



## Trânsito Cidadão

Robson de Sousa Martins

Tema: Soluções Digitais para Governo e Sociedade

## Folha de Rosto

Título do Trabalho: Trânsito Cidadão

Tema: Soluções Digitais para Governo e Sociedade

Autor: Robson de Sousa Martins

Currículo: Robson de Sousa Martins é MBA em Desenvolvimento de Soluções Corporativas em Java/SOA, pela Faculdade de Informática e Administração Paulista (FIAP) e Bacharel em Sistemas de Informação, pela Faculdade Batista de Administração e Informática (FBAI). Atuou durante sete anos como Técnico Eletrônico, em projetos de sinalização metroferroviária e manutenção eletrônica, e dez como Analista Programador, no desenvolvimento de *softwares* comerciais. Ingressou no Serpro em 2010, em São Paulo, onde atuou em projetos como o ALM (*Application Lifecycle Management*), ECM *Alfresco* (Processo Verde), BPMS (*Business Process Management Suite*), Sistemas Denatran e SIC/SIEF. Atualmente lidera o grupo de estudo do eixo IoT (*Internet of Things*) no Serpro.

## Resumo

Grandes cidades enfrentam alguns desafios no que tange à mobilidade urbana. Um desses desafios é manter a segurança no trânsito, que está constantemente ameaçada pelo desrespeito às leis vigentes. O Serpro como uma empresa de importância estratégica na relação governo/cidadão, é parceira dos órgãos de trânsito, oferecendo soluções para otimizar a fiscalização e correta autuação dos infratores, como o Sistema de Notificação Eletrônica (SNE) e o Sistema Radar. Além disso, o Serpro, comprometido com a vanguarda tecnológica, estabeleceu como uma das metas de seu recente planejamento estratégico, a oferta de soluções digitais inovadoras. Dessa forma, este trabalho – unindo conceitos como Internet das Coisas (IoT), gameificação, e integração entre sistemas – se propõe a apresentar uma solução onde o cidadão se compromete a praticar atitudes corretas no trânsito, movido a partir de sua própria iniciativa, colaborando assim com as políticas públicas de segurança no trânsito, e resultando na diminuição de acidentes. Sendo assim, ao fornecer uma solução como essa, o Serpro se fortalece como uma empresa inovadora, importante fornecedora de produtos e serviços para a gestão pública, e tem a possibilidade de alavancar a adoção de seus produtos e serviços por órgãos de trânsito nacionais, estaduais e prefeituras. Outros resultados indiretos podem ser incentivados, como a melhoria da transparência na aplicação de recursos obtidos com multas de trânsito em benefício da população – fator esse que ajuda também a colocar o Serpro num patamar de fornecedor de soluções que contribuem para a “transparência governamental”.

Palavras-chave: Trânsito; Cidadão; Gameificação; Internet das Coisas; Radar; SNE.

## Lista de ilustrações

Figura 1 – Acidente de Trânsito.....	6
Figura 2 – Internet das Coisas (IoT).....	7
Figura 3 – Arquitetura básica de IoT.....	8
Figura 4 – Modelo de arquitetura de um dispositivo IoT.....	9
Figura 5 – Agente de Trânsito.....	10
Figura 6 – Radar Móvel “Pistola”.....	11
Figura 7 – Radar Móvel “Tripé”.....	12
Figura 8 – “Radares” Fixos (Detectores de Velocidade).....	13
Figura 9 – Sistema de Notificação Eletrônica (SNE).....	15
Figura 10 – Arquitetura simplificada do SNE.....	15
Figura 11 – Funcionamento do Sistema Radar.....	16
Figura 12 – Gameficação e Motivação.....	17
Figura 13 – Caixa de Skinner.....	19
Figura 14 – Elementos de Gameficação.....	20
Figura 15 – Proposta “Trânsito Cidadão”.....	23

## Lista de abreviaturas e siglas

**CNH:** Carteira Nacional de Habilitação.

**CONTRAN:** Conselho Nacional de Trânsito.

**CTB:** Código de Trânsito Brasileiro.

**Denatran:** Departamento Nacional de Trânsito.

**IoE:** *Internet of Everything* (*Internet de Tudo*).

**IoT:** *Internet of Things* (*Internet das Coisas*).

**Jari:** Junta Administrativa de Recursos de Infrações.

**Modem:** *Modulator/Demodulator* (Modulador/Demodulador).

**Radar:** *Radio Detection And Ranging* (Detecção e Telemetria por Rádio).

**Renach:** Registro Nacional de Condutores Habilitados.

**Renainf:** Registro Nacional de Infrações de Trânsito.

**Renavam:** Registro Nacional de Veículos Automotores.

**Serpro:** Serviço Federal de Processamento de Dados.

**SNE:** Sistema de Notificação Eletrônica.

**TIC:** Tecnologia de Informação e Comunicação.

## Sumário

Introdução.....	5
Referencial Teórico.....	6
Internet das Coisas (IoT).....	7
Fiscalização de Trânsito Típica.....	10
Radar Móvel (Pistola).....	11
Radar Móvel (Tripé).....	12
Radar Fixo (Lombada Eletrônica).....	13
Sistema de Notificação Eletrônica (SNE) do Serpro.....	14
Sistema Radar do Serpro.....	16
Gameficação.....	17
Aplicabilidade.....	18
Psicologia Motivacional.....	18
Elementos de Gameficação.....	20
Proposta: Trânsito Cidadão.....	23
Conclusões.....	25
Referências.....	26

## Introdução

O Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997, art. 1º, § 1º), conceitua o que é trânsito:

Considera-se trânsito a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga ou descarga.

e também declara (BRASIL, 1997, art. 1º, § 2º):

O trânsito, em condições seguras, é um direito de todos e dever dos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito, a estes cabendo, no âmbito das respectivas competências, adotar as medidas destinadas a assegurar esse direito.

Desta forma, um dos direitos do cidadão é o de utilizar vias para realização de suas tarefas cotidianas de mobilidade, e de maneira segura – amparado assim pela legislação.

Então, cabe ao Estado zelar pela aplicação das leis em seu território (ARAÚJO, 2013), nesse caso específico, aos órgãos e entidades que compõem o Sistema Nacional de Trânsito. Tudo isso para garantir que nenhum cidadão tenha seu direito de mobilidade segura violado por outrem.

Assim sendo, os componentes do Sistema Nacional de Trânsito, regidos pelo Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997), se utilizam de vários mecanismos – de fiscalização, políticas públicas de prevenção, educação, conscientização e, claro, autuação dos infratores – com o objetivo de garantir o cumprimento das leis de trânsito vigentes, e consequente ambiente de segurança no trânsito.

O Serpro, como empresa parceira dos principais órgãos de trânsito, já oferece soluções digitais que facilitam a aplicação desses mecanismos de fiscalização e autuação (SERPRO, 2017), e simplificam a vida do cidadão quanto a pagamentos de multas (SERPRO, 2016).

Apesar do papel bem definido e executado pelo Sistema Nacional de Trânsito, através da legislação, a Organização Mundial de Saúde (OMS) indica em seu último levantamento (ONSV, 2016) que mais de trinta e oito mil pessoas morreram em decorrência de acidentes no trânsito brasileiro, em 2015. Levando-se em conta ainda, os dados do Ministério da Saúde (BRASIL, 2016), o número de internações de feridos com gravidade, com lesões ocasionadas por acidentes de

trânsito, ultrapassa o número de duzentos mil no mesmo ano de 2015.

Muitos desses acidentes são decorrentes da imprudência de motoristas, motociclistas e pedestres, que simplesmente cometem infrações de trânsito, desrespeitando a sinalização presente nas vias ou as leis de trânsito vigentes (HOFFMANN, 2003).



Figura 1 – Acidente de Trânsito  
Fonte: COTRIN, 2014

Com o objetivo de oferecer uma ferramenta aos órgãos e entidades que compõem o Sistema Nacional de Trânsito, que os auxilie a reverter esse quadro, este trabalho se propõe a apresentar uma ideia que leva à autoconscientização dos condutores (motoristas e motociclistas) a obedecer às leis de trânsito vigentes, a partir de alguns conceitos tecnológicos, e também comportamentais.

