

FATORES MOTIVACIONAS PARA USO DE UM HIPOTÉTICO SISTEMA DINÂMICO DE CARONA EM CAMPUS UNIVERSITÁRIO

Laize Andréa de Souza Silva
Maurício Oliveira de Andrade
Maria Leonor Alves Maia
Universidade Federal de Pernambuco

RESUMO

Carona é uma forma de compartilhamento de viagem. Portanto, visa aumentar a taxa de ocupação dos veículos e, conseqüentemente, reduzir o número de automóveis em circulação. Os sistemas dinâmicos de caronas são ferramentas que, através uso da tecnologia de *smartphones* e recursos de geolocalização, promovem em curto prazo a conexão entre passageiros e motoristas desconhecidos. Apesar das vantagens que a carona representa para a mobilidade urbana, ela ainda é pouco utilizada. Essa pesquisa analisa, por meio de regressão logística, quais são os fatores mais influentes na decisão de participar de um sistema dinâmico de caronas. A amostra estudada é formada por estudantes da Universidade Federal de Pernambuco que têm disponibilidade de automóvel para ir como motorista à universidade. Devido a subjetividade inerente dos processos de tomada de decisão, a regressão apresentou grau de aderência relativamente baixo (R^2 de Nagelkerke = 0,379), embora o modelo tenha sido considerado um bom previsor.

ABSTRACT

Carpool is a way of sharing a travel. Therefore, it aims the increase of vehicle occupancy rate, and thus reduce the number of cars in circulation. Dynamic carpooling systems are tools that, through use of smartphones technology and geolocation features, promote the connection between unknown passengers and drivers in short-term. Despite the advantages that carpooling brings for urban mobility, it is not widely used yet. This research analyses through logistic regression, what are the most influential factors in the decision to participate in a dynamic carpooling system. Students from the Universidade Federal de Pernambuco who have car available to go as driver to the university form the sample analysed. Because of the inherent subjectivity of decision-making processes, the logistic regression showed relatively low degree of adherence (Nagelkerke $R^2 = 0.379$), although the model has been considered a good predictor.

1. INTRODUÇÃO

Carona é compartilhar viagens sem visar lucros. Esse modo de deslocamento está relacionado à partilha do uso de um veículo particular pertencente a um dos viajantes, geralmente para viagens pendulares (Tahmasseby *et al.*, 2016; Tezcan, 2016). Nesse contexto, o termo em inglês *carpool* se adequa a proposta de carona aqui discutida. Uma variante desse vocábulo, é a palavra *carpooling*, que indica a ação de realizar carona. Devido à ausência de substituto da língua portuguesa que remeta ao ato em si, o termo *carpooling* será adotado neste artigo quando se fizer necessário.

O incentivo à carona é posto como uma medida de gerenciamento de demanda de baixo custo por não requerer grandes investimentos em infraestrutura. Adicionalmente, o uso da carona aumenta a mobilidade daqueles que não possuem veículo privado, além de reduzir os custos daqueles que possuem (Cools *et al.*, 2013). De modo geral, esse modo de deslocamento visa: reduzir índices de congestionamentos, uma vez que tende a minimizar o volume de tráfego pelo aumento da taxa de ocupação dos veículos em circulação; diminuir a emissão de gases poluentes; maximizar a interação social; e, reduzir o nível de estresse pelo compartilhamento da responsabilidade de dirigir (Pennsylvania Department Of Transportation, 2015).

Entretanto, apesar das vantagens, para muitas pessoas a carona não é um modo rotineiramente adotado, por possuir baixa aceitabilidade. Esse problema é justificável pela vasta gama de

variáveis que influenciam a escolha modal, as quais levam a um julgamento que reduz ou desconsidera os benefícios apresentados pela carona. Portanto, avaliar os fatores que tornam a carona um modo pouco utilizado é fundamental para a formulação de políticas de transporte que visem estimular seu uso.

Os sistemas de caronas são ferramentas que promovem a conexão entre passageiros e motoristas possibilitando a popularização do uso dessa forma de deslocamento. Sendo os interessados desconhecidos, o relacionamento entre os agentes seria praticamente impossível de ser executado sem o auxílio de uma ferramenta computacional. Desse modo, a base do bom funcionamento da carona entre um grupo de n pessoas desconhecidas é o algoritmo utilizado para formação de tais grupos.

Um dos modelos já existentes de sistemas de caronas é o *dinâmico*, que faz uso da tecnologia de *smartphones* e recursos de geolocalização para conectar passageiros e motoristas em curto prazo, sem a necessidade de planejamentos prévios e acordos detalhados (Créno, 2014; Agatz *et al.*, 2012). Conforme Gargiulo *et al.* (2015), tais sistemas foram criados com a intenção de popularizar e maximizar os deslocamentos feitos por carona, além de serem satisfatórios para o atendimento de viagens urbanas curtas.

Dando-se enfoque à população universitária, é perceptível que os estudantes possuem características que potencializam a aceitabilidade da adoção da carona, tais como: controle maior sobre seus horários do que a população em geral; na maioria das vezes não são casados nem tem filhos; possuem baixa renda; são jovens; e, tendem a aceitar melhor medidas de gerenciamento de demanda (Zhou, 2012). Ademais, os campi universitários são espaços que atraem um grande número de pessoas, caracterizando-se como importantes polos atrativos de viagem. Juntamente a isso, Cordero (2014) aponta que os centros universitários apresentam um nível de dependência significativo do transporte individual, principalmente quando o transporte público apresenta ineficiência e há ausência de modos alternativos. Portanto, o potencial uso de carona em campi universitários mostra-se promissor para melhoria da mobilidade.

