



XIX ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR
Blumenau - SC - Brasil

TECNOLOGIAS DE URBANIZAÇÃO SUSTENTÁVEL: APERFEIÇOAMENTO DE DISPOSITIVOS EM ESPAÇOS AUTOPRODUZIDOS

Anna Laura Trindade (Pontifícia Universidade Católica de Minas) - trindadeannalaura@gmail.com
Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela PUC Minas/Coração Eucarístico. Extensionista do Projeto de Extensão TUS

Viviane Zerlotini da Silva (Pontifícia Universidade Católica de Minas) - zerlotini@pucminas.br
Professora adjunta do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da PUC Minas. Pós-doutoranda em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Doutora em Arquitetura e Urbanismo p

TECNOLOGIAS DE URBANIZAÇÃO SUSTENTÁVEL¹ aperfeiçoamento de dispositivos em espaços autoproduzidos

INTRODUÇÃO

Esse artigo apresenta o levantamento de critérios e valores que moradores de ocupações urbanas e técnicos especialistas levam em consideração no momento de implantar e operar Tecnologias de Urbanização Sustentável² (TUS). Consideramos sistemas de urbanização sustentável a gestão da água e dos resíduos realizada pelos moradores, com assessoria técnica. A reflexão, exposta neste texto, parte de uma atuação conjunta dos núcleos de pesquisa e extensão, (co)executores desse projeto³, em territórios autoproduzidos. Ela se dá a partir da ideia de que moradores lidam diretamente com redução de impactos ambientais e com a autogestão desses impactos no território em que são produzidos.

O trabalho de assessoria técnica contou com o levantamento de práticas de cuidados dos moradores, em uma microbacia hidrográfica, em paralelo ao levantamento de corpos d'água, áreas verdes e áreas degradadas. Quais critérios os moradores consideram no momento da implantação e da operação de uma tecnologia? Quais as dificuldades e conflitos enfrentados pelos moradores, técnicos, especialistas e estudantes durante a assessoria técnica? Acredita-se que o reconhecimento desses aspectos pode contribuir para o aperfeiçoamento e desenvolvimento de TUS, presentes no território autoproduzido.

A sistematização dos diários de campo dos técnicos e das falas de

¹ Artigo escrito a partir do Projeto de Pesquisa PIBIC Edital nº 034/2019, coordenado por xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx e realizado pela bolsista de iniciação científica xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx, com recursos do CNPq no ano de 2019.

² Tecnologia de Urbanização Sustentável (TUS) designa uma linha de ação que se originou das atividades extensionistas do grupo de ensino, pesquisa e extensão Produção do Espaço Urbano nos brasis (PEU), a partir das demandas dos autoprodutores do espaço, assessorados pelo PEU. Essa linha foi inaugurada pelos então professores do curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC Minas, Margarete Maria de Araújo Silva (Leta), em suas práticas extensionistas na disciplina Planejamento Ambiental Urbano, e Rogério Palhares, em pesquisa denominada "Alternativas Tecnológicas para Elementos de Mesoestrutura Urbana para Assentamentos Informais" (FIP 2004/48). A partir de 2016, principalmente dentro do projeto de extensão "Assessoria Técnica às Ocupações Urbanas: sistemas de mesoestrutura urbana" (PROEX 10904 – 1S), o grupo PEU avançou na experimentação dessas tecnologias nos territórios autoproduzidos. O professor Eduardo Bittencourt e a técnica Caroline Rocha deram continuidade aos trabalhos com atividades de extensão no laboratório Canteiro *em* Obras e em pesquisa intitulada "ESPAÇO OCUPADO: possibilidades de urbanização em assentamentos informais a partir da morfologia urbana já constituída" (PROBIC 2018).

³ Da relação estabelecida entre os núcleos de extensão e pesquisa envolvidos: o Escritório de Integração (EI), da Pontifícia Universidade Católica (PUC-MG), o Núcleo Alter-Nativas de Produção da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e o Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA) da UFMG com as famílias que habitam uma ocupação urbana localizada na região metropolitana de Belo Horizonte, desenvolveu-se essa proposta de colaboração técnica e acadêmica. No ano que este projeto foi executado, o EI era coordenado pelo grupo PEU nos brasis.

moradores, registradas em 03 visitas técnicas⁴, foi realizada segundo as proposições da etapa de codificação, como previsto na *Grounded Theory*, metodologia de pesquisa fundamentada em dados.

A implantação de TUS em uma ocupação urbana abordou dezenove aspectos. A assessoria técnica deve levá-los em consideração, caso se pretenda aperfeiçoar os dispositivos de gestão popular das águas e resíduos em territórios autoproduzidos.

SISTEMAS DE URBANIZAÇÃO SUSTENTÁVEIS

Sistemas integrados de urbanização sustentável são aqueles que consideram os processos de reabilitação ambiental a partir do levantamento de ecossistemas sociais existentes em um território, a fim de promover melhor qualidade de vida e justiça ambiental. Nessa proposta, consideramos sistemas de urbanização sustentável a coleta, o tratamento, a destinação ou o reuso de água (de chuva e servidas) e a gestão de resíduos sólidos urbanos.

São integrados porque evidenciam os nexos causais do ciclo da água no meio ambiente, em especial nas bacias de captação de água da chuva. O ciclo da água provoca transformações físicas e químicas nas bacias de captação. Os processos convencionais de urbanização urbanas aceleram essas transformações, gerando resíduos sólidos e líquidos. Para evitar que caudais sólidos e líquidos contaminem os corpos d'água, fonte de vida, é necessário a implementação de medidas para sua gestão e operação, com vistas a reutilizá-los em atividades produtivas e reprodutivas, como a reciclagem e agricultura familiar urbana.

São sustentáveis porque apresentam baixo impacto ao meio ambiente, permitem o tratamento e reuso na fonte (no mesmo local que os recursos foram gerados, não transferem impactos à jusante da microbacia) e potencializam a gestão do território pelos moradores.

A partir da ideia de redução de impactos ambientais e de gestão popular desses impactos no território das microbacias, e segundo seus objetivos, os sistemas integrados de urbanização sustentáveis:

- a) evitam o assoreamento dos corpos d'água: contenção das massas de terra movimentadas nos lotes (muros de arrimo e taludes), tratamento de voçorocas, aterros diques nas linhas de drenagem, valas e poços de drenagem, recuperação de encostas;
- b) evitam a contaminação do lençol freático por caudais líquidos: filtros de águas pluviais, cinzas e negras;
- c) evitam a contaminação do lençol freático por caudais sólidos: coleta, separação, tratamento e destinação dos resíduos sólidos urbanos;

⁴ Ao longo da pesquisa foram realizadas 21 visitas de assessoria técnica. Mas somente em três delas, a equipe se organizou para realização dos registros que possibilitam proceder a codificação, no período de setembro de 2019 a março de 2020.

- d) promovem o reuso de água e resíduos: reciclagem, compostagem etc;
- e) promovem a segurança alimentar: horta, pomar, criação de animais etc.

A urbanização brasileira e seus processos de produção negam a grande parte da população o acesso à moradia na malha urbana formal. Esta negação de direitos se deve ao alto preço do valor da terra, à presença de políticas públicas fundiárias que negligenciam a população de baixa renda, ao crescimento do mercado imobiliário e à presença de um planejamento excludente (MARICATO, 2003). Os territórios autoproduzidos são reflexo da atuação do mercado imobiliário em determinadas áreas e para determinadas classes. Cabe a população marginalizada ocupar vazios urbanos e atuar de forma direta em todas as etapas da constituição do seu território - planejamento, organização, execução, operação, etc.. Por sua vez, os proprietários desses vazios urbanos não se comprometem em cumprir a função social da propriedade.

A assessoria em espaços autoproduzidos, a partir das ocupações urbanas, mobiliza essas áreas como possibilidade de práticas e experimentações que rompem com o modelo hegemônico de urbanização. Este último preza pela alienação do homem em relação ao espaço, pela insustentabilidade ambiental, com a transferência de externalidades para áreas periféricas, pela valorização de saberes técnicos em detrimento aos saberes populares e pela adoção de sistemas de urbanização baseados na cadeia produtiva do concreto, que impõe um alto consumo de recursos naturais e energéticos (PENNA, 2019).

Dessa forma, os espaços autoproduzidos possuem aspectos que colocam o morador no centro de decisão dos processos de urbanização: a aproximação do projeto-obra encarrega o morador das decisões e gestão dos recursos, o que demonstra uma possível retomada na autonomia de decisões sobre o espaço de moradia e os espaços coletivos; o uso de recursos disponíveis no lugar e sem desperdício; a capacidade de leitura do lugar e de seus recursos e o respeito do autoprodutor às condições de suporte oferecidas pelo sítio. Todos estes aspectos contribuem com uma produção de espaço menos impactante ao meio ambiente e com uma redução da divisão social do trabalho entre intelectual e manual (SILVA, 2013).

Partindo da discussão proposta pela Ecologia Política (COSTA, 1999), é possível afirmar que o conceito de sustentabilidade ultrapassa a ideia de mera preservação ambiental por si só. Ela ganha papel fundamental nas lutas sociais, políticas e econômicas, podendo afirmar que as práticas de urbanização refletem relações de poder, e que as novas formas de gestão e relações sociais do espaço reafirmam a autonomia e emancipação de determinados grupos no momento de decisão e reconhecimento da identidade da comunidade.

