

UMA ARQUITETURA COMPUTACIONAL MÓVEL PARA AVALIAR A QUALIDADE DO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO

Ana Karina Breda Arakawa¹
Fernando Antonio Nogueira Filho²

¹ALTRAN TC/BR Consultoria Brasileira S.A.

²Tectrans Tecnologia e Transportes Ltda.

Resumo: Ao longo dos anos, observou-se o aumento da frequência na incorporação de novas tecnologias em rotinas de trabalho, principalmente na área de tecnologia da informação e da comunicação. Nesse contexto, desenvolveu-se um aplicativo para a coleta de informações da percepção do usuário do transporte público, por meio de uma pesquisa de opinião em dispositivo móvel (*palm top*). Um banco de dados foi construído e analisado a partir das entrevistas realizadas utilizando um *software* como formulário *in loco*. O principal objetivo é agilizar e melhorar a qualidade na captura e processamento da informação, auxiliando assim a tomada de decisão dos gestores responsáveis.

Abstract: In the past years, an increased frequency on the incorporation of new technologies in work routines has been observed, mainly in the areas of information and communication technologies. In this context, an applicative for the collection of public transport usuary perception was developed, by means of an opinion search in a Palm Top. A data bank was built and analyzed from realized interviews using a software like an *in loco* formulary. The main purpose is to improve the capture and information process quality, helping therefore, the taking decisions from the responsible managers.

1. INTRODUÇÃO

Para o transporte, a pesquisa de opinião permite avaliar a qualidade do sistema por meio de informações mais desagregadas, específicas e que, além disso, provêem dados acerca de aspectos intangíveis (Rubinstein,2005).

As informações advindas de uma pesquisa de opinião são utilizadas na melhoria da gestão operacional, permitindo aprofundar a compreensão do processo de produção e utilização do transporte público. Esses dados são utilizados para o planejamento do transporte público como um todo, uma vez que auxiliam na projeção da oferta de serviço em concordância com as necessidades de cada um dos atores do sistema (gestores, operadores e usuários) (Rubinstein,2005).

Na maior parte destes estudos, há uma grande lacuna temporal entre a aplicação dos questionários e a divulgação dos resultados, em função dos procedimentos metodológicos empregados. A rápida divulgação de resultados é almejada sobretudo em cidades que o desenvolvimento urbano se dá de forma dinâmica e acelerada. Não obstante a isso, os gestores de pesquisas de opinião carecem de formas eficientes de monitoramento do trabalho dos pesquisadores e de suas pesquisas, onerando, muitas vezes, a qualidade de seus trabalhos.

Com o objetivo de agregar agilidade e confiabilidade aos estudos desenvolvidos, além de proporcionar uma plataforma eficiente e a viabilização econômica da pesquisa na área de transporte, foi desenvolvido o presente trabalho com a utilização de dispositivos móveis para a coleta de informações relacionadas ao transporte público, em substituição aos tradicionais questionários aplicados em papel. Em particular, a utilização desses dispositivos é uma solução bastante interessante por tornar possível o preenchimento de formulários eletrônicos de maneira muito mais segura, rápida, legível e eficaz, em questionários eletrônicos fáceis de navegar e preencher.

2. METODOLOGIA

Para este trabalho considerou-se o desenvolvimento e a implementação do sistema móvel para a coleta de dados na Pesquisa de Satisfação do Usuário do Transporte Público e ainda discorrer sobre as escolhas tecnológicas que foram adotadas.

O processo de desenvolvimento do sistema é representado pelo seguinte diagrama de atividades apresentado na Figura 1.