Nesse contexto, a presente pesquisa objetiva avaliar quais são os fatores que afetam o comportamento de alunos universitários a participarem de um sistema dinâmico de caronas. O objeto de estudo desta pesquisa é o campus Joaquim Amazonas, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), localizado na cidade de Recife – Pernambuco. Através da aplicação de um questionário, foram obtidos dados sócio demográficos e impressões motivacionais ao uso de um sistema hipotético pelo ponto de vista de alunos do campus.

Os dados foram analisados por meio de regressão logística, com auxílio do software SPSS 23. A partir dos resultados, são apontadas algumas características essenciais a um sistema dinâmico de caronas que objetive quebrar as barreiras limitantes de sua utilização. Adicionalmente, os resultados obtidos servirão de base para proposta de políticas de incentivo à carona, que poderão ser promovidas pela universidade de modo a maximizar o uso de modos de deslocamento mais sustentáveis e promover maior interação entre os estudantes do campus.

2. CARONA: BREVE HISTÓRICO, SISTEMAS E COMPORTAMENTO

No início do século XX, quando os automóveis começaram a ganhar destaque nas cidades, o compartilhamento de veículos era comum. Viagens realizadas em família ou com vizinhos para diversas atividades (e.g. trabalho, compras e lazer) eram encorajadas pela formação de grupos

de caronas. Entretanto, o crescimento da dependência do automóvel e facilidades diversas contribuíram para a redução do compartilhamento (Leman *et al.*, 1994).

Historicamente, ocorreram os primeiros incentivos políticos à adoção de caronas em viagens pendulares nos Estados Unidos da América por volta da Segunda Guerra Mundial, devido à escassez de combustíveis e borracha. Após a guerra, *carpooling* deixou de fazer parte das políticas americanas e só retornou a receber atenção em meados da década de 1970, com a crise do petróleo (FERGUSON, 1997). No entanto, os incentivos políticos ao compartilhamento de viagens não se sobrepuseram à força da popularização do automóvel. Prova disso é que entre as décadas de 1980 e 1990, enquanto a força de trabalho aumentava nos Estados Unidos, o número de viagens diárias por carona decaiu em três milhões, como posto por Leman *et al.* (1994).

Nos últimos anos, entretanto, a carona passou a ser vista como uma medida de gerenciamento de demanda. Ou seja, elevar a taxa de ocupação dos automóveis em circulação através de *carpooling* é mencionado por diversos autores como uma solução de mobilidade sustentável por oferecer benefícios como redução da emissão de gás carbônico, dos custos de viagem e de congestionamentos (Delhomme e Gheorghiu, 2016; Neoh *et al.*, 2015; Waerden *et al.*, 2015).

Comprovando os pontos positivos da carona, a *Internacional Energy Agency* (2005) estima que *carpooling* pode contribuir para a redução de 12,5% da distância total de viagens percorrida, em quilômetros, se uma pessoa fosse adicionada a cada viagem pendular. Consequentemente, esse decréscimo prevê diminuição de 7,7% do consumo de combustível. Nesse sentido, os objetivos focais da carona devem ser: minimizar a distância total do sistema, de forma que a soma das distâncias de viagens individuais seja maior do que o percurso realizado em grupo e reduzir o tempo total de viagem (Agatz *et al.*, 2012). Ou seja, para a carona ser eficaz, é importante que ela promova a redução do tempo total de viagem para todos participantes, e traga benefícios financeiros, embora nem sempre esses fatores sejam julgados atrativos do modo pelos usuários.

2.1. Carona Dinâmica

A carona pode ser classificada quanto ao modo de formação da mesma, que pode ser casual, programado ou dinâmico. Na primeira categoria os motoristas decidem esporadicamente levar algum passageiro por motivos diversos, que vão desde solidariedade até a necessidade de divisão de custos. Por outro lado, a carona programada faz uso de ferramentas computacionais de conexão entre passageiros e motoristas, que se organizam conforme suas rotas e horários (Waerden *et al.*, 2015; Bruglieri *et al.*, 2012). Portanto, tal modelo amplia a possibilidade de realização de caronas, uma vez que possibilita a interação entre pessoas desconhecidas, mas que possuem interesses de viagem similares. Contudo, o método programado de carona traz a desvantagem da necessidade de planejar a viagem com antecedência, criando uma noção de dependência de outros, conforme posto por Créno (2014).

O modo dinâmico de formação da carona pode ser citado como a evolução digital do modo programado. De acordo com Créno (2014), o preâmbulo da carona dinâmica surgiu com o relatório *Empty Seats Travelling*, da Nokia. A ideia proposta nesse estudo é fazer uso da tecnologia dos telefones celulares e geolocalização para aumentar a taxa de ocupação dos veículos em circulação. Calcula-se que o custo de assentos vazios chega a 500 bilhões de euros por ano (Hartwig e Buchmann, 2007). Desse modo, simplificar através da tecnologia a forma

de conexão entre potenciais passageiros e motoristas interessados em *carpooling* apresenta-se como uma forma sustentável de deslocamento.