Do ponto de vista da geomorfologia urbana, Edézio Teixeira (1999) afirma que o modelo de urbanização centrado em sistemas de drenagem que coincidem com o sistema viário promove externalidades severas, como assoreamentos de corpos d'água e enchentes. O geólogo sugere o tratamento de águas mais perto possível do lugar onde ela incide, como medida compensatória. Desse modo, evita-se a produção e transferência de impactos de um território para outro. Evidencia-se, na prática de produção da cidade

formal, a relação de disputa por territórios e pela gestão das externalidades de seus impactos, acirrando a desigualdade social.

Essa noção nos permite avançar em práticas de assessoria técnica que consideram a microbacia como unidade de gestão e intervenção, de modo que o processo de implantação de tecnologias locais compreende a dimensão ambiental, social e urbana. Acredita-se que as estratégias de autoprodutores possam se aproximar de uma autogestão e as decisões estejam centradas em uma compreensão do território, a partir dessa experiência.

MICROBACIA COMO UNIDADE DE AÇÃO E PLANEJAMENTO

Considerando a sub-bacia hidrográfica a unidade de planejamento (BRASIL, 1997) e ação, o grupo PEU adota, em sua metodologia, diretrizes de reabilitação ambiental da unidade macro (a bacia do Ribeirão da Mata onde a ocupação está inserida) por meio de ações pontuais em áreas menores (microbacias ou linhas de drenagem, representativas nas ocupações). Observou-se essa oportunidade de delimitação a partir da fala dos próprios moradores. A solicitação de recuperação de áreas verdes, de olhos d'água assoreados, entre outros, é demanda frequentemente verbalizada pela comunidade.

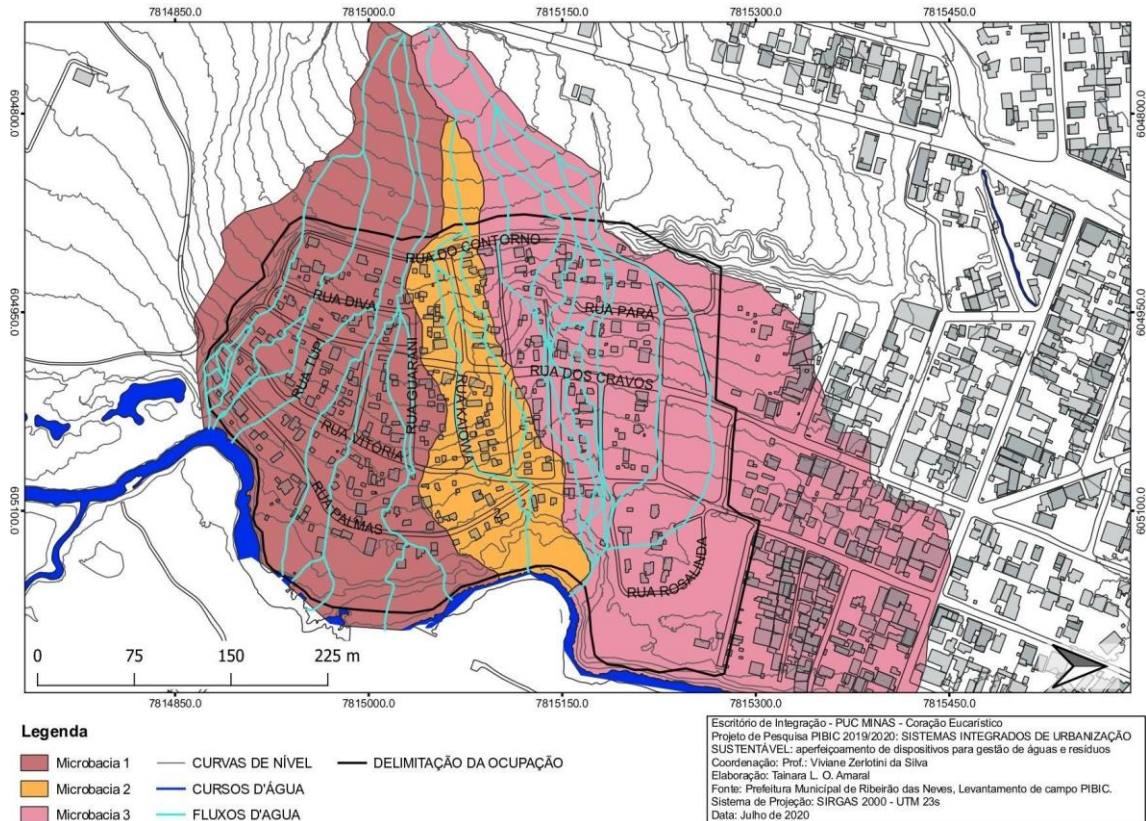
A lógica do planejamento ambiental urbano acerca da gestão de terras e águas, dos equipamentos de restituição de impactos e das políticas públicas em geral ganham efeito sistêmico quando analisadas sob a égide da bacia hidrográfica. A intenção é tornar as áreas de microbacia uma referência de desenvolvimento, implantação e aperfeiçoamento de processos de urbanização, condizentes com a capacidade de suporte do sítio.

Na delimitação das microbacias, em que a ocupação está inserida (figura 1), buscou-se compreender como as águas afetam os moradores e quais são suas práticas de cuidados para com estas no dia-a-dia. A perspectiva que considera a cidade como geossuportada diz respeito a toda e qualquer cidade existente. É suporte, portanto, para uma análise urbana associada ao campo de conhecimento da Geologia e que dá origem ao termo Geologia Urbana. Desenvolvido pelo professor Edézio Teixeira de Carvalho, em 2001, o conceito se funda na dinâmica de interação entre três camadas estruturais da cidade, onde nenhuma existe sem a presença da outra. No diagrama da figura 2 suas relações são representadas pelas setas.

As camadas possuem funções precisas e distintas, porém, seus desempenhos são determinantes entre si. Denomina-se infraestrutura o sistema que compreende o sítio (terra, solo, topografia, relevo, hidrografia e hidrologia, vegetação, insolação, ventilação, microclima urbano, paisagem) e os modos pelos quais é tomado como suporte na produção social do espaço. Denomina-se mesoestrutura o sistema que media a infraestrutura e a superestrutura, compreendendo acessos à água, à drenagem, à energia, à mobilidade, à gestão de resíduos, à produção de alimentos e a outros insumos, e os modos pelos quais são socialmente produzidos. Denomina-se superestrutura o sistema que compreende espaços e edificações comuns, públicos e privados, e os modos pelos quais são socialmente produzidos. As chamadas ações antrópicas, tão

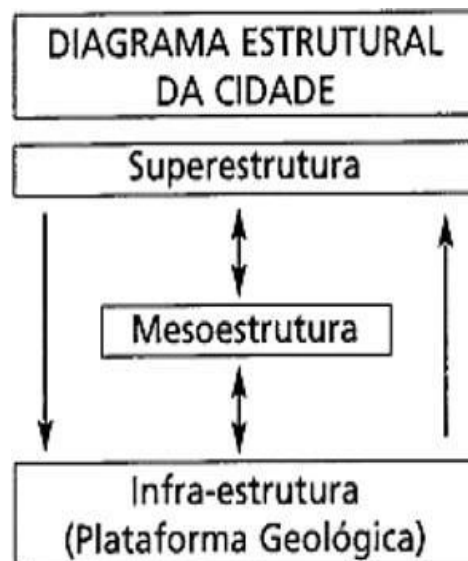
múltiplas quanto continuadas e acumuladas no espaço social, são expressivas e reprodutoras de valores socioambientais inseparáveis daqueles atribuídos às tecnologias e, portanto, à divisão e à organização do trabalho e às relações sociais (CARVALHO, 2001).

Figura 1 - Mapa de delimitação das microbacias e fluxos de água



Fonte: PEU, 2019

Figura 2 - Diagrama estrutural da cidade segundo o conceito de cidade geo suportada



Fonte: CARVALHO, 2001

Reconhecida em seu aspecto comportamental e constitutivo, a situação da infraestrutura determina as possibilidades para a urbanização do território. Por esse motivo, neste trabalho nos debruçamos em investigar os aspectos naturais do terreno, como topografia, hidrografia, relevo, vegetação, etc, e os cuidados que os moradores têm com o território no momento da consolidação da mesoestrutura (sistema de esgotamento, abastecimento de águas, etc.) e superestrutura (edificações, espaços públicos, etc.). A ocupação apresenta áreas verdes, preservadas ou plantadas, e dispositivos que vão atuar em conformidade com a topografia local e presença do córrego Areias em sua margem. Ao mesmo tempo, os impactos provenientes da urbanização das áreas que envolvem o terreno não são desprezíveis e manifestam-se sob a forma de erosão em vias com maior declividade, processo erosivos de margem do córrego formando barrancas, de assoreamento, de lançamento de lixo e entulho em vários pontos e lançamento de águas cinzas nas ruas.

Além da declividade do terreno, há de se analisar os recursos hídricos locais, o comportamento geológico da região, as características geotécnicas frente à projetos de construções, e áreas de predisposição ao risco, como já afirmava Edézio na elaboração do quadro sinóptico para região de Belo Horizonte. A capacidade de suporte do sítio é fornecida pela integração deste conjunto de aspectos físicos, constitutivos e comportamentais, e na proposta aqui presente não conseguimos analisar alguns desses aspectos pela ausência de dados sobre a geologia da região. A estratégia da pesquisa foi considerar somente os aspectos da geomorfologia e o conhecimento empírico dos moradores, a partir de suas práticas de autoprodução do espaço.