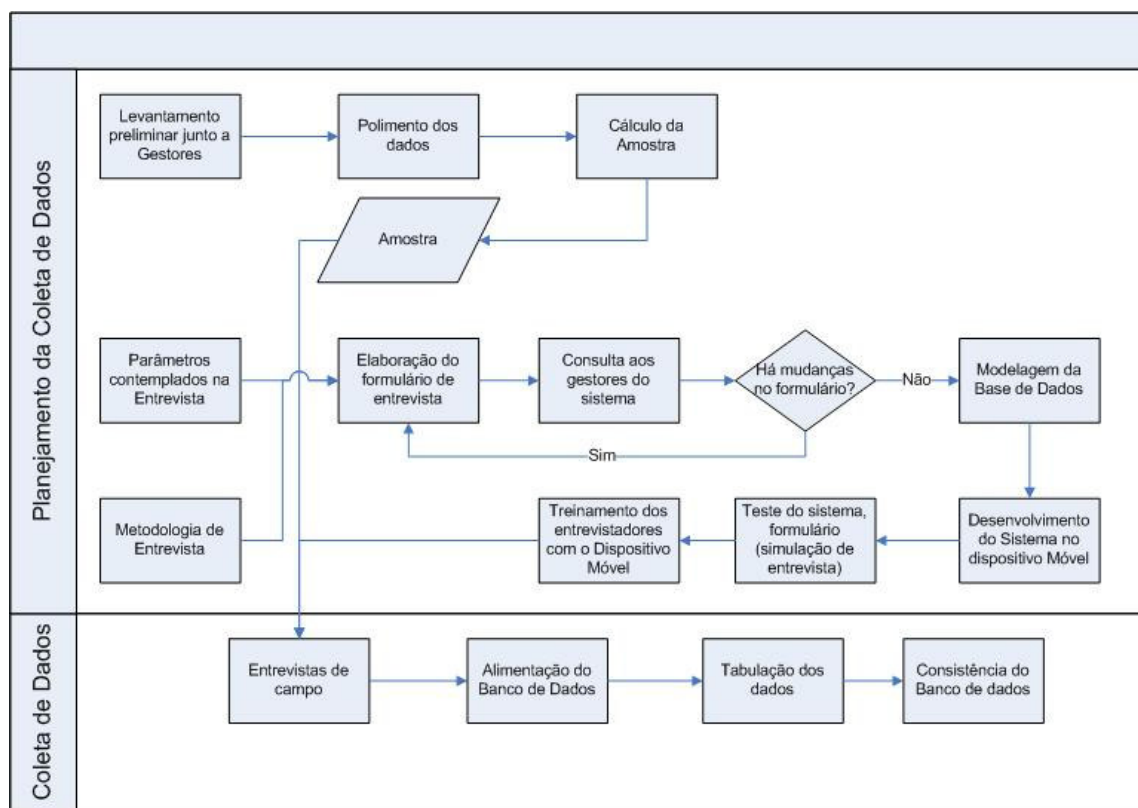


Figura 1: Metodologia para coleta de dados.

A etapa de planejamento da coleta consiste no cálculo da amostra e na elaboração do questionário.

Para o cálculo da amostra foi realizado um levantamento preliminar dos dados junto aos órgãos gestores. Posteriormente, os principais dados foram trabalhados, preparando-os para o cálculo propriamente dito da amostra. Deve-se ressaltar que nesta fase não há a inserção da arquitetura de computação móvel.

Paralelamente, iniciou-se a elaboração do questionário, definindo os aspectos a serem contemplados e a metodologia para a entrevista. Os parâmetros contemplados na entrevista, segundo a Comissão de Pesquisa da Opinião sobre Qualidade dos serviços de Transportes da ANTP (1995) foram: conforto, frequência, preço da passagem, segurança, rapidez, desempenho dos funcionários, tempo de espera, tempo de viagem, pontualidade e lotação. Esses aspectos são operacionais e afetam diretamente os usuários.

Como metodologia de entrevista optou-se pela entrevista semi-estruturada com a finalidade de captar a percepção dos usuários sobre: o cotidiano dos serviços; a infra-estrutura dos serviços e a acessibilidade. Foi definido como seriam as perguntas, tipificação das questões (aberta ou fechada) e a quantidade de questões. Na confecção das perguntas, atenderam-se os parâmetros delineados anteriormente, além de buscar uma linguagem simples e clara, com o intuito da comunicação objetiva.

Em seguida, os formulários passaram por uma consulta com os gestores responsáveis pelo Transporte Público Urbano. Nessa fase, críticas e sugestões aos formulários foram feitas para incorporação na etapa seguinte, desse modo chegando a uma versão de formulário definitiva.

O formulário foi composto de 46 perguntas, divididas em 9 blocos, cada um com um tema. Ele está estruturado da seguinte forma:

- **Caracterização do entrevistado**

Através de variáveis socioeconômicas, motivo da viagem, forma de pagamento, tipo de gratuidade e quantidade média de viagens por semana e final de semana.