## Referencial Teórico

Para melhor entendimento da proposta apresentada por este trabalho, segue uma explanação teórica dos principais conceitos e tecnologias que fazem parte de sua concepção.

## *Internet das Coisas (IoT)*

A Internet das Coisas (em inglês, *Internet of Things*), conhecida pela sigla IoT, é basicamente a capacidade conferida a diferentes objetos de se comunicar através de redes interligadas (por exemplo, a *Internet*) com a finalidade de interagir com o ambiente físico ao seu redor, por meio de sensoriamento e atuação, ou seja, reação a eventos (MATTERN; FLOERKEMEIER, 2010). Com isso, a *Internet* se expande para além do conceito de apenas “computadores conectados em uma grande rede mundial” (TANENBAUM; WETHERALL, 2011), mas algo próximo ao definido por alguns autores como IoE (*Internet of Everything*, ou Internet de Tudo), que engloba a conexão inteligente de pessoas, objetos, dados e processos (CISCO, 2014).

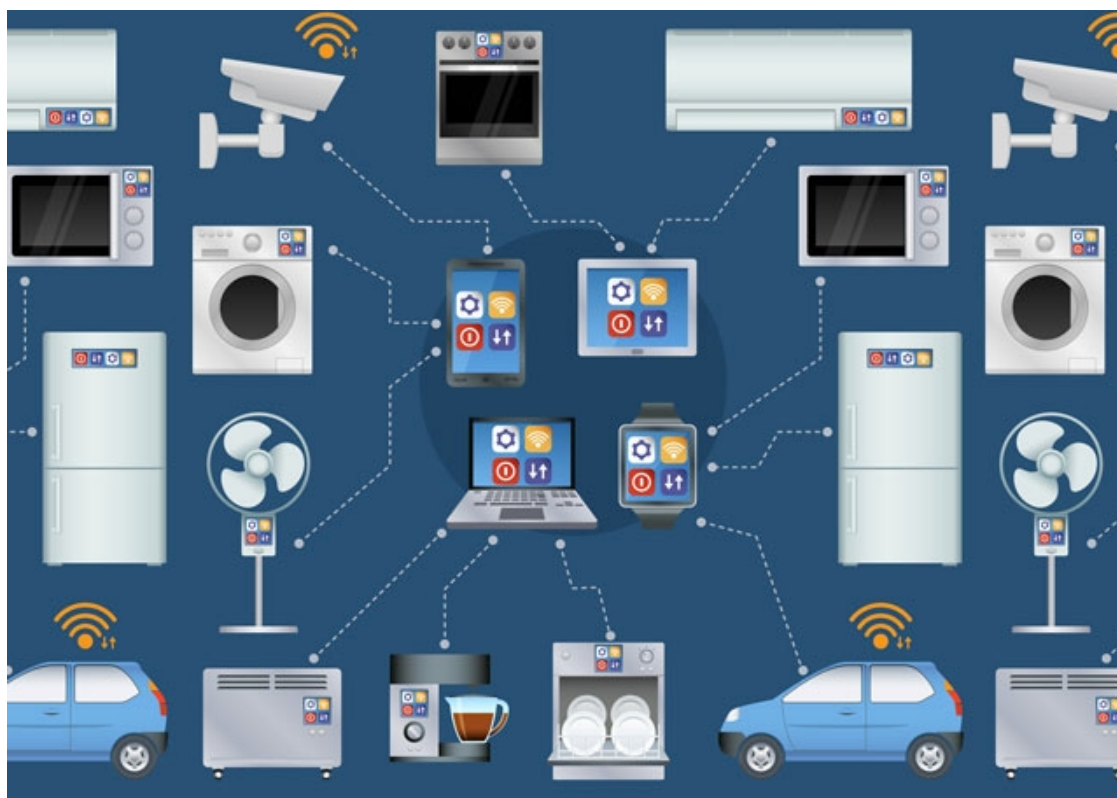


Figura 2 – Internet das Coisas (IoT)  
Fonte: PHYGITALL, 2017

A IoT surgiu a partir dos avanços de várias áreas, como microeletrônica, telecomunicações, sensoriamento e processamento de sinais, computação em nuvem e sistemas embarcados. Além disso, outras tecnologias, como inteligência artificial, computação cognitiva, *data warehouse* (extração e mineração de dados), são também comumente associadas a aplicações de IoT.



Uma típica aplicação de IoT apresenta uma arquitetura basicamente formada por alguns elementos (ELIZALDE, 2015):

- Os objetos ("*things*"), também conhecidos como "*smart objects*", contém algum tipo de dispositivo (*device*) de *hardware* e um *software* embarcado, e possuem a função de receber estímulos do ambiente, processar esses estímulos, atuar no ambiente, e ainda transmitir ou receber informações remotamente por uma rede.
- Uma plataforma de comunicação, composta por módulos de *hardware*, *software*, protocolos de rede, equipamentos como *gateways* e outros. Sua finalidade é possibilitar a conectividade dos objetos ("*things*").
- Uma plataforma remota, especialmente via *Internet*, e em nuvem (*cloud*), que tem por finalidade realizar a comunicação com os objetos ("*things*") e abrigar as aplicações baseadas nos dados obtidos/enviados a esses objetos.

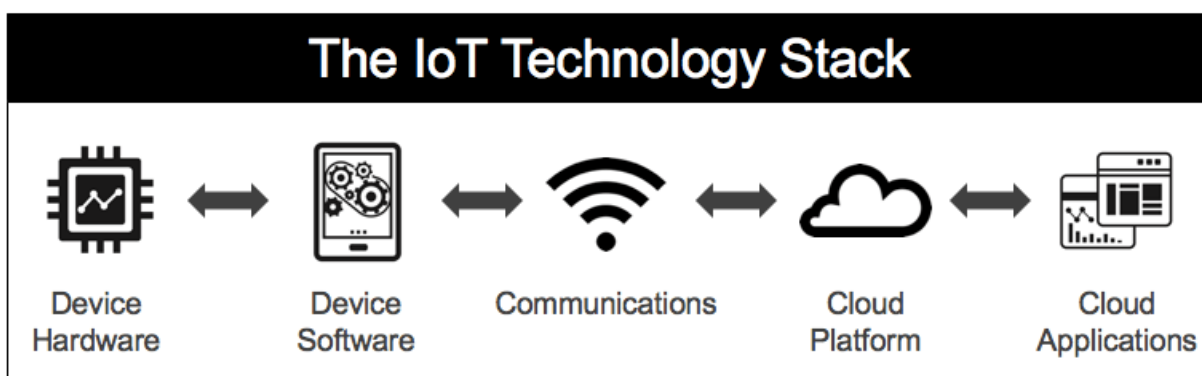


Figura 3 – Arquitetura básica de IoT  
Fonte: ELIZALDE, 2015

Um dispositivo básico usado em IoT é caracterizado por alguns elementos essenciais (BIRON; FOLLETT, 2016):

- Objeto ("*thing*") é onde o dispositivo de *hardware* está incorporado, e define o ambiente onde a aplicação IoT atua.
- Sensores são elementos que transformam estímulos físicos reais (tais como temperatura, velocidade, umidade, etc.) em sinais e grandezas elétricas.
- Atuadores são elementos que transformam sinais elétricos em estímulos físicos reais (como movimento, som, luz, etc.).
- Controlador (ou processador) é um componente eletrônico capaz de processar dados, realizar cálculos, e acionar outros elementos.

- *Software* embarcado (ou *firmware*) é a porção de programa que roda dentro de um processador (ou controlador) em um dispositivo IoT. Ele define cálculos, rotinas de processamento dos dados e toma decisões.
- Conectividade define tanto o módulo eletrônico responsável pela comunicação do dispositivo, bem como as implementações de *software* necessárias para prover essa comunicação (protocolos de rede, etc.).