O CUIDADO DOS MORADORES COM O TERRITÓRIO

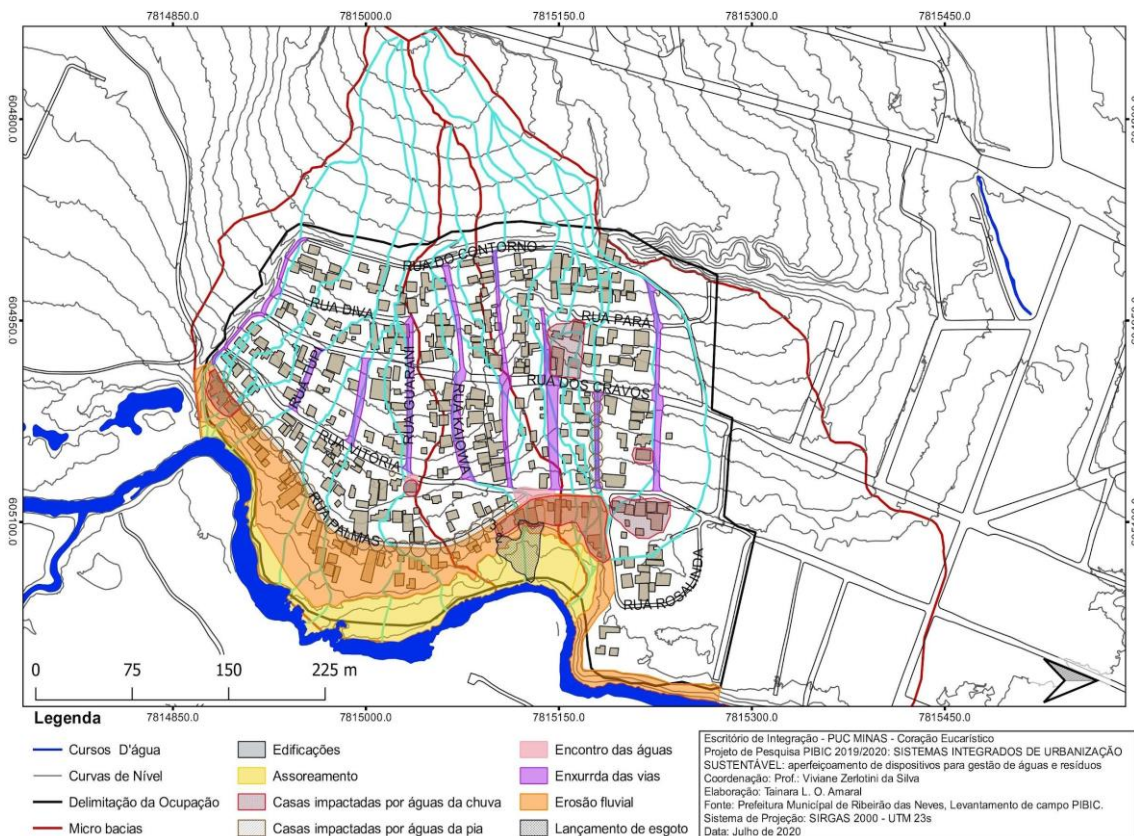
A compreensão do caminho das águas e da localização das casas, nas microbacias onde elas estão localizadas, revelam como essas últimas são afetadas pelas ações antrópicas, considerando o aceleração de processos erosivos e o lançamento superficial de águas sujas (figura 3).

No entanto, tais impactos, comparados com a cidade formal, são expressivamente mais lentos e menos degradantes. Como a ocupação urbana ainda não foi urbanizada por tecnologias convencionais, próprias da cidade formal, pode-se prever medidas de reabilitação ambiental, que poderiam ser consideradas pelos moradores a partir de suas práticas de cuidado, ao invés de acelerar estes impactos por meio da adoção das tecnologias de urbanização convencionais.

Na delimitação das microbacias em que a ocupação está inserida, marcamos os fluxos d'água que correspondem ao caminho das águas (naturais ou por intervenção antrópica), sendo as linhas a representação dos lugares em que a água corre concentradamente. Destacamos no mapa os impactos causados pelas águas da chuva, águas sujas e resíduos no território. Em amarelo destacamos os **processos de assoreamento**; em laranja, a área que sofre com **processo de erosão fluvial**, sendo o limite entre a vazão do córrego e início da construção das casas; em roxo as vias que sofrem com o processo de **erosão das enxurradas**, estas localizadas perpendicularmente às curvas de

nível. Em vermelho localizamos as casas que sofrem com a **movimentação de massa** devido à enxurrada; em manchas rosas, destacamos os locais de **encontros de fluxos de água** e acúmulo do escoamento superficial; e por fim, em cinza, os locais de **lançamento de águas do esgoto primário**.

Figura 3 - Mapa de levantamento dos impactos do caminho das águas na ocupação



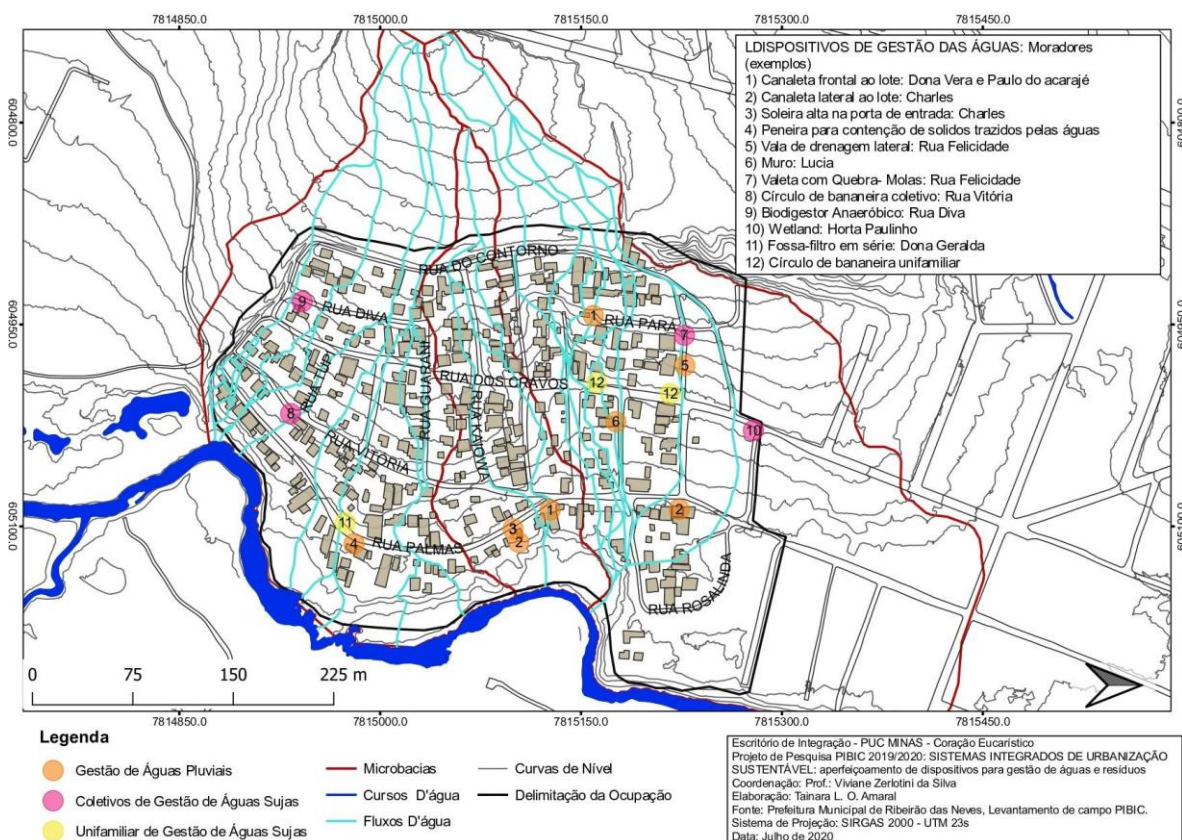
Fonte: Grupo PEU, 2020

A gestão das águas no território é percebida por alguns moradores de forma sistêmica, ou seja, evidenciam o caminho das águas e os nexos causais ao longo da bacia de captação da água da chuva. Dessa forma, para evitar impactos no córrego Areias e dentro de seus lotes, os moradores adotam práticas de contenção e direcionamento das águas ao longo das linhas de drenagem: muros nos limites do lote que faz a função do meio-fio, valas de drenagem ao longo do sistema viário; dispositivos de condução das águas da chuva no final do arruamento; estratégias de infiltração forçada nos pontos de acúmulos de água; implantação de sistema de tratamento de águas servidas, etc.

O mapa abaixo (Figura 4) representa os dispositivos de gestão das águas pluviais ou sujas presentes no território da ocupação. Estes dispositivos foram implantados pelos moradores, com ou sem assessoria técnica, a partir da necessidade de gestão dos fluxos de águas que impactam diariamente lotes dos moradores, ruas e também o corpo d'água. Por ser uma comunidade ribeirinha, os moradores enfrentam os seguintes impactos ambientais: assoreamento do rio, desbarrancamento das margens, invasão de águas de chuva nos lotes, erosões devido às enxurradas e a concentração dos fluxos de água, águas

cinzas e negras escorrendo nas superfícies das ruas. É fato que o convívio dos moradores com este curso d'água é recente, mas não menos determinante do modo de vida que eles passaram a adotar em relação à proximidade com o rio, que ainda corre em seu leito natural.

Figura 4 - Levantamento de exemplos de dispositivos de gestão de águas na microbacias da ocupação



Fonte: PEU, 2022

OS PRESSUPOSTOS TÉCNICOS DAS TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS

Identificamos três critérios técnicos na literatura em relação a concepção de uma tecnologia sustentável de gestão das águas: (1) a quantidade, velocidade e o caminho das águas que contribuem para o dispositivo (NASCIMENTO, N.; BAPTISTA, M. 2009); (2) a localização e a implantação do dispositivo em relação às áreas construídas (PHILLIPS, 2005; BAPTISTA, M., NASCIMENTO, N., & BARRAUD, S., 2005) e em relação a microbacia hidrográfica (TEIXEIRA, 1999) e (3) a forma e a dimensão dos dispositivos (MELO, *et al.* 2016; SOUZA, 2002).