Conforme Agatz *et al.* (2012), esses sistemas devem ter as seguintes características: (a) ser dinâmico no que diz respeito ao tempo de reação, sem necessidade de grandes planejamentos prévios; (b) ser independente, por não estar amarrado a uma empresa ou organização com veículos próprios e funcionários; (c) promover a divisão de custos, repartindo-os entre os participantes de modo a ser benéfico para todos; (d) ser voltado à viagens não recorrentes, diferentemente da carona programada tradicional, que está ligada a arranjos de longo termo para viagens específicas (como *commuting*); (e) ser organizado com antecedência, diferente da carona casual; e, (f) fazer uso da correspondência de viagens (*ride matching*) automatizada, para proporcionar o menor esforço possível pelas partes interessadas.

Dentre os tópicos citados, em um sistema de caronas é importante frisar a necessidade de definir em que se baseia a divisão de custos e a necessidade de estabelecimento da forma de pagamento propriamente dita. A remuneração pode ser obtida através de bônus/descontos para utilização de serviços de empresas patrocinadoras do sistema ou divisão de custos propriamente dita. Em revisão da literatura, Agatz *et al.* (2012) listaram três formas distintas de se realizar o compartilhamento dos gastos de viagem, sendo eles:

- a) Repartir igualmente entre os participantes os custos relativos ao percurso compartilhado (Geisberger *et al.*, 2010 *apud* agatz *et al.*, 2012);
- b) Os custos são assumidos como proporcionais à quilometragem percorrida, e se divide a redução de custos proporcionalmente entre motorista e passageiro com base nas distâncias de suas viagens individuais originais (AGATZ *et al.*, 2011);
- c) Remuneração baseada no valor que o passageiro se dispõe a pagar, em um mecanismo similar a um leilão;
- d) O preço do quilômetro percorrido é algo entre o custo de dirigir sozinho e os custos de pegar um taxi (Kleiner *et al.* 2011 *apud* Agatz *et al.*, 2012)

A efetivação dos pagamentos em sistemas dinâmicos é facilitada pela própria tecnologia, a qual permite a sua realização através do próprio aplicativo do sistema, uma vez que alguns *smartphones* são equipados com ferramentas de trocas de dados remotos que possibilitam o pagamento direto por meio das plataformas (CRÉNO, 2014). Nesse contexto, é importante que sejam avaliadas as questões legais dos transportes e que se assegure que a carona prestada não se enquadra como transporte clandestino. A remuneração aqui mencionada se refere ao compartilhamento de custos de viagem, sem o intuito de obter lucros sobre o transporte.

O principal problema do sistema de carona dinâmico é a sua própria dinamicidade. É importante notar que a manutenção da prática é dependente da conexão em tempo real entre motorista e passageiros. Portanto, Créno (2014) chama atenção para a necessidade de haver massa crítica suficiente para atendimento das propostas dos motoristas e requerimentos dos passageiros, levando-se em conta um curto período de tempo e uma localização restrita. Desse modo, apesar de Agatz *et al.* (2012) afirmarem que o uso em viagens não recorrentes é característico do sistema dinâmico, sua implantação para o atendimento de viagens periódicas tende a aumentar o número de usuários ativos.

2.2. Fatores comportamentais que envolvem a carona

Políticas de incentivo à carona são fundamentais para a expansão do uso dessa modalidade de transporte. Contudo, é necessário entender o processo como um todo, para que seja possível a formulação de políticas eficazes. Uma vez que a conexão entre passageiros e motoristas desconhecidos já pode ser realizada com base no cruzamento de informações geográficas com uso da tecnologia vigente, parte-se para uma etapa em que é essencial saber o que motiva as pessoas a participarem de sistemas de caronas.

Neoh *et al.* (2015) identificaram em 22 estudos 24 variáveis que envolvem a decisão de *carpooling*. Os fatores catalogados foram categorizados em quatro dimensões, conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Fatores que envolvem carona

Dimensão	Fatores
Fatores Demográficos	Idade, Gênero, Renda, Número de residentes do domicílio, Estado civil, Nível educacional, Número de carros no domicílio
Fatores de Julgamento	Redução de custos, Redução de congestionamentos, Confiança
Fatores de Intervenção	Disponibilidade de estacionamento, Reserva de vaga de estacionamento, Impacto nos custos de estacionamento, Encontro de parceiro potencial, Subsídios, Viagem de volta garantida, HOV lanes
Fatores Situacionais	Horário regular de trabalho, Distância de viagem, Tempo de viagem, Custo de transporte, Número de empregados, Densidade populacional no local da residência, Área urbana ou rural

Diversos estudos mostram, entretanto, uma expressiva variância dos fatores que exercem influência sobre a escolha da carona, a depender da população avaliada. Por exemplo, pesquisas realizadas por Tezcan (2016) em Istambul apontam que as mulheres estão mais dispostas a utilizar carona, enquanto que Ciari e Axhausen (2011) mostram que, na Suíça, as mulheres estão menos inclinadas a adotar esse modo de transporte. Similarmente, Tahmasseby *et al.* (2016) afirmam que a população estudada se apresenta mais disposta a *carpooling* devido a questões ambientais referentes à sustentabilidade do que a incentivos monetários. Por outro lado, vários estudos mostram que a redução de custos é um forte motivador do uso da carona (Waerden *et al.*, 2015; Cools *et al.*, 2013; Correia e Viegas, 2011).