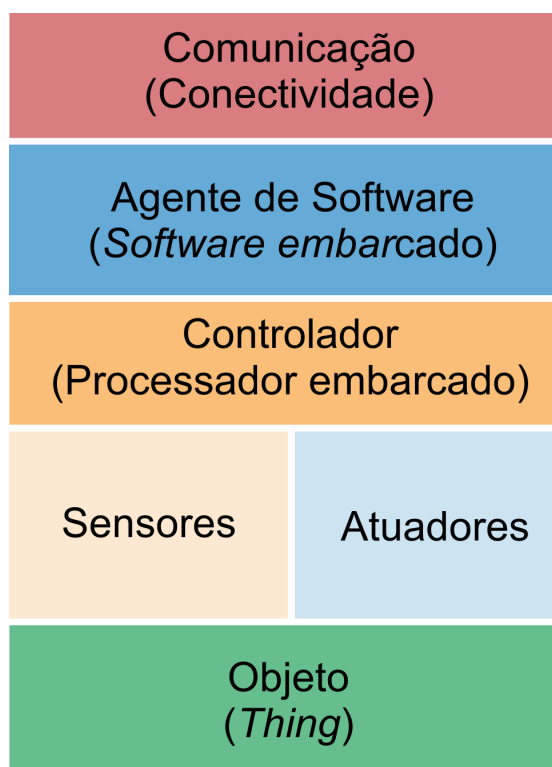


Figura 4 – Modelo de arquitetura de um dispositivo IoT  
Fonte: BIRON; FOLLETT, 2016 (tradução nossa)

De fato, IoT tem recebido bastante atenção tanto da academia quanto da indústria (GARTNER, 2016), devido ao seu potencial de uso nas mais diversas áreas da atividade humana.

Alguns autores (ASHTON, 2009; FORBES, 2014; WANG et al., 2015) apontam que a IoT é a nova revolução da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Sendo assim, a IoT possivelmente deva ser encarada como um meio de alcançar algo maior, como a computação ubíqua (computação presente em todos os lugares, de forma transparente, a serviço da humanidade).

### ***Fiscalização de Trânsito Típica***

Para garantir o cumprimento das leis de trânsito vigentes, e a convivência em harmonia entre os usuários das vias públicas, as autoridades responsáveis pelo Sistema Nacional de Trânsito se utilizam de alguns instrumentos – dentre eles, o de fiscalização e autuação dos infratores (BRASIL, 1997).

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) prevê que um dos responsáveis por manter essa ordem é o Agente da Autoridade de Trânsito (ou simplesmente, “agente de trânsito”), que é “[...] a pessoa credenciada pela autoridade de trânsito para o exercício das atividades de operação, policiamento ostensivo de trânsito ou patrulhamento [...]” (BRASIL, 1997, Anexo I).



Figura 5 – Agente de Trânsito  
Fonte: O DIÁRIO DE MARINGÁ, 2016

A fiscalização – e a possível autuação de infratores – é realizada pelo agente de trânsito (ARAUJO, 2011), que pode utilizar métodos manuais para realizar esse trabalho (observação visual, anotação de número de placa de veículo em prancheta, disparo de avisos sonoros via apito, etc).

No entanto, dado o fluxo de trânsito em grandes cidades, estradas e outras vias, e à enorme quantidade de vias pertencentes a uma jurisdição onde a fiscalização deve atuar, os agentes de trânsito fazem uso da tecnologia para facilitar essa tarefa.

Assim sendo, são aplicadas ferramentas como os conhecidos “radares” e “lombadas eletrônicas”, além de câmeras de vigilância de rua, que recentemente também têm sido usadas para esse propósito.

Um dispositivo conhecido como “radar” tem a finalidade de medir a velocidade de um veículo em determinado ponto de uma via. O agente de trânsito pode então comparar a velocidade medida com a máxima velocidade permitida para o trecho, e assim autuar o condutor que estiver trafegando além desse limite. Um “radar” pode ser basicamente de três tipos: móvel (pistola), móvel (tripé) e fixo.

### **Radar Móvel (Pistola)**

Radar é a sigla em inglês para ‘*Radio Detection And Ranging*’, e é uma tecnologia de detecção de variação de distância por radiofrequência. Os equipamentos de detecção de velocidade tipo “pistola” utilizados na fiscalização de trânsito, usam o chamado “efeito *Doppler*” para realizar essa detecção (DOPPLER RADAR, 2002). O efeito Doppler provoca a deformação das ondas emitidas e refletidas sobre um corpo em movimento, variando então sua frequência conforme a distância em relação ao observador (BRAGA, 2016).



Figura 6 – Radar Móvel “Pistola”  
Fonte: JORNAL NH, 2015



Para realizar a medição de velocidade de um veículo em movimento, o agente de trânsito deve apontar o radar móvel (pistola) em direção ao veículo. O radar então transmite ondas de rádio, que são refletidas pelo objeto em movimento. O sinal então tem sua frequência alterada conforme a velocidade do veículo em questão, e retorna ao receptor do radar. O dispositivo então, calcula a diferença entre as frequências transmitida e recebida, e assim chega ao valor da velocidade de deslocamento do veículo. Se essa velocidade ultrapassar um limite preestabelecido no equipamento, uma fotografia do infrator é obtida a partir de uma câmera disparada pelo próprio radar tipo pistola.

Esse sistema exige que o operador (agente de trânsito) se posicione de forma estratégica, com visão do deslocamento do veículo, e fixando o equipamento radar imóvel em suas mãos. Além disso, só é possível monitorar a velocidade de um veículo por vez.

### **Radar Móvel (Tripé)**

Outro tipo de “radar móvel” é montado em tripés, geralmente próximo a uma viatura ou no acostamento. Serve para realizar fiscalizações em um determinado local fixo, mas por um período de tempo determinado.



Figura 7 – Radar Móvel “Tripé”  
Fonte: G1, 2014

Apesar de também ser um radar móvel, esse equipamento não utiliza a mesma tecnologia do radar tipo pistola. Esse tipo de dispositivo dispara um sinal

de micro-ondas em um ângulo de 20 graus em direção à pista (CARVALHO, 2005). Quando um veículo passa pela área coberta, o sinal é interrompido brevemente. O tempo de interrupção é usado pelo aparelho para calcular a velocidade. Assim como no radar tipo pistola, se a velocidade medida for maior que um limite programado, a câmera integrada ao equipamento dispara automaticamente, e tira uma fotografia do infrator. É possível monitorar simultaneamente até três faixas de uma via, entretanto esse tipo de equipamento só consegue fotografar um veículo por vez.

### **Radar Fixo (Lombada Eletrônica)**

O “radar” fixo, também conhecido como “lombada eletrônica” é um dispositivo instalado na lateral da via, ou estrategicamente posicionado em um viaduto sobre a via, e associado a um conjunto de sensores instalados na pista.

Seu objetivo é semelhante aos demais tipos de “radar”, ou seja, realizar a medição de velocidade de veículos trafegando em um determinado trecho da via. De igual forma, ao detectar algum veículo cuja velocidade ultrapasse o limite estabelecido, esse dispositivo dispara uma câmera para fotografar o infrator (RIO DE JANEIRO, 2011).



Figura 8 – “Radares” Fixos (Detectores de Velocidade)  
Fonte: VOTUNews, 2014; A Tarde, 2014

O funcionamento básico de um detector de velocidade é o seguinte: na pista há um conjunto de sensores eletromagnéticos, normalmente composto por dois ou três elementos. Esse tipo de sensor emite continuamente um campo

eletromagnético, que é interrompido pela passagem de um veículo. Quando há interrupção do campo no primeiro sensor, um processador realiza uma contagem de tempo. Quando o veículo passa pelo segundo sensor, o tempo decorrido é registrado. Como o processador conhece de antemão a distância entre os dois sensores, é fácil calcular a velocidade baseado nesses dois parâmetros (distância/tempo). Em muitos detectores de velocidade há um terceiro sensor instalado, com o objetivo de realizar uma confirmação da medida.

