do serviço, que se mantém constante após dar um pequeno salto.

Em relação à tarifa, diversas vezes foi possível aumentar seus valores, fechando com valores bem satisfatórios.

Figura 34: Valores das tarifas no fim do cenário 2

A cidade continuou crescendo, e agora se desenvolveu muito ao longo das linhas de trem, aumentando ainda mais sua demanda.

4.4. Considerações Finais

Após quatro meses de simulação e diversas alterações desde a cidade inicial, pode se verificar que a mesma se desenvolveu e cresceu muito nesse período, principalmente por causa dos investimentos em transporte público, melhorando a qualidade de vida da população.

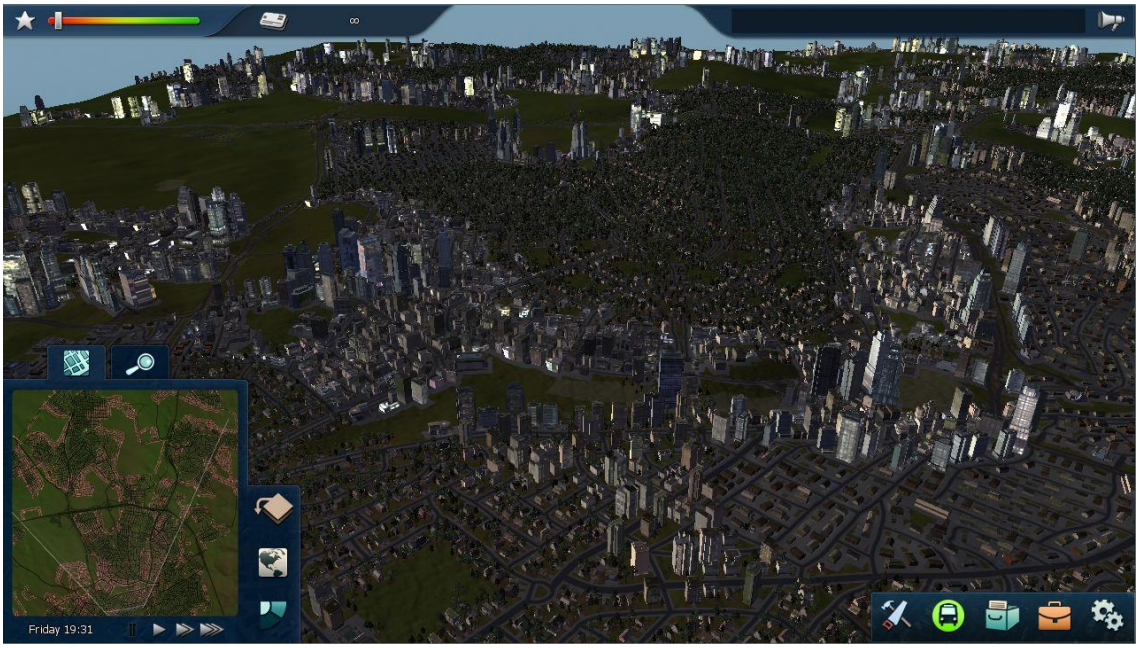

Figura 35: Zona norte de Campinas após quatro meses de simulação

Na imagem acima é possível notar quanto a cidade mudou nesse período, cada vez mais adensada, com grande aumento no número de prédios, e cada vez com seu território mais ocupado.

Ao fim dessa simulação também foi possível ver um grande aumento na popularidade do transporte público entre os habitantes, com taxas de uso cada vez maiores, e também níveis de satisfação crescentes. De forma geral, a melhor metodologia foi investir em um sistema de transportes completo, atingindo toda a região e com mais de um modal, de forma a atender as diversas necessidades.

5. CONCLUSÃO

A cidade de Campinas se apresenta no cenário nacional como território de grande importância econômica e, portanto, seu desenvolvimento e crescimento são intensos. Apesar deste trabalho só analisar uma pequena parcela da cidade, essa parcela tem grande importância por comportar a Unicamp, centro de pesquisas e desenvolvimento de tecnologias, atraindo muitos investimentos e contribuindo para dar destaque à cidade como um todo.

Partindo disso, é possível garantir que uma região com tanto potencial precisa ter uma boa malha de transportes. Porém, com este trabalho, foi possível perceber que isso não é uma realidade, principalmente pensando em um tempo futuro.

As simulações deixaram claro que o trânsito nessa região, que já não é bom, pode se tornar caótico. Ligar diversos bairros através de uma rodovia, e só dela, cria uma situação desorganizada e descontrolada, já que mistura veículos saindo de bairros e querendo chegar a outros e veículos que utilizam a rodovia para chegar a outros municípios da região. Até mesmo os ônibus precisam passar por esse local, dificultando um serviço de transporte público eficiente.

Para o problema da rodovia, podem ser tomadas medidas mais simples, em curto prazo, como aumentar o número de faixas na rodovia, nas marginais e nas vias dos trevos e acessos. Em médio prazo, podem ser criados outros acessos da rodovia aos bairros e vice-versa. Em longo prazo, deve se pensar em um novo acesso, uma nova via que ligue os bairros, independente da rodovia.

Como ficou claro nos resultados, o intenso fluxo de veículos é um dos maiores problemas de planejamento de transportes da região. Além disso, o sistema atual, só com ônibus, já está saturado e, com a simulação de uma situação futura, se mostra inviável de ser mantido.