Afim de investigar os critérios que influenciam franceses a escolher carona como modo de transporte, Delhomme e Gheorghiu (2016) avaliaram dados fixos (sócio demográficos e de acesso ao transporte) e fatores motivacionais. Os autores concluem que, para a amostra analisada, *carpooling* é mais provável entre mulheres, com filhos, que veem o transporte público com bons olhos e têm maior consciência ambiental. Em contrapartida, estudos italianos apresentam como ponto mais importante de conscientização do uso da carona a idade dos usuários, sobrepondo-se ao estilo de vida e hábitos de mobilidade (GARGIULO *et al.*, 2015).

Alguns autores correlacionam escolha modal a teorias psicológicas de mudança de comportamento (e.g. Teoria do Comportamento Planejado), principalmente no que diz respeito à decisão de dirigir. Entretanto, ainda há poucos estudos que associam essas teorias a *carpooling*, possivelmente por serem empiricamente orientados (Wang e Chen, 2012; Zhou, 2012). Apesar disso, a avaliação das razões psicológicas é de extrema importância, uma vez

que elas podem se sobrepor aos fatores racionais de julgamento (e.g. questões afetivas e simbólicas postas acima da necessidade de reduzir gastos de viagem) (Neoh *et al.*, 2015).

Para avaliar os critérios que influenciam na decisão de alunos universitários de participarem de um sistema de caronas, a presente pesquisa abordou fatores demográficos, de intervenção, situacionais, de julgamento e algumas questões psicológicas, conforme a Tabela 2. Cada variável foi selecionada de acordo com a relevância apresentada na literatura estudada (Delhomme e Gheorghiu, 2016; Tahmasseby *et al.*, 2016; Tezcan, 2016; Neoh *et al.*, 2015; Waerden *et al.*, 2015; Cools *et al.*, 2013; Abrahamse e Keall, 2012; Bruglieri *et al.*, 2012; Wang e Chen, 2012; Zhou, 2012).

Tabela 2: Fatores selecionados para análise

Dimensão	Fatores	Codificação
Fatores Demográficos	Idade	Idade (D)
	Sexo	Sexo (N)
	Renda	Renda (O)
	Número de habitantes onde reside	Família (D)
	Nível educacional	Grau (N)
Fatores de Julgamento	Redução de custos	DivCusto_Sist (O)
	Flexibilidade	Flexibilidade_Sist (O)
	Privacidade	Privacidade_Sist (O)
	Sustentabilidade	Ambiente_Sist (O)
Fatores de Intervenção	Estacionamento reservado	Estacionamento_Sist (O)
	HOV lanes	HOV (O)
Fatores Situacionais	Número de dias que dirige até a universidade	Dias (D)
	Aumento da distância	Distância_Sist (O)
	Aumento do tempo (espera e deslocamento)	Tempo_Sist (O)
	Carro compartilhado	Carro (N)
Fatores Psicológicos	Interação social	IntSocial_Sist (O)
	Viagem com desconhecidos	Desconhecido (O)
	Realizar viagem como passageiro	Pax_Sist (O)
	Acesso a um perfil dos participantes do sistema	Perfil (O)

D – Variável discreta; N – Variável nominal; O – Variável ordinal

3. METODOLOGIA

Localizado na Zona Oeste da cidade de Recife (PE, Brasil), o campus Joaquim Amazonas, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) possui 410 mil m² de área construída (UFPE, 2016). Apesar do transporte público ser o mais utilizado nas viagens à Universidade, 15 mil são realizadas por automóveis em um dia típico. Considerando-se apenas alunos, a taxa de ocupação dos carros do campus é de 1,57 indivíduos por veículo (Monteiro *et al.*, 2015). Portanto, esse índice apresenta grande potencial de ser elevado pelo compartilhamento de automóveis.

A pesquisa foi direcionada aos estudantes que têm disponibilidade de automóvel para ir como motorista à universidade, tendo-se em vista que esses são os potenciais ofertantes da carona. Para compreensão do tema abordado, foi disponibilizado um breve texto explicativo sobre sistemas dinâmicos de carona, descrevendo suas formas de funcionamento e características. A partir de então, perguntou-se se a pessoa teria interesse em fazer parte de um sistema dinâmico de caronas direcionado à população universitária da UFPE. Essa resposta deu origem a variável dicotômica “carona_sist”.

Afim de avaliar quais fatores têm influência sobre a decisão de utilizar um sistema dinâmico de caronas, buscaram-se dados sócio demográficos e impressões motivacionais ao uso da carona de alunos do campus. Para tal, foram aplicados 459 questionários visando a obtenção de representatividade estatística de 95% de confiança e 5% de erro (amostra mínima de 384 respostas), considerando a população estudada infinita. Os questionários foram divididos em duas etapas: a primeira buscou informações sócio demográficas; na segunda, pediu-se para classificar como “motivador”, “desmotivador” ou “sem influência” uma série de critérios sobre o desejo de participar do sistema descrito (fatores motivacionais).