Em alguns desses detectores, há também um *display* (painel numérico), onde a velocidade medida pelo equipamento é exibida ao condutor do veículo.

Além de registrar através de fotografia um veículo infrator, que esteja trafegando pelo trecho em velocidade acima do permitido, esse tipo de equipamento também faz o envio dessas informações (fotografia, velocidade, data/hora e local) para uma central, tipicamente via um *modem* celular, usando criptografia de dados para garantir a privacidade. Isso caracteriza esse tipo de “radar” como uma aplicação típica de IoT (Internet das Coisas), possuindo seus elementos (BIRON; FOLLETT, 2016): o objeto (“radar de trânsito”), os sensores (detectores de passagem de veículos), os atuadores (câmera fotográfica, *display* de velocidade), o processador com *software* embarcado (unidade de cálculo, controle e criptografia), e a conectividade (*modem*).

### ***Sistema de Notificação Eletrônica (SNE) do Serpro***

O Sistema de Notificação Eletrônica (SNE) é uma solução desenvolvida pelo Serpro para o Denatran (Departamento Nacional de Trânsito), e que oferece aos cidadãos o recebimento de notificações relacionadas a seus veículos, de forma eletrônica, especialmente através de um aplicativo *mobile*, e no caso de notificações de autuação, um desconto para pagamento (SERPRO, 2016).

Com o SNE, o cidadão pode obter notificações sobre o veículo a qualquer momento ou lugar, e ainda aproveitar descontos para pagamento de multas decorrentes de autuações.

Já o órgão autuador, que compõe o Sistema Nacional de Trânsito, se beneficia de economia no envio de notificações (eletrônicas, em vez de papel), e também da arrecadação, já que o desconto oferecido no pagamento de multas evita inadimplência e entrada com recurso.



Figura 9 – Sistema de Notificação Eletrônica (SNE)  
Fonte: SERPRO, 2016

Atualmente, o SNE notifica os cidadãos apenas quanto a autuações de infrações de trânsito, que são dados constantes no sistema Renainf (Registro Nacional de Infrações de Trânsito). No entanto, o *roadmap* do SNE prevê futuramente notificar os cidadãos a respeito de *recall*, roubo e furto de veículos, vencimento de documentação (como a Carteira Nacional de Habilitação – CNH), e outras notificações (SERPRO, 2016).

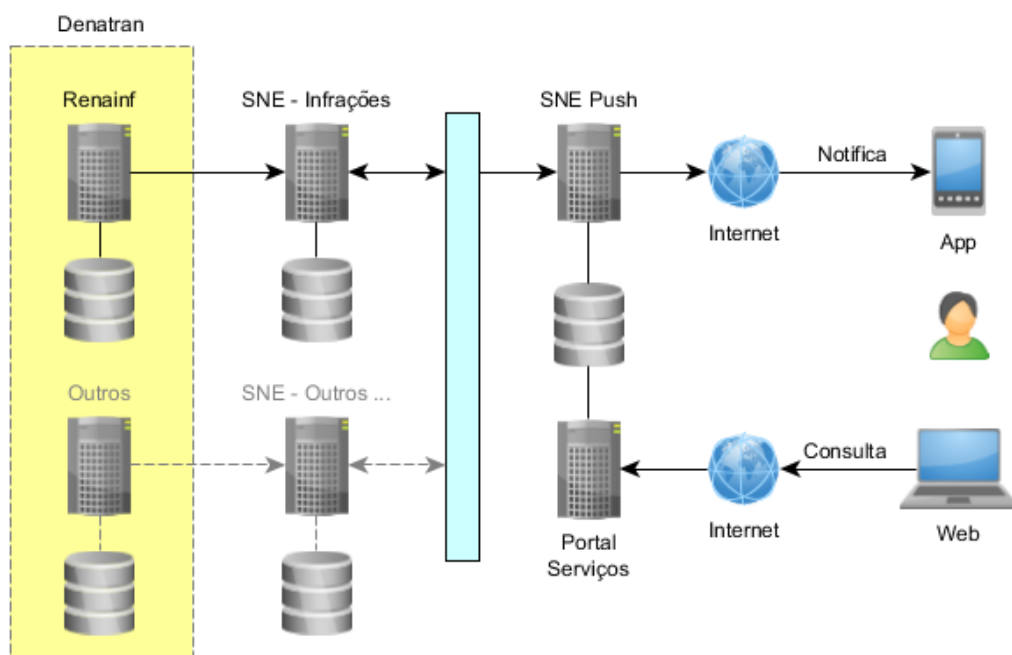


Figura 10 – Arquitetura simplificada do SNE  
Fonte: Elaboração nossa (2017)



## Sistema Radar do Serpro

O Radar é um sistema desenvolvido pelo Serpro, destinado a agentes e órgãos de trânsito, e que oferece agilidade, segurança, eficiência e transparência na gestão de processos administrativos de trânsito, desde a autuação de um veículo infrator, despacho de notificação ao condutor, acompanhamento do julgamento de recursos de multas, e controle dos repasses financeiros oriundos dos pagamentos das multas de trânsito (SERPRO, 2017).