A literatura da drenagem urbana e gestão das águas e resíduos sólidos nos fornecem questões prévias sobre o desenho de dispositivos sustentáveis. Porém, os assessores técnicos, em campo e pelo espaço autoproduzido, passam a considerar também outros aspectos, que não são encontrados na

bibliografia sobre TUS. O cotidiano da produção do espaço revela outras variáveis sobre a relação dos moradores com as TUS, que indicam a importância de se realizar aperfeiçoamentos nestes dispositivos, para além de questões estritamente técnicas.

O objetivo é incorporar no redesenho destas tecnologias, os valores que os moradores consideram relevantes para o seu funcionamento, sem abandonar os pressupostos técnicos que são igualmente importantes para o bom funcionamento de um sistema.

APERFEIÇOAMENTO DE TECNOLOGIAS DE URBANIZAÇÃO SUSTENTÁVEL

A partir do trabalho de assessoria técnica direta em campo, foi debatido com os moradores o acompanhamento em três situações: na Rua Pará para o redesenho da via que considerasse a gestão das águas; na Rua das Árvores para a implantação de sistema de infiltração forçada; e por fim na Rua Diva para contribuição de manejo em um dispositivo de esgotamento já implantado.

Consideramos que o aperfeiçoamento de um dispositivo consiste em incorporar a tecnologia ao cotidiano dos moradores, a partir da escuta para compreensão das dificuldades que eles enfrentam no processo de interação com o dispositivo. Trata-se, portanto, de reconhecer as práticas e as dinâmicas já existentes no território, e a partir desse reconhecimento, contribuir para a melhora do funcionamento da tecnologia implantada ou auxiliar no planejamento e execução de algum futuro dispositivo, a ser requerido pelos moradores.

Para interpretação dos dados de campo, utilizamos a primeira fase do método de codificação a partir da etiquetagem, próprio da *Grounded Theory* (TAROZZI, 2011), a partir de quatro momentos:

a) Elaboração da questão norteadora: Quais critérios os moradores consideram no processo de interação com um dispositivo de urbanização sustentável? As falas dos moradores dos dias 12/09/2019; 24/10/2019; 07/03/2020 foram transcritas de forma literal;

b) Depois deste primeiro momento, estudamos os relatos dos moradores a partir da codificação aberta. Esta codificação consiste em reler os textos, buscar trechos que poderiam responder a pergunta norteadora e colocar etiquetas com textos curtos. As etiquetas destacadas foram discutidas de forma conjunta em duas oficinas, com pesquisadores, alunos e apoiadores que atuam no território da ocupação⁵. Neste momento, destacamos as falas em que os moradores responderam nossa pergunta norteadora, ou seja, algum trecho em que eles ressaltam algum critério que consideravam no momento de interação com um dispositivo, e essa resposta era destacada e conceituada com o próprio vocabulário do morador. Era muito importante se ater para o contexto em que a fala foi produzida, pois os critérios variam de acordo com os moradores, as expectativas de cada um, trajetória dentro da ocupação, etc.

⁵ A reunião contou com os participantes do grupo PEU, DESA-UFMG e do Núcleo Alternativas de Produção-UFMG.

c) A partir desse processo de codificação aberta, o terceiro momento foi a reunião de etiquetas⁶ que destacavam um mesmo aspecto. A reunião destas etiquetas para a identificação dos critérios foi um processo dividido em dois momentos: o primeiro momento partiu da avaliação das etiquetas, em que verificamos as etiquetas que se repetem, as etiquetas que têm relação uma com a outra, que apresentam trechos de uma mesma temática ou aspectos semelhantes que ressaltam um mesmo assunto; em um segundo momento, após a reunião dessas etiquetas, buscamos identificar o critério exposto em cada conjunto⁶. Após o reconhecimento dos critérios das etiquetas agrupadas, criamos subgrupos em cada grupo dos critérios, sendo que estes subgrupos destacam um mesmo aspecto e/ou prioridades do critério em questão.

d) Após a fase anterior, analisamos individualmente cada critério e seus subgrupos a partir da releitura das etiquetas inseridas nos mesmos, para destacar que práticas cotidianas, afirmações e trechos de falas dos moradores expõem os critérios identificados. Foi muito comum duas ou mais etiquetas expressarem uma mesma afirmação ou prática que indicam a consideração de um critério pelos moradores. O reconhecimento dessas práticas e falas expõe de forma direta em quais situações cotidianas, contextos, hábitos e relações sociais os critérios para o processo de interação entre moradores dos espaços autoproduzidos e dispositivos de urbanização sustentável são considerados.

A elaboração do diagrama mental para sistematização desses dados foi organizada da seguinte forma: em roxo, as práticas cotidianas/falas/relatos dos moradores que respondem às questões colocadas; em azul, os aspectos em comum entre as etiquetas; e em verde destacamos a *core category*. A *core category* é a categoria central, considerada o conceito-chave que se relaciona com todas as outras (TAROZZI, 2011).

APERFEIÇOAMENTO SEGUNDO OS CRITÉRIOS DOS MORADORES

01: Experiência dos moradores com as águas do território

O primeiro critério identificado foi a experiência dos moradores com relação às águas do território. Essa experiência é evidenciada na compreensão que os moradores possuem sobre o caminho das águas pelas ruas e encostas, a incidência deles em suas construções e as estratégias que os moradores empregam para reduzir os impactos nas construções (figura 5). A partir desta compreensão, eles executam muros, meios fio e canaletas nas ruas. Os moradores planejam os dispositivos para evitar os impactos das águas nos lotes e cuidam, assim, das águas do topo do morro até o fundo do vale.

Além desta experiência dos moradores com o caminho das águas nos períodos chuvosos, eles também estão atentos ao aumento da força das águas, à medida que a área construída da ocupação aumenta ao longo do tempo. Duas questões revelam essa preocupação: a demanda por mecanismos que retiram

⁶ Foram produzidas 161 etiquetas, sendo que 27 destas etiquetas não foram utilizadas para subsidiar a investigação dos critérios, devido a ausência de informação e contextualização. As 134 etiquetas analisadas foram divididas em 14 critérios, advindos dos moradores.

as forças das águas e possibilitam a sua infiltração, de modo que a enxurrada produza menos impactos na parte mais baixa da ocupação, a preocupação em evitar a realização de intervenções nos espaços em períodos chuvosos, para não aumentarem a quantidade do fluxo de água.

A localização das casas em uma microbacia revela ser um critério importante para a gestão das águas pelos moradores. Isto está demonstrado quando há uma preocupação deles com quem mora na parte de baixo da ocupação: quem está na parte de cima não se sente incomodado com as águas cinzas, já quem está na meia encosta sim; e quando o morador percebe que sua localização é privilegiada: quem está na parte de cima encaminha as águas para a parte de baixo.

Figura 5 - Critério experiência dos moradores com as águas do território



Fonte: PEU, 2019

02: Mobilização para gestão das águas

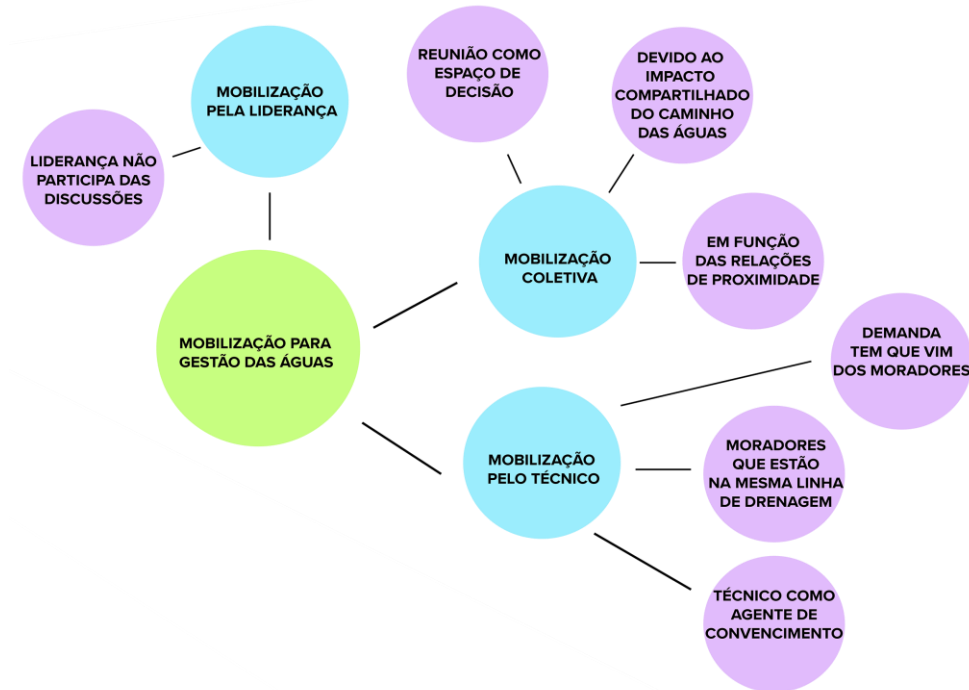
Para os moradores da ocupação, a mobilização para gestão das águas pode ser realizada a partir de uma ação coletiva dos moradores, dos técnicos e/ou da liderança (figura 6).