Os dados coletados foram analisados por meio de regressão logística. Esse método possibilita o cálculo da probabilidade de um evento ocorrer, sendo a variável de saída dicotômica, com base na análise de variáveis predictoras contínuas e categóricas. A regressão é descrita algebricamente por: $\text{logit}[P(y=1)] = \alpha + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k$, onde $\text{logit}P(y=1)$ é a transformação do logaritmo natural da probabilidade do evento ter sucesso (no caso, de um indivíduo participar de um sistema de caronas), α é a constante e β_k é o coeficiente da regressão da correspondente variável x_k (Agresti e Finlay, 2012).

O software IBM *Statistic Package Social Science* – SPSS 23 foi utilizado para análise dos dados. Devido ao grande número de fatores pesquisados, primeiramente identificaram-se as correlações existentes entre as variáveis avaliadas, o que possibilitou verificar colinearidades e excluir fatores correlacionados no modelo. Posteriormente, foram testadas análises de regressão logística em dois blocos: o primeiro com dados sócio demográficos e o segundo com fatores motivacionais. A seção seguinte descreve o melhor modelo obtido e a interpretação da saída da regressão.

4. RESULTADOS E ANÁLISE

Foram obtidas 421 respostas válidas de alunos dos nove centros acadêmicos do campus Joaquim Amazonas. Dentre os respondentes, 54,6% são do sexo masculino e 45,4% do sexo feminino. Apenas 27,3% da amostra total afirmou não ter vontade de participar de um sistema dinâmico de caronas, o que comprova o interesse de muitos em utilizar uma forma alternativa de deslocamento.

Os testes de correlação entre as variáveis obtidas permitem selecionar dados que entrarão no modelo de regressão logística. O teste qui-quadrado de Pearson avalia a associação entre duas variáveis categóricas dispostas em uma tabela de contingência. Confirma-se a associação entre os grupos testados quando o χ^2 calculado é maior ou igual ao tabelado de sua distribuição com base no grau de liberdade (e.g. para $gl = 2$ e $p = 0,01$, $\chi^2 = 9,21$). Por outro lado, o V de Cramer mede a força de associação entre duas variáveis categóricas (Field, 2009). Sendo zero o valor do coeficiente, não há indicação de relação entre duas variáveis. Em contrapartida, quanto mais próximo de 1 o V de Cramer é, mais forte a associação entre as variáveis (Gingrich, 1992).

A Tabela 3 mostra os valores estatísticos de correlação entre a variável dependente (“carona_sist”) e os demais fatores avaliados. Como verificado, dentre os fatores sócio demográficos, apenas a variável “sexo” apresenta-se significativa e positivamente associada a decisão de participar de um sistema de caronas ($\chi^2 = 9,228 > 9,21$ e V de Cramer = 0,148), portanto, foi a única variável dessa dimensão selecionada para teste de modelos. Em contrapartida, todos os critérios motivacionais têm correlação significativa. Mantiveram-se as variáveis significantes a um nível de 1%.

Tabela 3: Correlações entre variáveis

Variáveis explicativas	χ^2 de Pearson	Valor- <i>p</i>	V de Cramer	
Dados sócio demográficos	Sexo	9,228	0,002**	0,148
	Renda	4,885	0,430	0,108
	Grau	0,001	0,971	0,002
	Dias	5,957	0,202	0,119
	Família	9,781	0,201	0,152
	Idade	18,163	0,749	0,208
	Carro	0,103	0,749	0,160
Fatores motivacionais	DivCusto_Sist	16,060	0,000**	0,195
	IntSocial_Sist	54,237	0,000**	0,359
	Estacionamento_Sist	13,079	0,001**	0,176
	HOV	7,121	0,028*	0,130
	Privacidade_Sist	40,859	0,000**	0,312
	Flexibilidade_Sist	18,325	0,000**	0,209
	Desconhecido	42,199	0,000**	0,317
	Pax_Sist	37,408	0,000**	0,298
	Ambiente_Sist	22,167	0,000**	0,229
	Distância_Sist	16,822	0,000**	0,200
	Tempo_Sist	6,696	0,035*	0,126
	Perfil	24,857	0,000**	0,243

* Correlação significativa a um nível de 0,05; ** Correlação significativa a um nível de 0,01

O fator de menor associação verificado foi o aumento do tempo total de viagem ao utilizar carona, incluindo o tempo de espera por passageiro ou motorista (variável “Tempo_Sist”), removido do modelo ($p > 0,01$). Tal tendência é justificável por se tratar de um sistema dinâmico de caronas, no qual as conexões são realizadas com rapidez, sem a criação de agendas. Desse modo, os entrevistados podem ter considerado o acréscimo do tempo irrisório.

Ademais, nota-se que o critério HOV, que diz respeito a circulação de automóveis por faixas exclusivas para veículos de alta ocupação, também apresentou baixa significância – em relação do ponto de corte estabelecido – e relevância entre os fatores motivacionais avaliados ($p > 0,01$). A pouca importância dada a essa medida é justificável por ela não ser uma opção atualmente disponível na área de estudo. Existe em algumas vias da Região Metropolitana do Recife o sistema *Bus Rapid Service* (BRS), no qual faixas de alta ocupação são liberadas apenas para circulação de ônibus e taxis ocupados. Portanto, os entrevistados podem ter interpretado essa vantagem como uma medida irreal ou não aplicável, caso não existam faixas BRS em seus trajetos para a universidade.