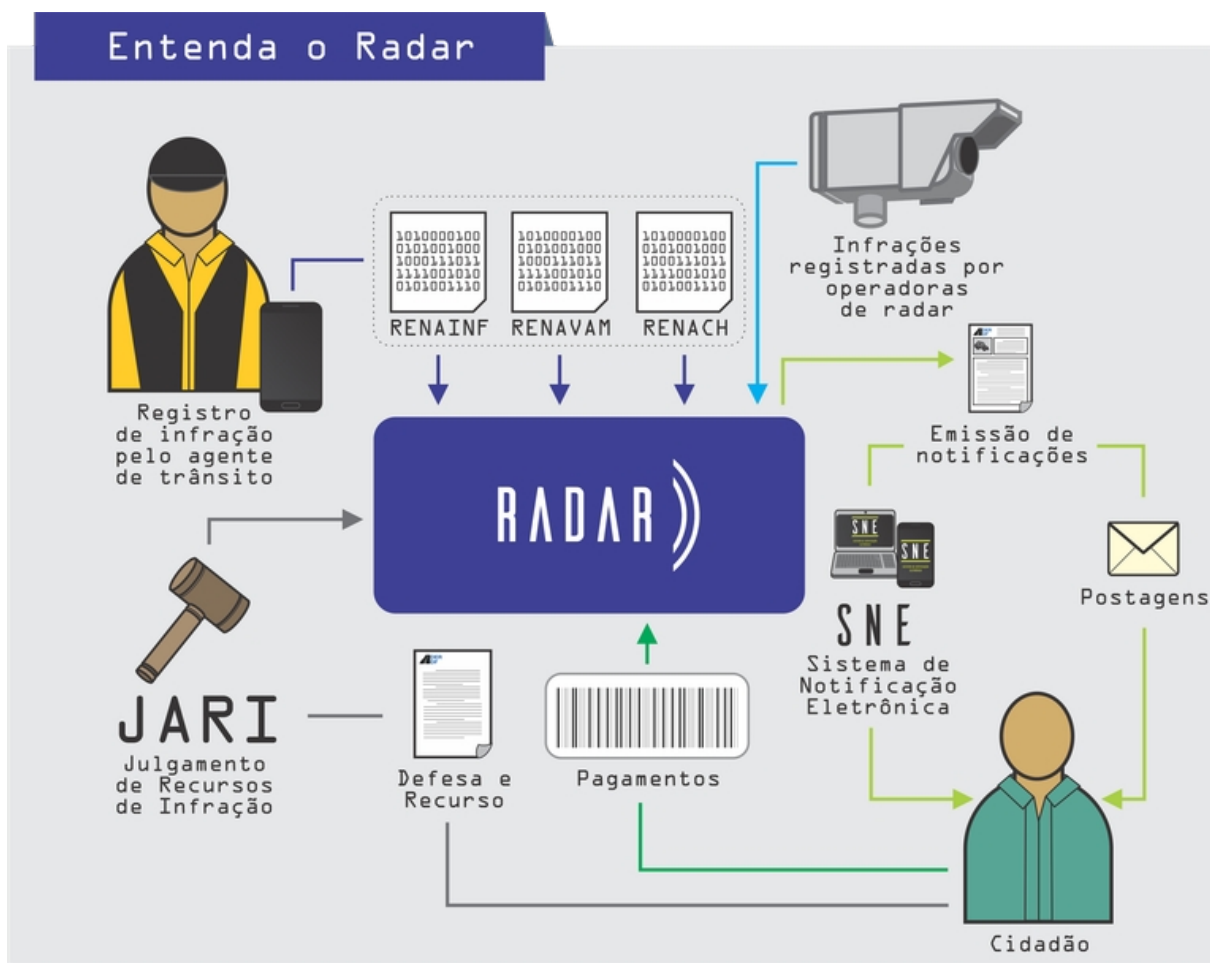


Figura 11 – Funcionamento do Sistema Radar  
Fonte: SERPRO, 2017

As infrações podem ser registradas tanto por agentes de trânsito, através de um sistema próprio do Radar na *web* ou via dispositivo móvel (aplicativo em *smartphone* ou *tablet*), como também ser recebidas das operadoras de “radar” (que administram os equipamentos de medição de velocidade e sensores nas vias).

Além de concentrar as infrações de trânsito, o Radar integra várias bases de dados nacionais do Denatran, como o Registro Nacional de Infrações de Trânsito (Renainf), Registro Nacional de Condutores Habilitados (Renach) e Registro Nacional de Veículos Automotores (Renavam). Os recursos de multas também são acompanhados, bem como os resultados dos julgamentos realizados pelas Juntas Administrativas de Recursos de Infrações (Jari), e as defesas encaminhadas pelos condutores (SERPRO, 2017).

Quanto às notificações, o Radar permite as impressões e a gestão das postagens aos infratores, ou ainda, a integração com o SNE (Sistema de Notificação Eletrônica), que dispensa o uso de papel e ainda oferece benefícios ao condutor e ao órgão autuador.

Ao cidadão, o sistema Radar oferece alguns serviços, através da *web*, tais como: impressão da segunda via das notificações de autuação, visualização das imagens de infrações registradas pelas operadoras de “radar”, além do acompanhamento do andamento de processos de recursos contra a autuação.

No *roadmap* do sistema Radar, está prevista a inclusão de funcionalidades que permitirão ao agente de trânsito fazer o registro de boletins de ocorrência de acidentes, e também realizar solicitações de apoio, como pedido de guinchos (SERPRO, 2017).

## ***Gameificação***

Gameificação (ou “gamificação”, ou ainda “ludificação”) tem origem no termo em inglês *gamification*, e se refere ao uso de elementos ou mecanismos comumente encontrados em jogos (*games*), orientando-os para contextos reais, e que não são jogos, com o objetivo de influenciar o comportamento das pessoas, despertando engajamento, participação, experiência, compreensão, e outros fatores motivacionais (SCHACHT; MORANA; MAEDCHE, 2014; SHAHRI et al., 2014; FABRICATORE; LÓPEZ, 2014; BUNCHBALL, 2010).



Figura 12 – Gameificação e Motivação  
Fonte: GAZEL, 2016

## Aplicabilidade

Aplicar elementos de jogo em um processo de trabalho ou cotidiano da vida real, com o objetivo de influenciar comportamento, implica em desenvolver regras, através de um planejamento. Mas, assim como num jogo, o envolvimento do participante deve ser voluntário – jogar é aceitar voluntariamente todas as regras (BUNCHBALL, 2010).

A gameificação é aplicável e eficaz principalmente em três grandes categorias de processos (WERBACH, 2015):

- **Gameificação externa:** principalmente usada em empresas que desejam atingir consumidores. Esse tipo de abordagem influencia o comportamento de potenciais clientes através de *marketing*, ou no contexto de vendas.
- **Gameificação interna:** situações como aumento de produtividade, estreitamento de laços de equipe, disseminação interna de conhecimento e outras, são áreas potenciais de aplicação de gameificação por parte de gestores de recursos humanos dentro de várias empresas.
- **Mudança comportamental:** casos onde determinadas atividades não são bem compreendidas, ou não têm sua importância reconhecida, podem fazer uso da gameificação para gerar motivação, e assim, ajudar as pessoas a superar eventuais obstáculos. A proposta deste trabalho está baseada nessa abordagem.

## Psicologia Motivacional

Motivação já foi conceituada como “energização e direção do comportamento humano” (REEVE; ISEN, 2005, tradução nossa), e é um dos temas estudados através da psicologia. Ainda segundo Reeve e Isen (2005), a motivação significa ter energia para se mover, ter um impulso para agir ou fazer algo. Pessoas sem essa energia ou vontade, são consideradas desmotivadas.

Ainda segundo estudos dentro da psicologia, a motivação não é tão simples assim. Pessoas são motivadas em intensidades e formas diferentes, e para diferentes atividades dentro de seu cotidiano.

Os estudos conduzidos por Burrhus F. Skinner (SKINNER, 1974), inauguram um segmento da psicologia chamado de “behaviorismo radical”, e são importantes para entender a motivação como um dos principais comportamentos humanos.

Um dos experimentos mais conhecidos de Skinner, e que deu origem a chamada “teoria do condicionamento operante”, é a “Caixa de Skinner”.

Esse experimento funcionava basicamente da seguinte maneira: um animal (por exemplo, um rato de laboratório) era colocado na caixa, equipada com uma alavanca e um alimentador de animais. Quando o animal acionava a alavanca, era recompensado com o alimento.

Skinner então, estimulava a cobaia de maneiras diferentes, verificando seu comportamento. Assim, foi possível observar que diferentes estímulos modelavam o comportamento do animal. Por exemplo, notou que se aleatoriamente o alimentador fosse liberado, a cobaia se desmotivava após muitas tentativas de acionar a alavanca sem sucesso. Por outro lado, se num intervalo periódico o alimentador fosse liberado (por exemplo, no máximo a cada dez acionamentos da alavanca), o animal se sentia estimulado e animado a continuar acionando a alavanca repetidamente, mesmo que nas outras nove vezes não tivesse sucesso (SKINNER, 1974).

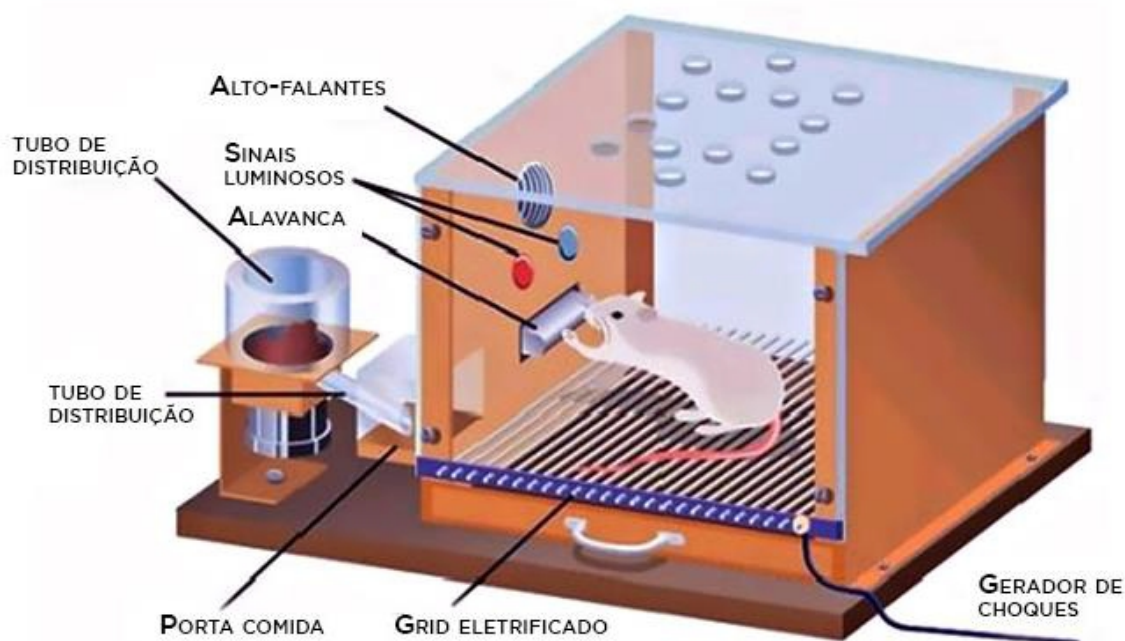


Figura 13 – Caixa de Skinner  
Fonte: BEHAVIORISMO DIREITO, 2015

A motivação gerada por recompensa, assim como demonstrada pela “Caixa de Skinner”, é conhecida como motivação extrínseca, pois é provocada por um estímulo externo. Por outro lado, quando a causa está internalizada pela pessoa (consciência, cidadania, altruísmo, solidariedade, etc.), a motivação é intrínseca.