No fim do último cenário, a situação se mostrou mais favorável ao uso de transporte público, com bons indicadores e taxas cada vez melhores, permitindo perceber que uma boa forma de melhorar a mobilidade urbana é usar um sistema completo, com mais de um modal, cobrindo as diversas regiões, permitindo o acesso de todos, oferecendo opções de viagem

mais rápidas e, o que sem dúvida é um grande contribuinte, isolar o máximo possível os meios de transporte do trânsito da cidade.

Entre os modais testados, o que se mostrou mais eficiente foi o trólebus, pois além de ser segregado do tráfego, é rápido e tem baixo custo de manutenção. Com certeza ampliando as linhas, ligando mais regiões, e talvez criando um sistema tronco-alimentador, que permite viagens mais rápidas, esse modal seria muito eficiente para a região. Partindo dessa análise, com certeza o sistema BRT (Bus Rapid Transit) seria extremamente e satisfatório para a região, aliviando a intensa demanda dos ônibus.

Apesar do jogo de ter alcançado bons resultados, os mesmos não se mostraram tão bons quanto esperado, devido a falta de tempo disponível para desenvolvimento deste trabalho, que não permitiu uma pesquisa mais profunda da região e um estudo e diagnóstico da oferta e demanda, o que acabou impedindo a criação de soluções mais eficientes e completas.

Em relação ao jogo, ele apresenta diversas falhas, como o cálculo da frota, a qual acaba se tornando irreal; a dificuldade em trabalhar com altas frequências; o trânsito incontrolável; o excesso no uso de carros pelos habitantes, mesmo com um sistema de transportes completo e um aumento constante na taxa de uso do mesmo, não diminuindo o trânsito.

Apesar dos pontos negativos, o jogo cumpre bem sua proposta de simulador de transportes, sendo possível perceber a influência de suas decisões no cotidiano dos habitantes, percebendo as melhorias com a instalação de sistemas de transporte. Por exemplo, a linha de ônibus mais cheia desse sistema, que liga o terminal de Barão Geraldo a Unicamp, também é a mais cheia em outros modais, mas de forma a diminuir o carregamento no primeiro modal. Outro exemplo extremamente perceptível é o de uso de vias separadas e exclusivas para transporte público, criando viagens rápidas e aumentando a satisfação dos usuários. Ainda um ótimo exemplo da percepção de planejamento de transportes nesse jogo é a variação da tarifa de acordo com o grau de satisfação dos usuários, pois na vida real, os usuários só estão dispostos a pagar caro em um modal de alta qualidade, assim como no jogo.

Com os gráficos, é muito fácil analisar os resultados das intervenções realizadas, obtendo assim indicadores de qualidade do sistema, assim como em programas de simulação. Assim como nos programas de simulação, no jogo é possível obter o carregamento nas vias, as escolhas modais, os polos de geração e tração de viagens, a divisão modal, a distribuição de

fluxos, as mudanças na frota, a influência da frequência, headway e tempo de ciclo, conceitos abordados em uma aula de planejamento de transportes.

Portanto, em relação ao objetivo de usar o jogo como ferramenta lúdica de aprendizado, o mesmo funciona muito bem, apesar de apresentar falhas. Considerando que o jogo não foi desenvolvido com objetivos acadêmicos, ele é muito eficiente.

Em resumo, foi possível fazer uma análise de mobilidade da região norte de Campinas usando o jogo, e concluindo que o mesmo pode ser utilizado como ferramenta de estudo de planejamento de transportes.

6. REFERÊNCIAS

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. Brasília: Governo Federal, 2007. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/Biblioteca/LivroPlanoMobilidade.pdf>. Acesso em: 06 out. 2014.

BRASIL. Lei nº 12587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 jan. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm. Acesso em 04 out. 2014.

CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa. Planejamento de Transportes - Conceitos e Modelos. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. 174 p.

SOLON, Alexsandro Silva. Aplicação da Logística Urbana na Modelagem e Simulação de Corredores do Transporte Público por Ônibus. 2012. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/3486/1/AplicaçãoLogísticaUrbana.pdf>. Acesso em: 10 out. 2015.

CALIPER. TransCAD Transportation Planning Software. Disponível em: <http://www.caliper.com/tcovu.htm>. Acesso em: 27 set. 2014.

LOGIT - OFICINA - JGP. Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://download.rj.gov.br/documentos/10112/1474054/DLFE-59252.pdf/Relatorio04Compatibilizacaocomsoftware.pdf>. Acesso em: 25 out. 2014.

INRO. Emme. Disponível em: <http://www.inro.ca/en/products/emme/>. Acesso em: 04 out. 2014.

CHEE, Yam San. Embodiment, embeddedness, and experience: game-based learning and the construction of identity. Research And Practice In Technology Enhanced Learning, Singapore, v. 2007, n. 1, p.3-30, jan. 2007

PARADOX INTERACTIVE. Cities in Motion 2. Disponível em: <http://www.citiesinmotion2.com/>. Acesso em: 27 set. 2014.

INTERACTIVE, Paradox. Manual Cities in Motion 2. Stockholm: Paradox, 2013.

Prefeitura Municipal de Campinas. Plano Diretor. Disponível em: <http://www.campinas.sp.gov.br/governo/seplama/plano-diretor-2006/>. Acesso em: 18 out. 2014.