A partir do coeficiente de Spearman (ρ), verificou-se que algumas variáveis explicativas têm correlação significativa entre si, como por exemplo “Privacidade_Sist” e “Flexibilidade_Sist”, com $\rho = 0,390$ e $p = 0,000$. Portanto, foram realizados testes de modelos a partir da seleção de variáveis correlacionadas com a explicada, porém sem que houvesse choque de correlação entre as explicativas. Assim, determinados fatores foram excluídos do modelo de regressão logística, buscando a obtenção de critérios significativos ($p > 0,050$) para explicar a propensão de determinado indivíduo a participar de um sistema de caronas. Por fim, obteve-se um modelo com os seis seguintes previsores: “Sexo”, “IntSocial_Sist”, “Desconhecido”, “Pax_Sist”, “Ambiente_Sist” e “Flexibilidade_Sist”.

A regressão logística apresentou R^2 de Nagelkerke equivalente a 0,379, significando que as variáveis inseridas no modelo explicam cerca de 38% da variável dependente, ou seja, seu grau de aderência é relativamente baixo. Contudo, o modelo final apresentou acurácia de 80,5% (porcentagem correta de previsão dada pelo modelo) e estatística teste de Hosmer e Lemeshow igual a 6,266 com significância 0,617, o que garante que o modelo é um bom previsor, uma vez que os dados observados não são significativamente diferentes do previsto pelo modelo.

Na análise, todos fatores motivacionais (classificados em três níveis) foram determinados como variáveis categóricas. Definiu-se no SPSS que a categoria de referência seria o primeiro nível, o qual foi indicado como “sem influência”. O código 1 indica o nível “motiva”, e em consequência, o código 2 é referente a “desmotiva”.

Os resultados gerais da regressão são mostrados na Tabela 4. Dentre as variáveis categóricas, o previsor tido como base (sem índice) indica a significância estatística da variável como um todo. Portanto, todos os fatores analisados são significativos ($p < 0,05$) de forma global. Quando $p > 0,05$ em determinado nível, é comprovado que a variável não se enquadra nesse nível, por exemplo: Pax_sist(2) apresenta $p = 0,881$, logo, esse é um critério desmotivador do uso do sistema (com Pax_sist(1) tendo $p = 0,000$).

Tabela 4: Resultado da regressão logística

	B	Erro padrão	Sig. (p)	Exp(B)	I.C. de 95% para Exp(B)	
					Inferior	Superior
Sexo	-0,595	0,273	0,029*	0,551	0,323	0,941
IntSocial_Sist			0,000*			
IntSocial_Sist(1)	1,061	0,276	0,000*	2,888	1,683	4,958
IntSocial_Sist(2)	-1,347	0,768	0,080	0,260	0,058	1,172
Desconhecido			0,000*			
Desconhecido(1)	2,059	1,143	0,072	7,840	0,834	73,704
Desconhecido(2)	-1,152	0,293	0,000*	0,316	0,178	0,562
Pax_sist			0,000*			
Pax_sist(1)	1,109	0,291	0,000*	3,030	1,714	5,358
Pax_sist(2)	0,096	0,644	0,881	1,101	0,312	3,890
Ambiente_Sist			0,029*			
Ambiente_Sist(1)	0,721	0,311	0,020*	2,057	1,118	3,783
Ambiente_Sist(2)	-0,838	1,106	0,448	0,432	0,049	3,778
Flexibilidade_Sist			0,007*			
Flexibilidade_Sist(1)	-2,198	0,806	0,006*	0,111	0,023	0,539
Flexibilidade_Sist(2)	-0,815	0,342	0,017*	0,443	0,226	0,866
Constant	0,717	0,417	0,086	2,049		

* Correlação significativa a um nível de 0,05

Conforme Field (2009), o coeficiente de maior importância na análise dos dados é o Exp(B), o qual indica alteração nas probabilidades quando uma unidade é modificada no previsor. Entretanto, intervalos de confiança de 95% de Exp(B) com limites que variam de valores menores que 1 e maiores do que 1 não indicam confiança, pois o valor de Exp(B) pode sugerir

tanto uma relação de mudança de probabilidade positiva ($\text{Exp}(B) > 1$) quanto negativa ($\text{Exp}(B) < 1$).

Desse modo, pela análise do modelo conclui-se que os fatores tidos como maiores motivadores do ingresso em um sistema de caronas são: i) a possibilidade de utilizar o serviço como passageiro, o que reduz a necessidade de uso do veículo particular; ii) aumento da integração social e possibilidade de conhecer pessoas através do sistema; e, iii) oportunidade de contribuir para redução da emissão de poluentes. Por outro lado, os motivos que mais desestimulam a participação em um sistema são: i) ser do sexo feminino; ii) redução da flexibilidade quanto a rotas e horários; e, iii) ter que compartilhar viagens com desconhecidos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A carona é posta atualmente como uma forma de gerenciamento de demanda, que visa elevar a taxa de ocupação dos veículos em circulação. Através desse modo de deslocamento, busca-se reduzir o número de veículos em circulação, e conseqüentemente minimizar a emissão de gases poluentes, nível de ruído e congestionamentos. Entretanto, a carona ainda apresenta baixa aceitabilidade, não sendo popular entre desconhecidos.