A proposta apresentada por este trabalho visa gerar alguma motivação extrínseca, baseada em recompensa, nos indivíduos cuja motivação intrínseca (consciência internalizada) não esteja presente.

### Elementos de Gameificação

Os elementos de um jogo que podem ser aplicados à gameificação são categorizados por Werbach e Hunter (2012) em três principais grupos: dinâmicas, mecânicas e componentes.



Figura 14 – Elementos de Gameificação  
Fonte: WERBACH; HUNTER, 2012 (tradução nossa)

**Dinâmicas:** são os elementos mais abstratos e de alto nível de um sistema gameificado. São as seguintes:

- **Narrativa:** sequência ou fluxo de ações.
- **Emoções:** sentimentos humanos estimulados através da participação.
- **Restrições:** limites nas ações ou decisões permitidas.
- **Progresso:** sensação de evolução.
- **Relacionamento:** interação com outros participantes.

**Mecânicas:** são as formas de implementar as dinâmicas, e que fazem o participante agir e avançar. São elas:

- **Desafios:** são tarefas que exigem esforço, no sentido de tempo, habilidade ou criatividade. Produzem motivação.
- **Aleatoriedade:** fator sorte, que aproxima o sistema gameficado do mundo real, onde imprevistos acontecem. Deve ser dosada para evitar desmotivação.
- **Competição:** fator comparativo entre os participantes, que pode estimular a motivação.
- **Cooperação:** acrescenta a necessidade de trabalho em conjunto para desempenhar uma tarefa. Desperta a socialização e a interação em grupo.
- **Feedback:** indica ao participante o seu progresso.
- **Aquisição de itens:** mecanismo de premiação usando recursos úteis para a realização de tarefas subsequentes.
- **Recompensa:** benefício concedido ao participante como mérito por uma conquista.
- **Transações:** mecanismos que possibilitam trocas ou negociação de itens entre os participantes.
- **Turnos:** possibilitam coordenar a participação de cada pessoa por vez (participação assíncrona).
- **Vitórias:** resultados positivos dados aos participantes que concluíram satisfatoriamente os desafios propostos.

**Componentes:** são a materialização das dinâmicas, as peças que compõem as mecânicas. Através deles, os participantes interagem com o ambiente gameficado. Werbach e Hunter (2012) definem os seguintes:

- **Missões (*quests*):** são desafios predefinidos, com objetivos claros e uma recompensa definida. Proporcionam emoções durante seu progresso, e podem ser usadas para compor uma narrativa.
- **Conquistas (*achievements*):** podem ser marcos da conclusão de missões. Implementam mecânicas de *feedback* e vitória, e proporcionam a sensação de progresso.
- **Medalhas (*badges*):** São representações visuais das conquistas, fazem parte da mecânica de aquisição de itens, mas não devem ser ligadas às transações, para que assim motivem os participantes a encarar os desafios de conquistá-las.
- **Pontuação:** representação numérica do progresso do participante, fornece *feedback*, e pode ser usada como recompensa.

- **Níveis:** os níveis identificam o progresso, e geralmente estão ligados ao componente de pontuação. Podem substituir medalhas, pois representam a reputação e/ou habilidade corrente dos participantes.
- **Rankings (*leaderboards*):** fornecem *feedback* de pontuação ou nível dos participantes, estimulam a competição e o relacionamento indireto, e também são fator motivacional.
- **Combates:** confrontos diretos planejados entre os participantes, estimulando a competição e o desafio.
- **“Chefões” de fase (*boss fights*):** são desafios difíceis de superar, que geralmente marcam a conclusão de uma fase ou etapa, e produzem sensação de progresso e conquista.
- **Avatares:** representações visuais do participante, fornecem *feedback*, podem estar ligados à aquisição de itens, como por exemplo a possibilidade de personalização ampliada por conquistas ao longo do progresso, e provocam emoções (empatia).
- **Conteúdo exclusivo (*content unlocking*):** missões ou fases extras, desbloqueadas através de conquistas ao longo do progresso. Pode substituir ou complementar componentes como níveis ou medalhas.
- **Bens virtuais:** itens não reais, que podem ser úteis ou não durante o progresso. Implementação das mecânicas de aquisição de itens e de transações.
- **Presentes:** mecânica de transações implementada de modo a um participante contribuir com outro, através da transferência gratuita de alguns de seus bens virtuais. Estimula a colaboração.
- **Gráfico social:** componente que permite a um participante visualizar sua rede de amigos, possibilitando a interação.
- **Times:** componente que permite agrupamentos de participantes com objetivos comuns. Incentiva a colaboração, interação e socialização, bem como serve de fator motivacional para participação.
- **Coleções:** agrupamentos de bens virtuais ou conquistas (medalhas, por exemplo).



## Proposta: Trânsito Cidadão

A proposta é estimular o cidadão a cumprir as leis de trânsito, em especial obedecer aos limites de velocidade, utilizando como motivação a possibilidade de se receber uma recompensa (WERBACH; HUNTER, 2012).

A figura 15 demonstra a arquitetura básica da ideia, que une princípios de psicologia motivacional, gameificação, IoT, integração de sistemas e infraestrutura de fiscalização de trânsito já existentes.