No primeiro caso, os moradores consideram a reunião como espaço de decisões coletivas. Essa mobilização comum, que ocorre em grupos menores de moradores, pode ser motivada pelos impactos compartilhados do caminho das águas ou pela relação de proximidade entre vizinhos, familiares e amigos.

Em relação à mobilização feita pelos técnicos, observamos que alguns moradores consideram os técnicos como agentes facilitadores e que têm o poder de convencimento, no momento de implantação de uma tecnologia sustentável. Para as técnicas, autoras deste artigo, a mobilização deve ser realizada pelos moradores, a partir de suas próprias ideias de melhorias urbanísticas.

Por fim, a liderança não está presente nas discussões de gestão das águas mobilizadas pelos grupos de moradores, em virtude de diversos compromissos que tem na ocupação, outras prioridades da vida pessoal, ou por deixar esta mobilização a cargo do movimento social que atua na ocupação.

Figura 6 - Critério mobilização para gestão das águas



Fonte: PEU, 2019

03: Localização do sistema de drenagem/infiltração forçada

Ao escolher o local para a implantação de um dispositivo de drenagem ou infiltração forçada, os moradores levam em consideração a proximidade com a casa e o tipo de solo do local (figura 7).

Figura 7 - Critério localização dos dispositivos de drenagem/infiltração forçada



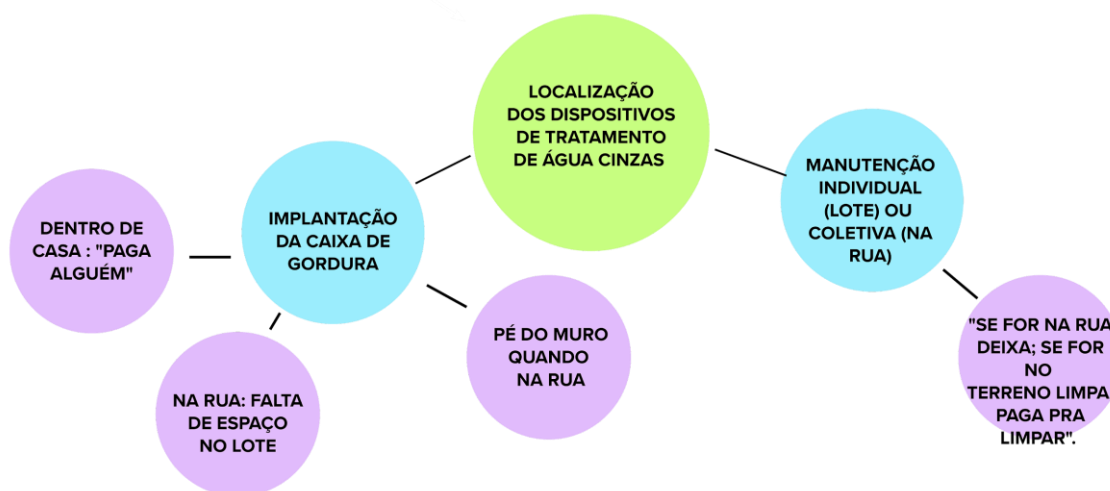
Fonte: PEU, 2019

Em relação a proximidade com a casa, para evitar a infiltração das águas na construção, a preocupação se relaciona também com a possibilidade de os dispositivos permeáveis infiltrar água nas construções no subsolo, quando estas construções estão localizadas em um nível abaixo da rua; já em relação ao tipo de solo, a preocupação é por causa da possibilidade de desestabilização das estruturas devido a predominância de areia no solo local. Obviamente, este conhecimento da composição do solo é proveniente das escavações que os moradores realizam para construir fundações e suas fossas rudimentares.

04: Localização de dispositivos de tratamento de águas servidas

A localização de sistemas de tratamento de água servida é determinada pelo uso e manutenção individual ou coletiva e pela instalação da caixa de gordura (figura 8).

Figura 8 - Critério localização de dispositivos de tratamento de águas cinzas



Fonte: PEU, 2019

Segundo os moradores, existe uma diferença na manutenção de dispositivos que são implantados dentro dos lotes ou na rua: quando o dispositivo está na rua, alguns moradores não se preocupam em realizar o manejo do sistema; quando está implantado dentro dos lotes, o morador limpa ou paga alguém para dar manutenção.

A implantação da caixa de gordura, segundo um morador, deve ser feita dentro de cada lote, sendo responsabilidade de cada morador instalar a sua, seja através de serviço de familiares ou amigos ou contratação de alguém. Quando não há espaço no lote, a caixa pode ser colocada no lugar onde seria futuramente o passeio, no pé do muro.

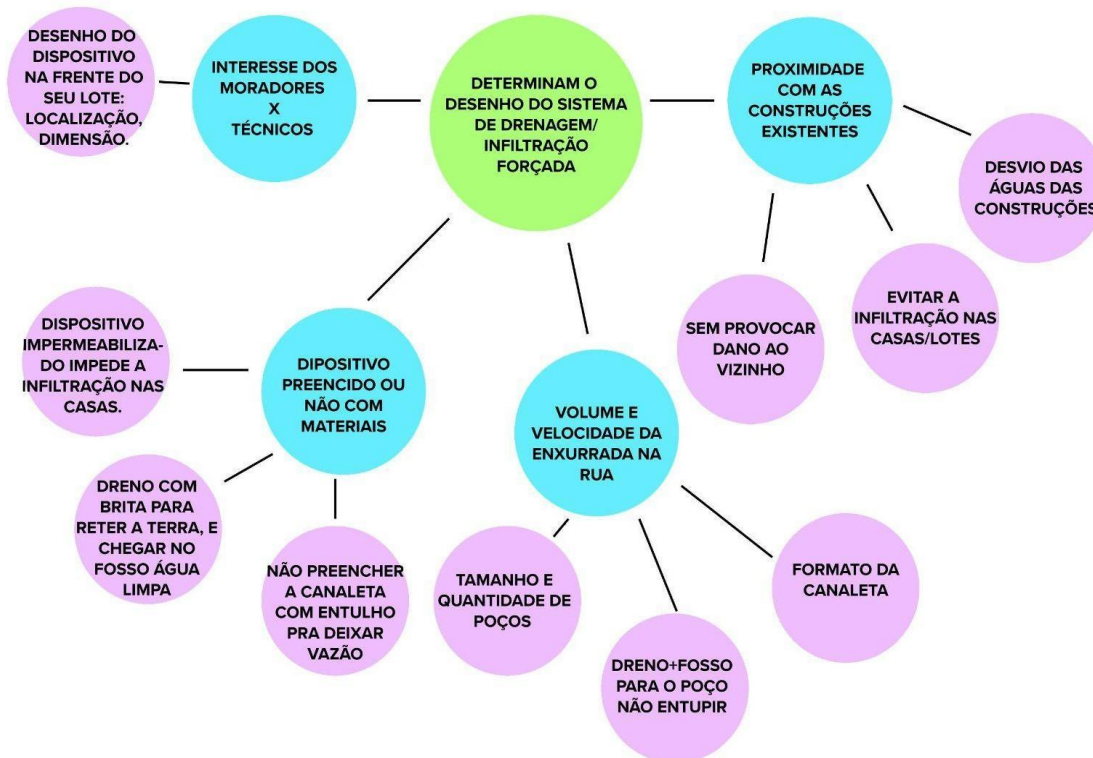
05: Desenho de um sistema de drenagem/infiltração forçada

No desenho de um sistema de drenagem e de infiltração forçada, identificamos que a escolha dos moradores é baseada em alguns aspectos: proximidade com as construções existentes, volume e velocidade da enxurrada, preenchimento ou não do dispositivo e, por fim, disponibilidade do morador para manutenção (figura 9).

Quando próximo às construções existentes, os moradores planejam complementos ao dispositivo, geralmente valas cavadas no próprio solo, que auxiliem no desvio das águas pluviais, evitando danos nas suas construções e nas dos vizinhos e na infiltração do fluxo d'água que pode ocorrer internamente nos lotes.

A partir da experiência dos moradores com as águas, o volume e velocidade das enxurradas condicionam a forma da canaleta de modo que a área consiga absorver grande volume da enxurrada. O desenho do conjunto poço + dreno é pensado para que o poço não transborde, pois, os moradores compreendem que em períodos chuvosos a quantidade e velocidade de água é muito, sendo necessário uma estrutura de escoamento do excedente de água. Do ponto de vista dos técnicos, assim como a quantidade e tamanho dos poços de infiltração forçada, é necessário levar em consideração o ensaio de infiltração para o pré-dimensionamento das estruturas.

Figura 9 - Critério do desenho de um sistema de drenagem/infiltração forçada



Fonte: PEU, 2019

A decisão pelo preenchimento ou não do dispositivo por materiais granulares é analisada pelas seguintes práticas: alguns moradores acreditam em poços de infiltração permeáveis e preenchidos com brita para reter as terras que vem nas enxurradas e filtrar estas águas, chegando ao poço apenas água limpa; outros moradores já não acreditam em dispositivos permeáveis, pois entendem que o preenchimento da canaleta com materiais granulares possibilita a infiltração das águas nas casas ao redor e que o entulho diminui a área de vazão para as enxurradas.

O debate entre moradores e técnicos, no momento de localizar uma tecnologia de urbanização sustentável, ocorre em função da disponibilidade dos moradores para realizar a operação e a manutenção. Ajustes na localização são realizados, determinando a distância ou a proximidade do sistema em relação aos lotes, segundo esta disponibilidade.

06: Desenho de sistema de tratamento de águas servidas

Para planejamento de um sistema de tratamento de águas servidas, os moradores consideram a ação da força da gravidade para realizar a ligação da residência com o sistema de tratamento, o uso da caixa de gordura e a quantidade de água que o sistema recebe (figura 10).