Nesse contexto, a presente pesquisa avaliou, pelo método de regressão logística, quais os fatores de maior impacto na decisão em fazer parte de um sistema dinâmico de caronas. Esse modelo de sistema apresenta a vantagem de fazer uso da tecnologia de *smartphones* e recursos de geolocalização para conectar passageiros e motoristas de modo rápido, sem necessidade de compatibilização de agendas. Alunos da Universidade Federal de Pernambuco (Campus Joaquim Amazonas – Recife) que se deslocam como motoristas para o campus fizeram parte da amostra estudada.

Os universitários apontaram como motivador do uso da carona a possibilidade de reduzir poluição e auxiliar no combate do aquecimento global através da carona. Esse fato mostra que a população estudada apresenta uma boa consciência ambiental e tem noção dos malefícios causados ao meio ambiente pelo uso do automóvel. Verificou-se também que o fator divisão de custos não é um potencial motivador para o ingresso em um sistema de caronas, pois não se mostrou significativo no modelo. É esperado que quanto maior a renda familiar, menos esse critério apresente impacto. Da amostra analisada, apenas 28% dos alunos têm renda familiar inferior a cinco salários mínimos, o que pode justificar a irrelevância da divisão de custos.

Entretanto, ter a possibilidade de ir como passageiro, sem necessidade de usar o próprio carro, foi considerado o principal critério motivador pelos alunos. Possivelmente, isso reflete uma melhor percepção da redução de gastos do que a própria divisão de custos. Adicionalmente, a não obrigação de dirigir reduz o senso de responsabilidade e estresse causado pelo tráfego. Desse modo, seria mais adequado propor uma remuneração através de bônus/descontos para utilização de serviços de empresas patrocinadoras do sistema de caronas, do que a divisão de custo propriamente dita.

Apesar do receio de andar com desconhecidos, o aumento da interação social e possibilidade de conhecer pessoas foi considerado um estimulante para o uso do sistema. Os resultados também apontam que as mulheres tendem a se sentir mais receosas, uma vez que são mais vulneráveis a sofrer algum tipo de violência. Portanto, afim de quebrar tais barreiras, sugere-se inserir no sistema uma ferramenta de avaliação dos usuários da rede (*feedback* dado pelos

próprios usuários) ou a promover a integração com redes sociais. Assim, a reputação de cada indivíduo pode ser consultada abertamente, possibilitando uma aproximação com o comportamento social de passageiros e motoristas (Gargiulo *et al.*, 2015; Shinde e Thombre, 2015; Agatz *et al.*, 2012). Esse processo tende a reduzir o sentimento de desconhecimento do outro, que de certa forma deixa de ser um completo “estranho”. Assim, a confiança no sistema é algo que pode ser construído com o passar do tempo.

A pesquisa constatou um grande interesse da população universitária em participar de um sistema dinâmico de caronas (cerca de 73% da amostra analisada), apesar da redução da flexibilidade inerente da carona ainda ser apontada como um problema. Desse modo, acredita-se que a formulação de um sistema que garanta a segurança dos participantes e tenha um algoritmo robusto para manter o máximo possível da flexibilidade característica do transporte individual elevará a popularização do uso desse modo de deslocamento.

Como a literatura aponta, há uma grande variabilidade nos fatores que afetam o uso da carona. Esses se modificam a depender do local e população analisada. Ademais, ainda que sejam identificados quais são os critérios mais atuantes, é difícil prever o comportamento das pessoas devido à subjetividade correlacionada aos processos de tomada de decisão. A presente pesquisa dá indícios disso quando mostra que as variáveis inseridas na regressão logística explicam apenas 38% da decisão de um indivíduo participar de um sistema dinâmico de caronas, muito embora o modelo tenha sido considerado um bom previsor. Portanto, a aplicação de políticas de cunho informativo e educacional, as quais objetivam encorajar mudanças de comportamento e promover *carpooling*, apresentam-se mais importantes do que interferências em infraestruturas (e.g. implementação de HOV lanes), políticas regulamentares (e.g. regulações de estacionamentos) ou medidas econômicas.

A problemática da carona vai além de questões da engenharia de tráfego normalmente utilizada para solucionar problemas de transportes, ou da engenharia computacional presente nos sistemas de carona. Questões sociais e comportamentais devem ser observadas para impulsionar a formação de um sistema robusto. Sendo assim, é importante que a essência de cada pessoa seja observada, de modo que não se construa “um sujeito abstrato, concebendo a natureza por triângulos, retas e planos” (Matos, 1998, p. 94).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahamse, W. e Keall, M. (2012) Effectiveness of a web-based intervention to encourage carpooling to work : A case study of Wellington, New Zealand. *Transport Policy*, v. 21, p. 45–51.
- Agatz, N. Agatz, N.; Erera, A.; Savelsbergh, M. e Wang, X. (2012) Optimization for dynamic ride-sharing : A review. *European Journal of Operational Research*, v. 223, n. 2, p. 295–303.
- Agatz, N.; Erera, A.; Savelsbergh, M. e Wang, X. (2011) Dynamic ride-sharing : A simulation study in metro Atlanta. *Transportation Research Part B*, v. 45, n. 9, p. 1450–1464.
- Agresti A. e Finlay B. (2012) *Métodos Estatísticos para as Ciências Sociais* (4ª ed.). Penso, Porto Alegre.
- Bruglieri, M.; Ciccarelli, D.; Colomia A. e Luè A. (2012) PoliUniPool: a carpooling system for universities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 20, n. 2011, p. 558–567.
- Ciari, F. e Axhausen, K. W. (2012) Choosing carpooling or carsharing as a mode: Swiss stated choice experiments (I). *Anais do 91º Encontro Anual Transportation Research Board*. Washington, DC.
- Cools, M. Tormans, H.; Briers, S. e Teller, J. (2013) Unravelling the determinants of carpool behaviour in Flanders, Belgium: Integration of qualitative and quantitative research. *Anais do BIVEC/GIBET Transport Research Day*. University Press, Zelzate, p. 1-12. Disponível em: <<http://orbi.ulg.be/handle/2268/168731>>. Acesso em: 09 jul. 2016.