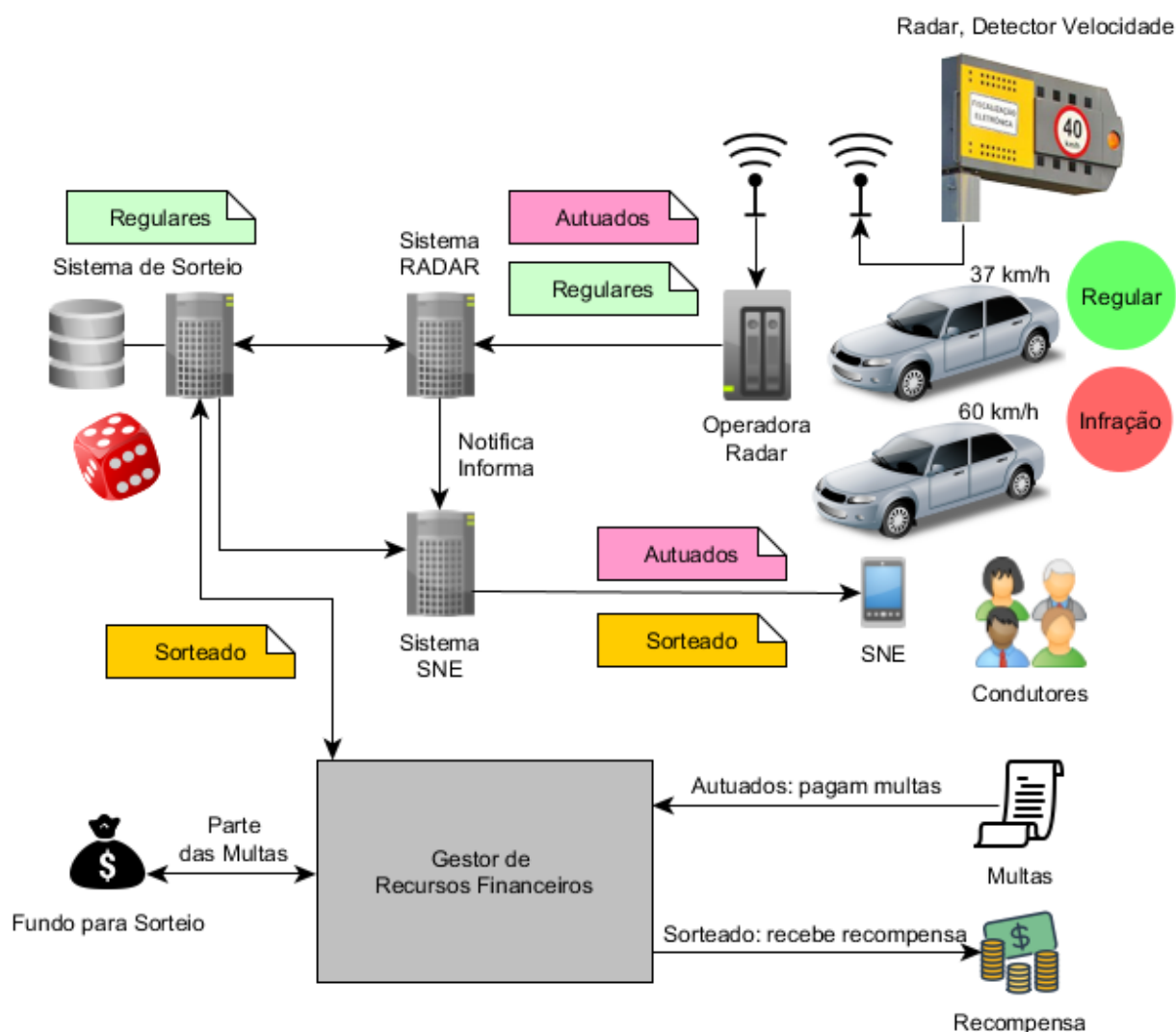


Figura 15 – Proposta “Trânsito Cidadão”

Fonte: Elaboração nossa (2017)

Os “radares” fixos (detectores de velocidade) existentes, hoje são programados para fotografar somente as placas de veículos que cometem infrações. A ideia é permitir que esses equipamentos fotografem todos os veículos que passam pelo trecho, identificando quais os são “infratores” e quais



os “regulares” (velocidade dentro do limite). Essas informações seguem para as “operadoras de radar” existentes, na mesma arquitetura de IoT atuante hoje.

Num possível cenário de integração com o Sistema Radar do Serpro, essas informações são gerenciadas e centralizadas por esse sistema. A proposta é que as informações de veículos regulares para determinado trecho/data/hora monitorado por um equipamento radar sejam repassadas para tratamento em um “Sistema de Sorteio”. Desta forma, um conjunto de veículos poderá concorrer a um sorteio, específico para um determinado radar, ou para um grupo deles (trecho, bairro, cidade, etc.), em um determinado período (diário, semanal, mensal, por exemplo). Esses critérios podem ser definidos por um gestor de políticas públicas na área de trânsito, de acordo com a realidade local, ou da sua jurisdição.

O sorteio resulta em uma recompensa: premiar um ou mais condutores que não cometeram infrações naquele(s) trecho(s) em um determinado período. Essa recompensa em dinheiro serve como fator motivador para que outros condutores deixem de cometer infrações, e assim possam também concorrer no sorteio – motivação extrínseca, de acordo com a teoria do condicionamento operante de Skinner (1974).

No caso do Sistema SNE do Serpro estar integrado (como demonstrado na figura 15), os condutores sorteados podem ser notificados pelo aplicativo, de forma eletrônica, dispensando o envio de correspondências.

O valor do prêmio, resultado do sorteio, pode ser composto por um fundo criado especialmente para esse fim, através da destinação de uma parte do valor obtido com os pagamentos de multas oriundas de autuações naquele trecho, ou por aquele equipamento radar (ou conjunto deles, conforme os critérios definidos pelo gestor). Dessa forma, quanto mais granular (por radar), menor o número de participantes do sorteio, menor o valor a ser sorteado, e maiores as chances de um condutor ser premiado. Por outro lado, quanto mais radares e trechos forem agrupados em um mesmo sorteio, maior o número de participantes, maior o valor, e menores as chances de premiação a um condutor específico.

A destinação para os sorteios a partir dos recursos obtidos com os pagamentos de multas também traz ao órgão gestor um caráter de transparência de emprego de recursos públicos. Assim, os cidadãos sabem que ao pagar multas decorrentes de suas infrações, estão contribuindo para premiar aqueles que não cometem infrações, colaborando assim para um trânsito mais seguro.

## Conclusões

Este trabalho apresentou uma proposta baseada em tecnologias e sistemas já existentes, e em conceitos técnicos conhecidos e já consagrados dentro do Serpro – e de seus clientes da área de trânsito – o que torna possível sua aplicação.

No entanto, o maior desafio a ser vencido está exatamente na mudança comportamental do cidadão, em estimular sua motivação em cumprir as leis de trânsito, em prol do bem-estar coletivo.

A diminuição do número de acidentes de trânsito provocados por imprudência, especialmente pelo excesso de velocidade, depende diretamente do engajamento dos cidadãos nessa causa.

Sendo assim, a proposta demonstrada oferece uma alternativa viável, fundamentada em conceitos de gameificação e psicologia motivacional, com o objetivo de aumentar esse engajamento, e assim estimular os cidadãos a cumprir as leis de trânsito vigentes.

E por fim, mais do que um estímulo à motivação, esta proposta também permite aos órgãos de trânsito aperfeiçoar suas ações educacionais, e ampliar sua confiança por parte do cidadão, através da melhoria da imagem institucional produzida pela transparência, pela justa destinação dos recursos públicos, em benefício do próprio cidadão.

## Referências

ARAÚJO, A. **O Direito e o Estado como Estruturas e Sistemas**. Belo Horizonte: Clube de Autores, 2013.

ARAUJO, J. M. **Artigo 22 – Manual Brasileiro de Fiscalização de Trânsito**. Comentários do CTB por Julyver Modesto de Araujo. São Paulo: Perkons, 2011. Disponível em: <<http://www.ctbdigital.com.br/?p=InfosArtigos&Registro=5>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

ASHTON, K. **That ‘Internet of Things’ Thing**. [ S.I.]: RFID Journal, 2009.

A TARDE. Salvador e Região Metropolitana. **Vias da capital baiana vão ganhar 50 novos radares**. 2014. Disponível em: <<http://atarde.uol.com.br/bahia/salvador/noticias/vias-da-capital-baiana-vao-ganhar-50-novos-radares-1601630>>. Acesso em: 14 jul. 2017.

BAGINSKI, L. E. **Sistema de cadastro e análise de acidentes de trânsito**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1995.

BEHAVIORISMO DIREITO. **Skinner e a Descoberta do Comportamento Operante**. 2015. Disponível em: <<http://behaviorismodireito.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 27 jul. 2017.

BIRON, J.; FOLLETT, J. **The edge of the IoT: As the Internet of Things grows ever larger, data analysis and decision-making will have to localize – shifting from the cloud to the edge**. [ S.I.]: O’Reilly Media, 2016. Disponível em: <<https://www.oreilly.com/ideas/the-edge-of-the-iot>>. Acesso em: 18 jul. 2017.

BRAGA, N. C. **Eletrônica Automotiva**. 2. ed. São Paulo: NCB, 2016.

BRASIL. **Código de Trânsito Brasileiro**. Lei Nº 9.503, de 23 de Setembro de 1997 que institui o Código de Trânsito Brasileiro. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9503.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9503.htm)>. Acesso em: 11 jun. 2017.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). **Resolução No 214 de 13 de Novembro de 2006**. Altera o art. 3º e o Anexo I, acrescenta o art. 5ºA e o Anexo IV na Resolução CONTRAN no 146/03 e dá outras providências. Ministério das Cidades. Brasília: 2006.