Na escolha das casas que serão ligadas ao sistema de tratamento coletivo, avalia-se a implantação das casas segundo a topografia, para permitir que a água siga seu caminho natural até o local de tratamento.

Figura 10 - Critério desenho de sistema de tratamento de águas servidas



Fonte: PEU, 2019

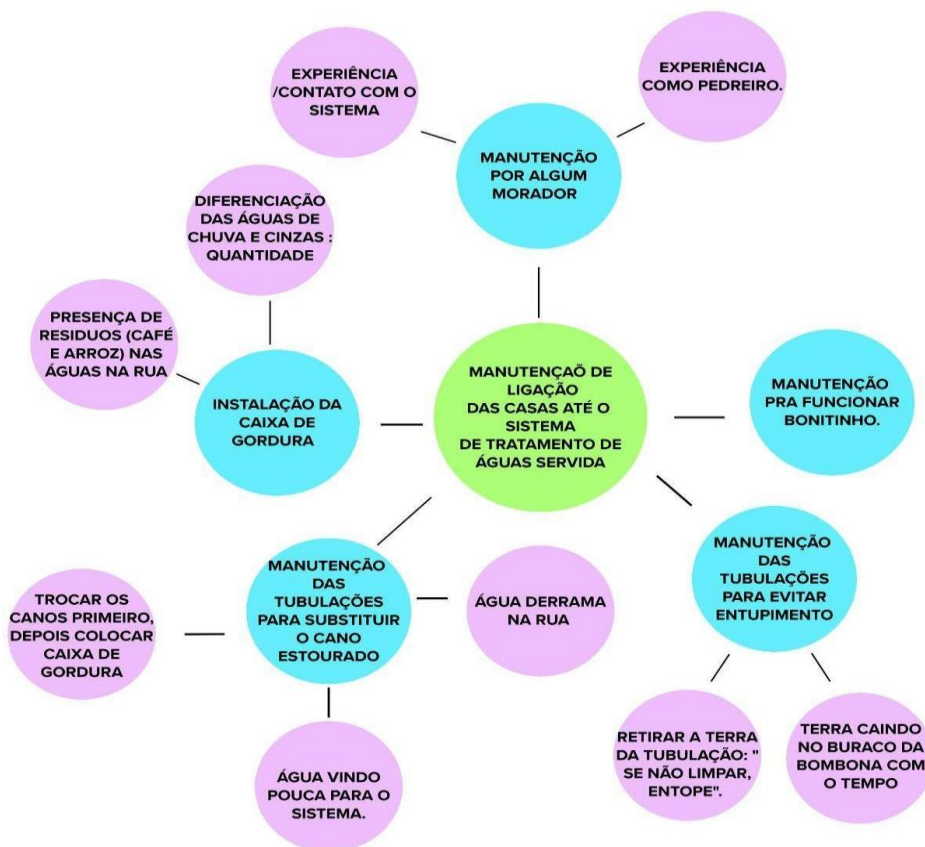
Em relação ao uso da caixa de gordura, observa-se que há um compartilhamento das caixas de gordura que são ligadas ao sistema entre famílias que possuem alguma relação de proximidade ou parentesco; e, por vezes, entre famílias que utilizam quantidades distintas de águas que serão tratadas, como nos casos de famílias que ficam frequentemente na ocupação em conjunto com aquelas que vão esporadicamente em suas casas. Estas últimas estão no processo de obtenção de recursos para terminar a construção de sua casa.

O diâmetro da tubulação que faz a ligação ao sistema é definido pelos moradores, segundo experiências de pedreiros moradores, considerando a quantidade de água que o sistema recebe de cada casa, que pode variar de acordo com a frequência do uso pessoal, número de integrantes da família, etc.

07: Manutenção de ligação das casas até o sistema de tratamento de águas servidas

No processo de manutenção da ligação das casas até o sistema de tratamento de águas servidas (figura 11), os moradores relatam a ocorrência da manutenção das tubulações do sistema, seja para evitar o entupimento do cano ou para a troca de algum cano quebrado.

Figura 11 - Critério manutenção de ligação das casas até o sistema de tratamento de águas servidas



Fonte: PEU, 2019

Este manejo está relacionada à necessidade de realizar a manutenção das ruas de terra. Sempre que o trator é contratado para retirar as valas e os buracos da pista de rolamento, o nível da rua torna-se mais baixo, deixando à mostra as tubulações anteriormente instaladas pelos moradores. Ao ficarem mais expostas, as tubulações sofrem quebras e requerem manutenção periódica.

A implantação da caixa de gordura evita o lançamento das águas servidas na rua, junto com os resíduos sólidos presentes nas águas. Os moradores sabem quando as casas não instalaram as caixas de gordura pela simples inspeção visual. Segundo eles, a presença de borra de café ou arroz indica a ausência de caixas de gordura nas residências.

Segundo o relato dos moradores, a manutenção dos canos de ligação até o sistema é importante para que o dispositivo funcione "bonitinho", e esta qualificação está muito ligada ao não lançamento de águas nas ruas. A manutenção é compreendida como responsabilidade dos moradores que possuem algum contato com o sistema ou experiência com obras.

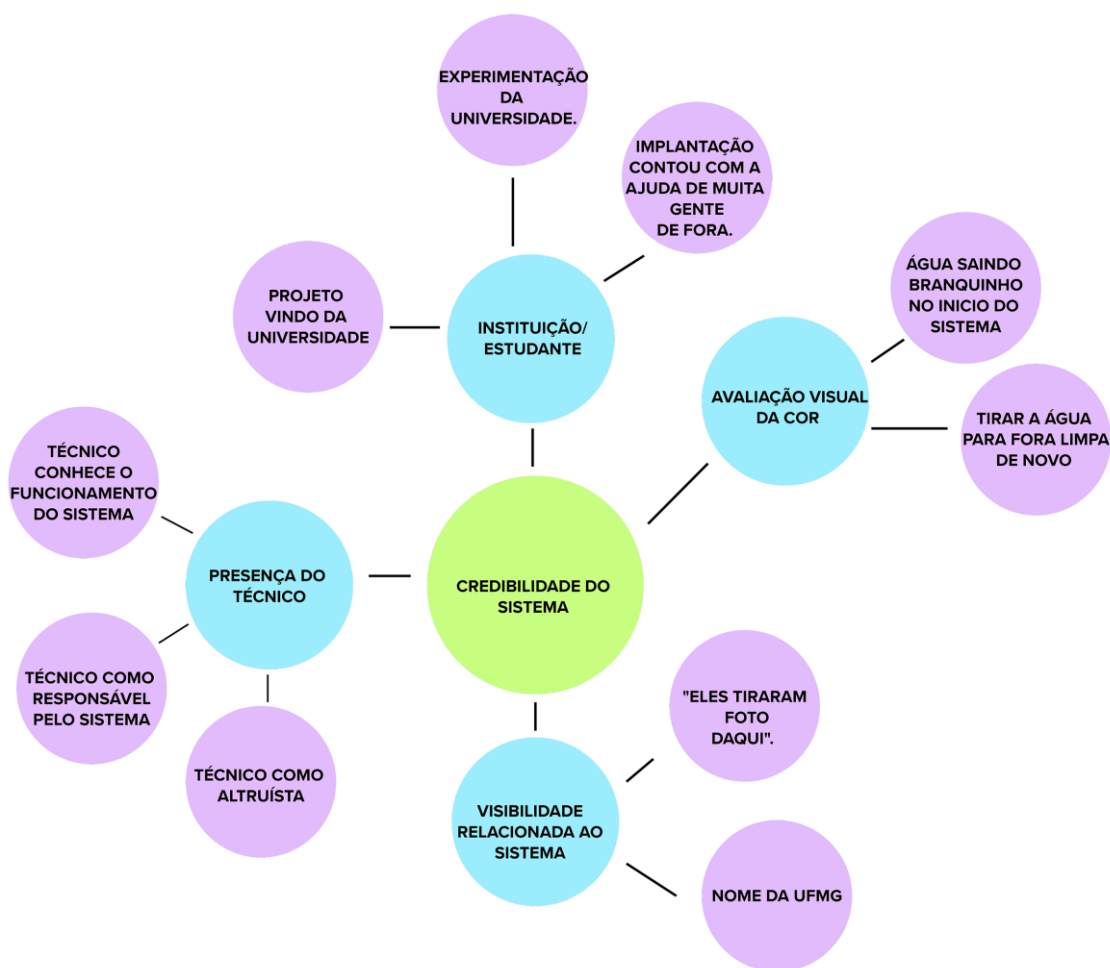
08: Credibilidade do sistema

Pela fala dos moradores, o papel de instituições/técnicos/grupos apoiadores é um fator que gera legitimidade à implantação do sistema no território. Eles consideram o sistema de tratamento de águas servidas como uma experimentação da universidade, sendo o projeto vindo da universidade federal. A crença no bom funcionamento está ligada também ao processo de implantação do sistema, que ocorreu com a ajuda de alunos de universidades e grupos apoiadores, e os moradores ressaltam isso em prol da ajuda dos próprios moradores da ocupação.

A presença do técnico no planejamento, implantação e manutenção do sistema é considerada a partir da ideia de que ele é uma pessoa altruísta, que participa dos processos junto com os moradores por uma questão de ajuda ao próximo. Outro ponto que gera a credibilidade do sistema é a ideia de que a presença do técnico pode legitimar a permanência daquele sistema na ocupação, devido ao seu conhecimento acerca do funcionamento do dispositivo. Sua presença também é requisitada pelos moradores para cobrar a ajuda daqueles moradores, que participaram da instalação do sistema, para atuarem também na sua operação.