- **Avaliação da percepção do usuário**

- **Conforto:** limpeza e conservação;
- **Avaliação de funcionários:** forma de atendimento ao usuário, apresentação pessoal, a forma de condução, o tempo de embarque e desembarque, respeito a delimitação da baía e pedido de parada;
- **Sistema de Informação:** acesso às linhas, itinerários e horários, relacionamento com os órgãos gestores;
- **Serviço de Transporte:** tempo de duração da viagem, pontualidade/regularidade, lotação, tempo de espera, tempo de caminhada até o ponto, itinerário e horário das linhas e avaliação geral do sistema;
- **Infra-Estrutura do Transporte:** sinalização dos pontos de parada, conservação e limpeza dos terminais e pontos de parada;
- **Segurança:** roubos e assaltos, durante a viagem, nos pontos de parada, nos terminais;
- **Tarifa e do Sistema de Cobrança Atual:** preço atual da tarifa e uma questão aberta que pergunta quanto se gasta por dia com transporte.

- **Aspecto que usuário considera mais relevante**

Com formulário definido, a etapa seguinte foi a escolha da tecnologia de dispositivo móvel a ser utilizada na pesquisa. Baseado em critérios de custo, programabilidade, autonomia do dispositivo móvel e facilidade no tráfego de informações entre os dispositivos móveis e o computador *desktop* a tecnologia que melhor atendeu aos critérios descritos foi a oferecida pelos equipamentos Z22 da marca PALM.

Conhecido como o equipamento de cem dólares, o modelo Z22 da PALM é o modelo de *handheld* mais simples da marca disponível atualmente. A autonomia desejada para o equipamento era de apenas oito horas (período de trabalho de um pesquisador). Entretanto, em testes efetuados pelo programador do projeto, o equipamento atingiu uma autonomia

média de mais de doze horas de funcionamento ininterrupto superando a demanda supracitada em quatro horas.

A programabilidade foi também um quesito crucial pois seria necessário desenvolver um software específico para a pesquisa e além disso, possibilitar que o equipamento fosse aproveitado em outras funções futuras. A grande difusão dos equipamentos PALM gerou uma enorme gama de ferramentas computacionais voltadas exclusivamente a programação em plataforma PALM possibilitando a escolha das mais diversas ferramentas de programação em diferentes níveis de complexidade e contribuindo com a programabilidade dos equipamentos.

Já no quesito facilidade de tráfego de informações, a PALM fornece um software denominado HotSync que possibilita realizar facilmente transferências bidirecionais entre os equipamentos móveis e os computadores do tipo *desktop*.

O aplicativo desenvolvido para os equipamentos Z22 é baseado na manipulação de bancos de dados diversos. O próximo passo foi modelar os bancos de dados, conforme Figura 2. Os bancos de empresas, modo de pesquisa, locais de pesquisa e pesquisadores funcionam como tabelas de consulta, ou seja, alimentam os bancos de resultado e Log de eventos (registra ações do entrevistador).

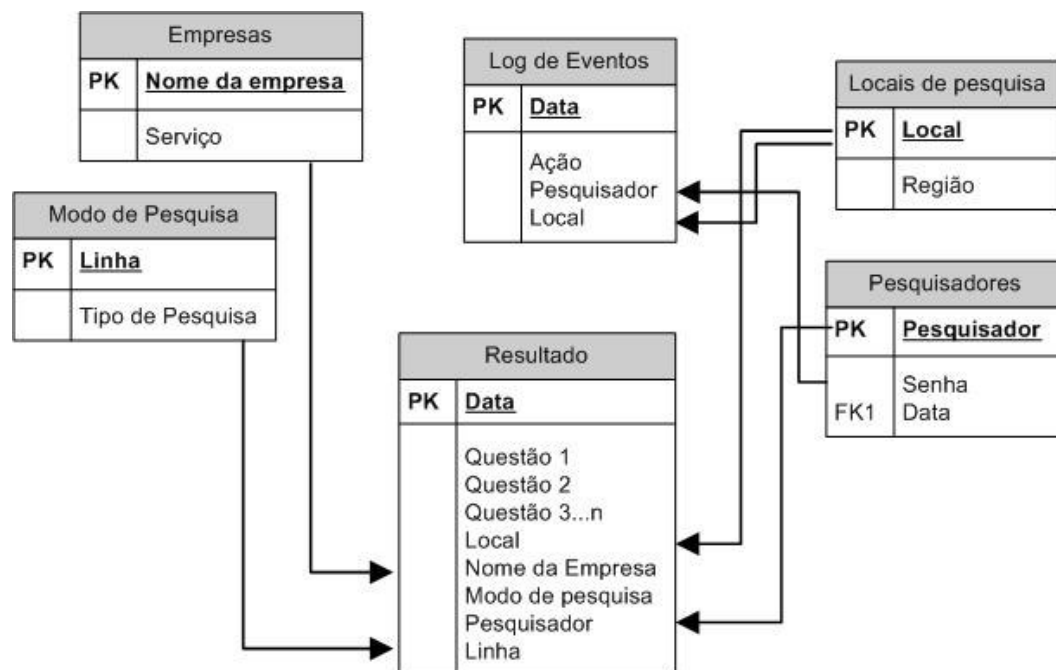


Figura 2: Modelo dos Bancos de Dados da Pesquisa de Opinião do Usuário do Transporte Público.