BRASIL. Departamento Nacional de Trânsito (Denatran). **Manual Brasileiro de Fiscalização de Trânsito**. Volume I – Competência municipal, incluindo as concorrentes dos órgãos e entidades estaduais de trânsito e rodoviários. Aprovado pelo CONTRAN na Resolução Nº 371, de 10 de Dezembro de 2010. Brasília: 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Morbidade Hospitalar do SUS por Causas Externas por local de residência**. DATASUS (Sistema de Informações Hospitalares do SUS). 2016. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/fruf.def>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

BUNCHBALL. **Gamification 101**: an introduction to the use of game dynamics to influence behavior. 2010. Disponível em: <<http://www.bunchball.com/gamification101>>. Acesso em: 26 jul. 2017.

CARVALHO, R. P. **Micro-ondas**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2005.

CISCO. **Internet of Everything FAQ**. [ 2014]. Disponível em: <<http://ioeassessment.cisco.com/learn/ioe-faq>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

COTRIN, L. **Violência no trânsito**: Acidentes. Convivência no Trânsito. 2014. Disponível em: <<http://convivencianotransito.blogspot.com.br/2014/05/pessoas-morrem-todos-os-dias-no-transito.html>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

DOPPLER RADAR. **The American Heritage® Science Dictionary**. Boston: Houghton Mifflin Company, 2002. Disponível em: <<http://www.dictionary.com/browse/doppler-radar>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

ELIZALDE, D. **Internet of Things**: A Primer for Product Managers. 2015. Disponível em: <<https://techproductmanagement.com/iot-primer/>>. Acesso em: 19 jul. 2017.

FABRICATORE, C.; LÓPEZ, X. **Using Gameplay Patterns to Gamify Learning Experiences**. Proceedings Of The European Conference On Games-based Learning. p. 110 – 117. 2014.

FERRAZ, A. C.; RAIA JÚNIOR, A. A; BEZERRA, B. S. **Segurança no Trânsito**. Ribeirão Preto: São Francisco, 2008.

FORBES. **Internet of Things By The Numbers: Market Estimates And Forecasts**. 2014. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/gilpress/2014/08/22/internet-of-things-by-the-numbers-market-estimates-and-forecasts/#2cc6f172b919>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

G1. **Radares estáticos passam a medir velocidade em ruas de Curitiba**. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pr/parana/transito/noticia/2014/10/radares-estaticos-passam-medir-velocidade-em-ruas-de-curitiba.html>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

GAZEL, R. **A gameificação para motivar o funcionário**. Minas Inova. 2016. Disponível em: <<http://minasinova.com.br/gameficacao-para-motivar-o-funcionario/>>. Acesso em: 27 jul. 2017.

GARTNER. **Gartner's 2016 Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies the Computing Innovations That Organizations Should Monitor**. 2016. Disponível em: <<http://www.gartner.com/newsroom/id/3412017>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

GÓES, J. R. **Métodos de Identificação e Seleção de Locais de Alto Risco de Acidentes de Trânsito: Estudo e Recomendações para Aplicação em Cidades Brasileiras**. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Centro de Ciências e Tecnologia. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1983.

HOFFMANN, M. H.; CRUZ, R. M.; ALCHIERI, J. C. **Comportamento humano no trânsito**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2003.

HONORATO, C. M. **O trânsito em condições seguras**. Campinas: Millennium, 2009.

JORNAL NH. Novo Hamburgo e Região. **Radar móvel da guarda já aplicou quase 4 mil multas em Novo Hamburgo**. 2015. Disponível em: <[http://www.jornalnh.com.br/\\_conteudo/2015/12/noticias/regiao/256824-radar-movel-da-guarda-ja-aplicou-quase-4-mil-multas-em-novo-hamburgo.html](http://www.jornalnh.com.br/_conteudo/2015/12/noticias/regiao/256824-radar-movel-da-guarda-ja-aplicou-quase-4-mil-multas-em-novo-hamburgo.html)>. Acesso em: 10 jul. 2017.

MATTERN, F.; FLOERKEMEIER, C. **From the Internet of Computers to the Internet of Things**. Zurich: Institute for Pervasive Computing, 2010.

MCGONIGAL, J. **Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change The World**. Nova Iorque: The Penguin Press, 2012.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2005.

MORFORD, Z. H. et al. **Gamification at Work: The Intersection between Behavior Analysis and Game Design Technologies**. Association For Behavior Analysis International 2014, p. 27 – 40. 2014.

O DIÁRIO DE MARINGÁ. **Excesso de Velocidade Lidera Ranking de Infrações no Paraná**. 2016. Disponível em: <<http://maringa.odiario.com/parana/2016/02/excesso-de-velocidade-lidera-ranking-de-infracoes-no-parana/2076138/>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

ONSV. **Iris: O portal de estatísticas do Observatório**. Observatório Nacional de Segurança Viária. 2016. Disponível em: <<http://iris.onsv.org.br/iris-beta/#/stats/maps>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

PHYGITALL. **Internet das coisas conceito em 2 minutos**. 2017. Disponível em: <<http://www.phygitall.com.br/2017/03/24/internet-das-coisas-conceito-2-minutos/>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

REEVE, J.; ISEN, A. M. **The influence of positive affect on intrinsic and extrinsic motivation: Facilitating enjoyment of play, responsible work behavior, and self-control**. 2005. Motivation and Emotion, v. 29, n. 4. Nova Iorque: Springer Science, 2005. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.469.3320&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2017.

RIO DE JANEIRO. Departamento de Estradas e Rodagem (DER). **Localização de Radares e Lombadas**. 2011. Disponível em: <[http://www.der.rj.gov.br/lombadas\\_radares.asp](http://www.der.rj.gov.br/lombadas_radares.asp)>. Acesso em: 18 jul. 2017.

SCHACHT, S.; MORANA, S.; MAEDCHE, A. **The Project World – Gamification in Project Knowledge Management**. Israel, 2014.

SERPRO. **Infrações de ponta a ponta e na palma da mão**. Revista Tema. Brasília, 2017. Edição 237, mar. 2017. Disponível em: <<https://intra.serpro.gov.br/tema/noticias-tema/infracoes-de-ponta-a-ponta-e-na-palma-da-mao>>. Acesso em: 25 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. **Sistema de Notificação Eletrônica**. [ 2016]. Disponível em:  
<<https://servicos.serpro.gov.br/sne/>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

SHAHRI, A. et al. **Towards a Code of Ethics for Gamification at Enterprise**. Lecture Notes. In Business Information Processing. Manchester, p. 235 – 245. 2014.

SKINNER, B. F. **Sobre o Behaviorismo**. São Paulo: Cultrix, 1974.

TANENBAUM, A.; WETHERALL, D. **Computer Networks**. 5. ed. [ S.l.]: Pearson Prentice Hall, 2011.

VOTUNEWS. Notícias de Votuporanga e Região. **DER Adia Início da Fiscalização com Radares Fixos na Euclides da Cunha**. 2014. Disponível em:  
<<http://www.votunews.com.br/?p=59360>>. Acesso em: 14 jul. 2017.

WANG, F. et al. **A Survey from the Perspective of Evolutionary Process in the Internet of Things**. [ S.l.]: International Journal of Distributed Sensor Networks, 2015.

WERBACH, Kevin. **Gamification**. Wharton University of Pennsylvania. 2015.  
Disponível em: <<https://class.coursera.org/gamification-004/>>. Acesso em: 26 jul. 2017.

\_\_\_\_\_; HUNTER, D. **For the win**. Filadélfia: Wharton Digital Press, 2012.

ZOTTI, A. I. **Engajamento de Gestores Públicos e Cidadãos Através de uma Métrica Baseada em Elementos de Gamificação**. 2014. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.