A credibilidade também está ligada a visibilidade do sistema em relação ao público externo, através de imagens que são divulgadas em redes sociais. Essa visibilidade pode acontecer pelo nome da universidade federal estar vinculado ao dispositivo e trazer consigo um discurso de sustentabilidade ecológica. De modo mais pragmático, avaliação visual da cor do efluente do sistema é também observada pelos moradores como forma de validação do funcionamento: o intuito é retirar a água limpa do sistema, assim como nos primeiros meses da implantação que, segundo o relato do morador, deve sair água "branquinha" das bombonas (figura 12).

Figura 12 - Critério credibilidade do sistema



Fonte: PEU, 2019

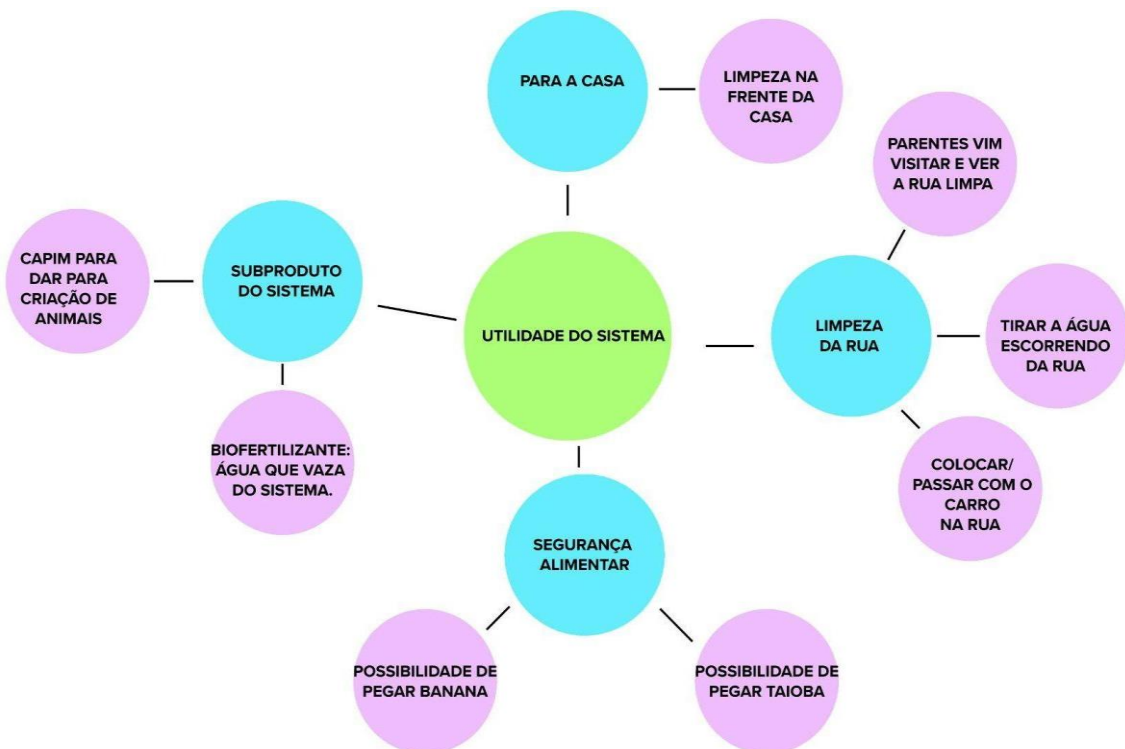
09: Utilidade do sistema

O sistema de tratamento das águas servidas, no cotidiano dos moradores, representa também um caráter de utilidade (figura 13) no âmbito da segurança alimentar, como a possibilidade de colheita de banana e folhas de plantas de raízes que ficam ao redor do sistema.

É ressaltado também os subprodutos que estes dispositivos fornecem, como biofertilizante das águas que vazam do sistema e o capim plantado ao redor, que pode ser dado para as criações de animais.

Além disso, o sistema se torna útil para a limpeza da frente da casa com a retirada das águas que correm nas ruas; assim como a limpeza da rua em geral. A retirada das águas na rua está ligada ao desejo dos moradores de passar/estacionar com carro na via e também a eventualidade de receber os parentes em casa com a rua limpa.

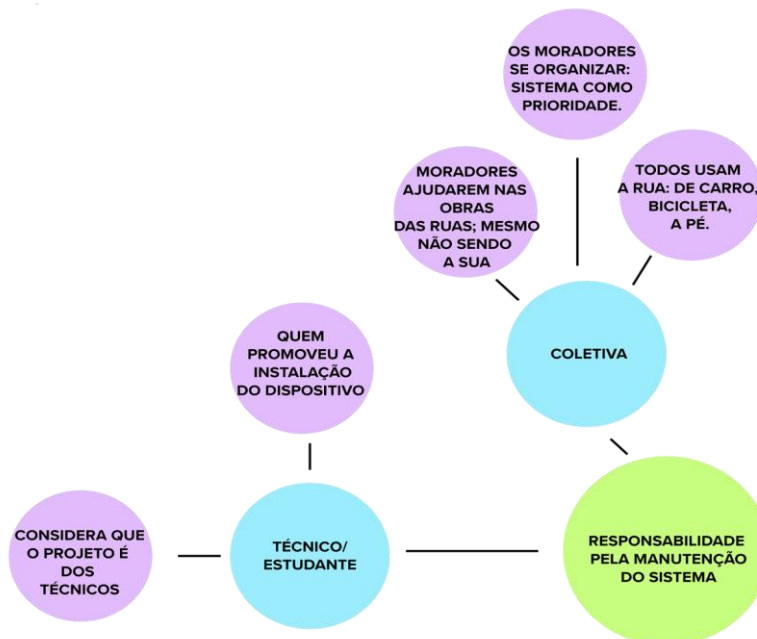
Figura 13 - Critério utilidade do sistema



Fonte: PEU, 2019

10: Responsabilidade pela manutenção do sistema

Figura 14 - Critério responsabilidade pela manutenção do sistema



Fonte: PEU, 2019

A responsabilidade pela manutenção do sistema pode ser dividida entre dois atores sociais: técnicos e coletivo de moradores (figura 14).

Quando referente aos técnicos, os moradores acreditam que, por ser um projeto promovido pela instituição, a manutenção é de responsabilidade de quem o executou e implantou.

Quando considerada de forma coletiva, alguns moradores acreditam que essa manutenção deve ser feita por todos que utilizam a rua, seja de carro, a pé ou de bicicleta, e que o sistema deve ser considerado como prioridade para quem está ligado a ele.

Outra questão recorrente é a ideia de que, independente da rua onde moram, todos os moradores devem contribuir com aqueles que iniciaram um processo de intervenção. O argumento defendido aqui se refere ao fato de que a melhoria no espaço de uso comum beneficiará a todos.

11: Engajamento do morador

Em relação ao engajamento do morador no processo de interação com o dispositivo, identificamos que eles consideram: a disponibilidade de recursos, sua disponibilidade de tempo devido a prioridades pessoais, o desejo individual, a possibilidade de ajuda, uma relação de troca/recompensa entre técnico-morador, a expectativa de melhoria da rua e, por fim, a tolerância de cada morador em conviver com as águas cinzas (figura 15).

A participação dos moradores segundo sua disponibilidade de recurso econômico estabelece uma relação com o técnico a partir da dependência de verba externa e, caso o técnico traga o recurso, o morador se engaja para contribuir na implantação do dispositivo, doando a sua mão de obra. Além disso, o morador que não contribui financeiramente com a compra de materiais ou uma vaquinha para passar o trator, por exemplo, não se sente à vontade para dar opiniões ou participar do processo de decisões.