A modelagem dos bancos de dados descrita na figura 2 foi concretizada em seis bancos de dados no formato padrão da PALM com extensão .pdb. Os bancos de dados de *input* (bancos de empresas, modo de pesquisa, locais de pesquisa e pesquisadores) forneceram dados ao sistema desenvolvido para os dispositivos móveis. Já os bancos de dados de *output* (bancos de resultado e log de eventos) registraram os resultados da pesquisa de opinião e forneceram

informações para o monitoramento das atividades dos pesquisadores no decorrer das pesquisas.

Paralelamente a modelagem, no formato padrão da PALM, foi realizada a modelagem de bancos de dados idênticos aos anteriores no formato .mdb do *software* Microsoft Office Access. A utilização de uma segunda estrutura de banco de dados visou facilitar a manipulação dos dados no computador *desktop* o qual foi utilizado para as operações de suporte aos dispositivos móveis como o gerenciamento de informações, a alimentação e a captura dos dados provenientes dos PALMs. Cabe ressaltar que todas as atividades de suporte aos dispositivos móveis foram realizadas por um único equipamento do tipo *desktop* de pequeno porte de processamento.

A comunicação entre os bancos de dados no formato Access e no formato padrão PALM foi realizada através de uma biblioteca DLL desenvolvida com a ajuda do software livre DevC++. As modificações de dados realizadas nos bancos *input* foram realizadas nos bancos com extensão .mdb e transferidas para os bancos de dados em formato padrão da PALM através da biblioteca DLL desenvolvida. De forma análoga, a biblioteca DLL permitiu a importação dos dados provenientes dos bancos *output* no formato .pdb para o formato Access. A conversão de formatos facilitou as modificações que foram feitas nos dados de entrada e a reunião das informações nos dados de saída.

Definida a estrutura de banco de dados, sucedeu-se a programação do software que seria utilizado no dispositivo móvel. A linguagem de programação utilizada foi a HB++ por possuir uma interface orientada a objeto, trabalhar com a API dos dispositivos móveis e fornecer compatibilidade ao banco de dados padrão da PALM. O programa, versão eletrônica do questionário, foi desenvolvido de forma a possuir uma interface interativa com o pesquisador visando facilitar o processo de pesquisa através de uma locução simples e completa (como pode ser observado na Figura 3). Além disso, o formato do *software* desenvolvido possibilitou agilizar o processo de pesquisa reduzindo o número de toques que o pesquisador teve que realizar na tela do PALM. Essa metodologia adotada foca o usuário do programa, no caso o entrevistador, oferecendo funcionalidades capazes de auxiliá-los a realizar suas tarefas de maneira mais eficiente, ao mesmo tempo em que atenda suas limitações e supra dessa forma suas necessidades.

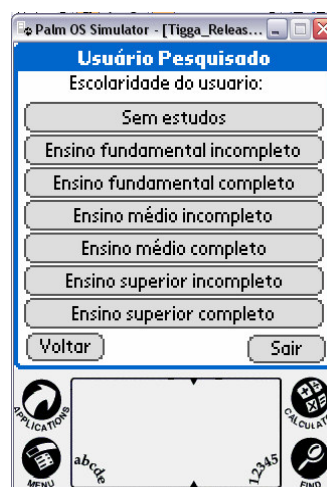


Figura 3: Simulador de tela do Palm Z-22. Questão referente a escolaridade do usuário de transporte público.

O *software* desenvolvido para o dispositivo móvel foi capaz de registrar informações em um log de eventos como a hora de *login* e *logout* no sistema, os intervalos de tempo de realização de cada pesquisa e os intervalos de tempo entre as pesquisas. Tais informações foram úteis para o monitoramento do desempenho dos pesquisadores e a avaliação da veracidade dos resultados obtidos.