- Cordero, L. F. (2014) La movilidad sostenible en campus universitarios: una comparación de las mejores prácticas en Estados Unidos y Europa. Aplicabilidad en universidades venezolanas. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, v. 29, p. 23–40.
- Correia, G. e Viegas, J. M. (2011) Carpooling and carpool clubs : Clarifying concepts and assessing value enhancement possibilities through a Stated Preference web survey in Lisbon, Portugal. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 45, n. 2, p. 81–90.
- Créno, L. (2014) Energy Consumption and Autonomous Driving (Langheim, Jochen, Eds.) *Anais do 3º CESA Automotive Electronics Congress*. Paris, p. 71-81.
- Delhomme, P. e Gheorghiu, A. (2016) Comparing French carpoolers and non-carpoolers : Which factors contribute the most to carpooling? *Transportation Research Part D*, v. 42, p. 1–15.
- Ferguson, E. (1997) The rise and fall of the American carpool: 1970–1990. *Transportation*, v. 24, p. 349–376.
- Field, A. (2009) *Descobrimos a Estatística usando o SPSS (2ª ed.)*. Artmed, Porto Alegre.
- Gargiulo, E.; Giannantonio, R.; Guercio, E.; Borean, C. e Zenezini, G. (2015) Dynamic ride sharing service : are users ready to adopt it? *Procedia Manufacturing*, v. 3, p. 777–784.
- Gingrich, P. (1992) *Introductory Statistics for the Social Science*. Chapter 11: Association between Variables. Regina, University of Regina.
- Hartwig S, Buchmann M (2007) *Empty seats traveling: next-generation ridesharing and its potential to mitigate traffic and emission problems in the 21st century*. Nokia Research Center.
- Internacional Energy Agency (2015) *Saving Oil in a Hurry*. OECD/IEA, Paris. Disponível em: <<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/savingoil.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2016.
- Leman, C.; Schiller, P. L. e Pauly, K. (1994) *Re-thinking HOV - High Occupancy Vehicle facilities and the public interest*. Chesapeake Bay Foundation, Annapolis. Disponível em: <<http://trid.trb.org/view.aspx?id=665905>>. Acesso em: 09 jul. 2016.
- Matos, O. (1998) Sociedade: tolerância, confiança, amizade. *Revista USP*, v. 37, n. São Paulo, p. 92–101.
- Monteiro, M. M.; Santos, E. M. e Meira, L. H. (2015) Caracterização dos padrões de viagens dos estudantes para o campus recife da UFPE. *Anais do XXIX Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte, ANPET*, Ouro Preto, p. 2189-2200.
- Neoh, J. G.; Chipulu, M. e Marshall, A. (2015) What encourages people to carpool? An evaluation of factors with meta-analysis. *Transportation*, September 2015, p. 1–25.
- Pennsylvania Department of Transportation. PACOMMUTES (Alternative Transportation in Pennsylvania) (*website*). Disponível em: <<http://www.pacommuter.com/ridesharing/car-pooling/>>. Acesso em: 16 fev. 2016.
- Shinde, T. e Thombre, B. (2015) An Effective Approach for Solving Carpool Service Problems Using Genetic Algorithm Approach in Cloud Computing. *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*, v. 3, n. 12, p. 29–33.
- Tahmasseby, S.; Kattan, L. e Barbour, B. (2016) Propensity to participate in a peer-to-peer social-network-based carpooling system. *Journal of Advanced Transportation*, v. 50, August 2015, p. 240–254.
- Tezcan, H. O. (2016) Potential of Carpooling among Unfamiliar Users : Case of Undergraduate Students at Istanbul Technical University. *Journal of Urban Planning and Development*, v. 142, n. 1, p. 1–11.
- UFPE (2016) Universidade Federal de Pernambuco (*website*). Disponível em: <https://www.ufpe.br/ufpenova/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=192>. Acesso em: 24 fev. 2016.
- Waerden, P. Van Der; Lem, A. e Schaefer, W. (2015) Investigation of factors that stimulate car drivers to change from car to carpooling in city center oriented work trips. *Transportation Research Procedia*, v. 10, n. July, p. 335–344.
- Wang, T. e Chen, C. (2012) Attitudes, mode switching behavior, and the built environment: A longitudinal study in the Puget Sound Region. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 46, n. 10, p. 1594–1607.
- Zhou, J. (2012) Sustainable commute in a car-dominant city: Factors affecting alternative mode choices among university students. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 46, n. 7, p. 1013–1029.