O tráfego de informações entre os dispositivos móveis e o computador *desktop* foi realizado por meio do *software* HotSync disponibilizada pela própria PALM na aquisição dos equipamentos móveis. Não se optou pela utilização de *conduits* de comunicação para a realização do link entre os bancos contidos nos dispositivos móveis e dos bancos de dados contidos na plataforma *desktop*. Ao invés disso, optou-se por realizar a transferência de informações através de operações de *upload* e *backup* dos bancos de *input* e *output* inteiros através do *software* HotSync. Esta opção potencializou as operações de transferência dando agilidade ao processo por minimizar as ações realizadas durante o sincronismo.

Todo o sistema de Gerenciamento de Banco de Dados foi modelado a partir de macros incorporados a ferramenta de edição do Visual Basic 6.3 do programa Microsoft Office Access. A vantagem de ter trabalhado com o Visual Basic 6.3 foi a facilidade de se portar o código fonte para outros programas como o caso de planilhas eletrônicas do formato XLS. Na elaboração dos relatórios de resultados, a portabilidade conseguida foi muito útil pois o Microsoft Office Excel possibilitou a criação dos mais diferentes gráficos que compuseram o relatório de resultados.

Após o desenvolvimento do *software*, houve a etapa de alimentação dos bancos de dados de *input* para que o treinamento, fase seguinte a esta, acontecesse de forma mais real possível. Feitos testes simulando entrevistas, aplicou-se o treinamento aos entrevistadores, coordenadores e supervisores sobre o funcionamento do sistema. Os próximos passos foram a aplicação das entrevistas em campo e a tabulação dos dados.

A consistência dos dados é a etapa final da coleta de dados. Iniciou-se com a conferência dos tempos de duração e o intervalo de tempo entre as entrevistas. Além disso, fez-se a comparação de informações recolhidas em campo com as informações do banco de dados de *input*.

1. RESULTADOS

Conforme mencionado anteriormente, a elaboração do questionário de pesquisa foi voltada para execução de perguntas simples e diretas constituído principalmente por perguntas fechadas. A grande maioria das perguntas foi padronizada o que colaborou muito com a simplicidade do código fonte do *software* desenvolvido e a facilidade em se gerar modificações. Aliado a isso, a modulação do código fonte proporcionou uma grande organização em sua estrutura proporcionando uma rápida alteração do *software* em resposta ao *feedback* obtido pela etapa de testes com os pesquisadores.

A principal vantagem oferecida pelas ferramentas de programação utilizadas foi a ampla gama de funções para a manipulação de bancos de dados. Apesar de ter sido criado uma biblioteca específica para a manipulação dos bancos de dados da PALM nos computadores

desktop, esse tipo de ferramenta é disponível comercialmente a preços acessíveis. A linguagem HB++ também oferece uma estrutura de bancos de dados própria que pode ser acessada através de uma DLL já existente em seu pacote de programação.

O resultado quantitativo mais expressivo obtido com a utilização da tecnologia móvel foi relativo à velocidade de transferência e tabulação dos dados de pesquisa. Realizando uma avaliação temporal, o sincronismo de cada equipamento móvel durou em torno de vinte segundos para o tráfego de informações dos bancos de *input* e *output* nas operações com o uso do HotSync. O sincronismo de todos os equipamentos pode ser feito com uma pessoa apenas sem a necessidade de exclusividade para a operação, utilizando um único microcomputador com entrada USB e os resultados puderam ser consultados diariamente ao fim de cada dia de pesquisas. Na tabulação dos dados, o macro desenvolvido para este fim é capaz de tabular cerca de mil pesquisas a cada dois minutos de processamento em um microcomputador de pequeno porte. A tabulação é feita inteiramente de forma automatizada e inclui a geração do banco de resultados tabulados, geração de resumos com a quantidade de seleções por resposta, tratamento de dados com aplicação de pesos e geração de gráficos.

Quanto ao resultado qualitativo, a tecnologia móvel possibilitou a comparação, em tempo real das informações disponibilizadas pelo órgão gestor com as informações coletadas ao longo das pesquisas. A consistência dos dados foi então aprimorada pois o pesquisador dispôs de uma base de dados de fácil consulta contendo milhares de registros. Além disso, houve o monitoramento das atividades dos pesquisadores evitando a geração de resultados falsos e incoerentes. Em todos os registros da pesquisa foi adicionado a informação de data e hora de ocorrência do início e do fim de cada registro de forma involuntária ao pesquisador. Isto possibilitou avaliar os intervalos de tempo para a realização e o intervalo entre duas pesquisas sucessivas. Com esta informação e a verificação dos resultados individuais por pesquisador pôde-se obter uma avaliação que não seria possível em uma pesquisa feita de forma manual.

2. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A consistência de dados foi confirmada após tabulação dos bancos de dados provenientes do PALM ainda na fase de testes do *software*. Apesar de não ter sido identificado problema algum nessa fase, notou-se durante a execução das pesquisas um *bug* no qual o software registrava algumas entrevistas de forma errada. O *bug* foi gerado porque a conexão de uma pergunta específica foi feita de forma incorreta com a pergunta subsequente. Isso acarretou num procedimento que não desfazia a resposta do usuário quando o mesmo solicitava o retorno à pergunta anterior. O *bug* foi resolvido no início da pesquisa e, por isso, não interferiu na consistência dos dados. Ao todo, cerca de 0,5% das pesquisas realizadas foram afetadas pelo problema supracitado. Apesar disso, a amostragem da pesquisa não foi afetada, pois as pesquisas realizadas de forma incorreta foram devidamente identificadas e refeitas.

Aliado a análise de consistência feita pela tabulação supracitada, a inserção de críticas no programa também contribuiu para a consistência dos dados. Assim, as críticas não possibilitavam a inserção de respostas em branco ou inválidas, evitaram respostas incoerentes em questões abertas e solicitavam a confirmação de registros na base de dados do sistema. Além disso, a composição do questionário priorizou o uso de questões fechadas, em que o usuário dispunha de um número limitado de respostas padronizadas (excelente, bom, regular,

ruim péssimo e não sabe responder) e selecionáveis para cada pergunta, agilizando o processo de entrevista e tornando-o mais simples tanto para o entrevistador quanto para o entrevistado.

No desenvolvimento do software para o ambiente PalmOS foi gasto, relativamente ao aprendizado do programa de desenvolvimento, pouco tempo para a elaboração do questionário eletrônico. Em pouco mais de quinze dias, o protótipo foi desenvolvido, testado em escritório e foram feitos os primeiros testes em campo com os pesquisadores. O principal desafio na fase de desenvolvimento foi adequar as perguntas e as opções de resposta ao pequeno espaço disponível na tela do PALM. A quantidade de memória disponível no dispositivo móvel também se revelou um obstáculo na composição dos bancos de dados. Entretanto, a reformulação dos bancos de dados de *output* consentiu uma maior compactação dos dados e potencializou o uso da memória dos dispositivos móveis permitindo a inserção de milhares de registros.

A maior vantagem do uso de dispositivos móveis para a realização de pesquisas foi a agregação de confiabilidade dos dados coletados. Além disso, o uso do Palm possibilitou uma automatização das etapas de transcrição dos dados para o computador e a tabulação dos resultados finais. Para um grande número de registros, a transferência dos dados e a tabulação puderam ser feitos em questão de minutos. A geração de logs de evento na base de dados recolhida possibilitou também a averiguação do desempenho dos entrevistadores.

Com a melhoria da qualidade na captura de dados, o serviço de uma maneira geral agregou a confiabilidade dos dados à eficiência, acelerando a tomada de decisão dos gestores do sistema de transporte público após uma análise bem efetuada.

Agradecimentos

Agradecemos a todos que, de modo direto ou indireto, contribuíram com discussões e orientações para que este texto fosse elaborado; principalmente a Fabiana Arruda e Eraldo Constanski na constante disponibilização a nos orientar com sua experiência. Não podemos deixar de citar TC/BR e Tectrans que possibilitaram o desenvolvimento desse trabalho.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ANTP (1995), Comissão de Pesquisa de Opinião sobre Qualidade dos Serviços de Transporte. A opinião do Usuário como indicador de qualidade. *Revista dos Transportes Públicos*, São Paulo, vol.17, n.67, p.69-82, 1995.
- RUBINSTEIN, E (2006). *Avaliação da Qualidade Demandada para o Transporte Coletivo por ônibus na Cidade de Montevideo*. 141p. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissionalizante em Engenharia com requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Engenharia – Ênfase em transporte). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

Ana Karina B. Arakawa (aninhabreda@gmail.com)

ALTRAN TC/BR Consultoria Brasileira S.A.

SHCGN CR 704/705, Bloco H, Lojas 33/43 Asa Norte – Brasília, DF, Brasil.

Fernando A. Nogueira Filho (fanfski@gmail.com)

Tectrans Tecnologia e Transportes Ltda.

Rua João Mendes da Silveira, 124 Pinheirinho – Curitiba, PR, Brasil