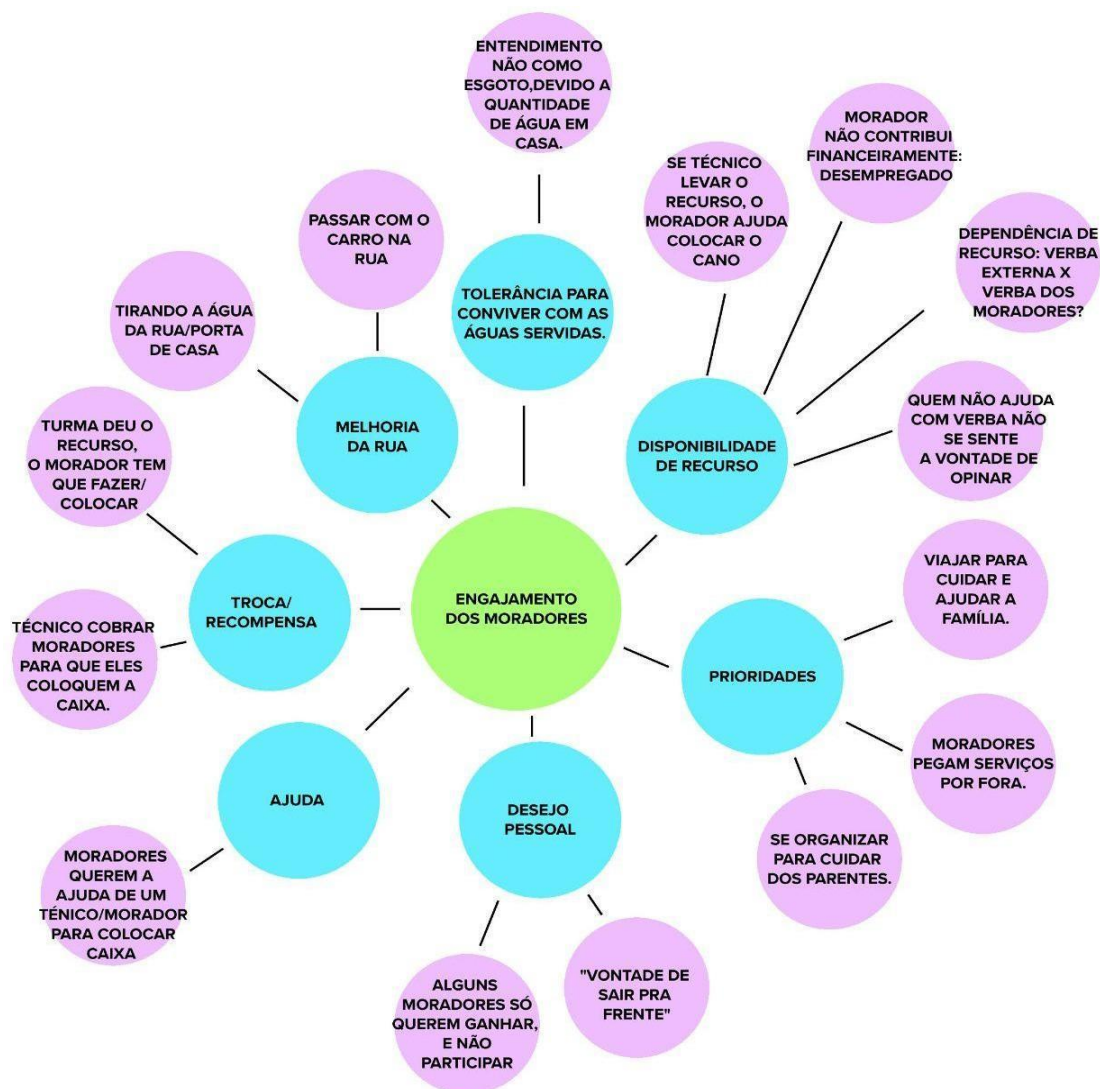
Às vezes, o não engajamento do morador ocorre devido a sua agenda cheia de prioridades, não sobrando tempo para interagir com o dispositivo. Nos relatos de moradores, eles ressaltam a necessidade de se organizarem para cuidar de parentes ou planejar viagens para cuidar da família que é de outra região. É comum também a prática de trabalhos considerados bicos, em que os moradores pegam serviços por fora. Como o trabalho é eventual, no momento de colaboração na manutenção do dispositivo, eles não conseguem disponibilizar. Em relação às expectativas pessoais, na entrevista feita, o morador afirmou que a sua preocupação com o manejo do dispositivo é pelo fato dele “querer sair pra frente”, enquanto o engajamento de alguns moradores está relacionado ao benefício que o dispositivo irá proporcionar. Ainda segundo ele, o morador quer o dispositivo pronto, sem necessariamente participar do processo. Neste contexto também foi ressaltado que algumas pessoas só se engajam se houver uma ajuda de técnico ou de morador, como é o caso da implantação da caixa de gordura.

A relação de troca ou recompensa entre técnico e morador é vista pelos moradores da ocupação como uma obrigação que deve ser mantida, mediante

a participação na execução e implantação de alguma estrutura do sistema, nas situações em que ocorre o fornecimento de recursos pela instituição ou grupos apoiadores.

A melhoria na rua é também um dos motivos de participação, que é exposto pela possibilidade de retirada de fluxos de águas na rua, liberando a passagem de carros e pessoas. A tolerância para conviver com o escoamento de águas cinzas na rua varia de acordo com cada morador: quando o morador não entende aquela água como esgoto - palavra que remete a sujidade - ele não se importa tanto com o escoamento, a ponto de se engajar como manejo diário destas águas, pois, dentro de seu lote, as águas não invadem ou são em quantidades menores. Estas situações são típicas de moradores cujas casas estão localizadas no topo do morro. Desta forma, as águas cinzas ainda não iniciaram um processo de fermentação e ainda estão claras e sem cheiro. Essa situação é muito diferente no fundo do vale da bacia hidrográfica, onde o acúmulo de águas cinzas é muito evidente.

Figura 15 - Critério engajamento do morador



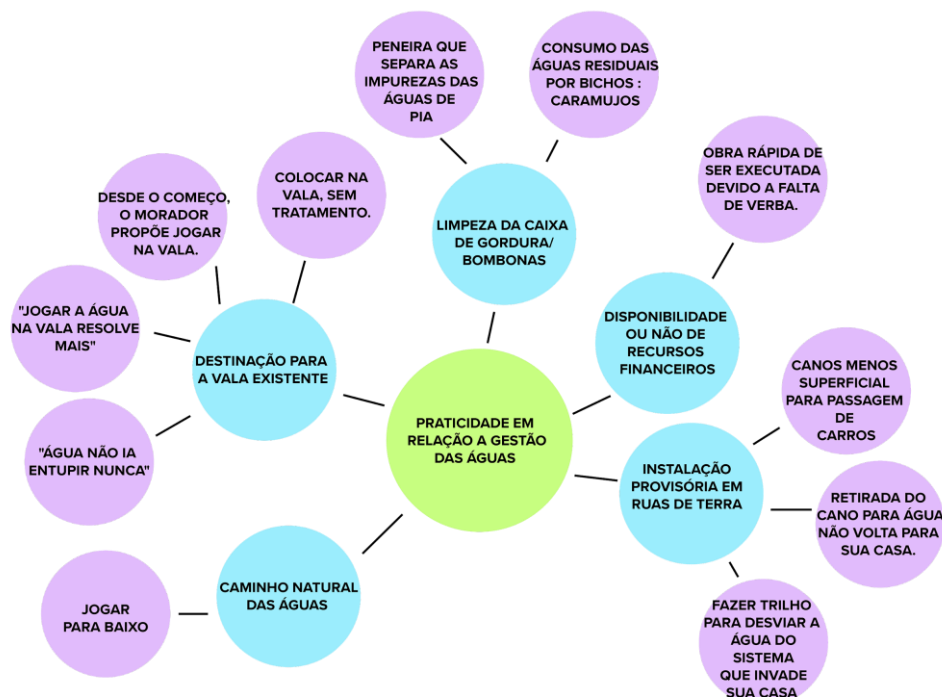
Fonte: PEU, 2019

12: Praticidade do sistema

Para a escolha de um dispositivo, identificamos que é muito comum o morador considerar uma certa praticidade no momento de interação com este. Por eles, essa praticidade é mobilizada a partir de ideias como a possibilidade de instalação provisória em ruas de terra, a maneira da limpeza da caixa de gordura, a destinação das águas para a vala, a consideração do caminho natural das águas e por último a disponibilidade de recurso ou não (figura 16).

A instalação provisória em ruas de terra normalmente está condicionada ao atendimento às necessidades diárias do morador, como a constante adaptação da profundidade das tubulações para eles ficarem menos superficiais após a passagem do trator, de modo que estas tubulações não corram o risco de serem quebradas. A quebra de tubulações e o não uso de caixas de gordura provocam entupimento em outros pontos da rede instalada. Para evitar que esta água entre nas residências, a vistoria e a manutenção são, evidentemente, necessárias. Outra prática que observamos no território foi a execução de uma calha de condução das águas, pois a tubulação estava quebrada, com o vazamento de água entrando nas residências. Neste caso, vale apontar que se tratava de uso coletivo de tubulações, cuja decisão de conserto era adiada em função da dificuldade deste coletivo para realizar a manutenção.

Figura 16 - Critério praticidade do sistema



Fonte: PEU, 2019

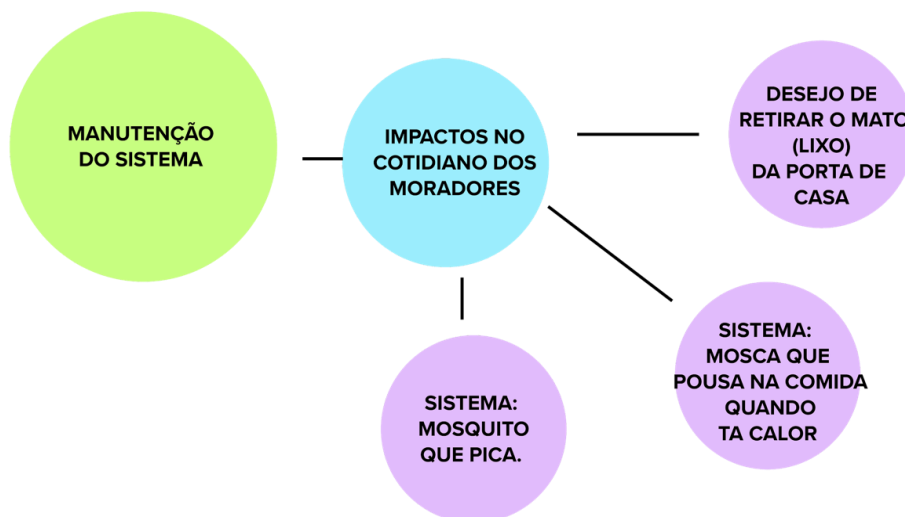
No caso de limpeza da caixa de gordura, alguns moradores relataram o desejo que estas tenham uma peneira para realizar a separação das impurezas e evitar que elas caiam nas tubulações. Já no manejo das bombonas, o local acumula muitos resíduos de pia e chuveiro, os moradores colocam caramujos para que estes bichos desempenhem a função de comer estes resíduos.

Pelos relatos de alguns moradores que participam das discussões para a implantação do sistema de tratamento de águas cinzas da Rua Diva, era um desejo que as águas da via fossem encaminhadas, sem tratamento, direto para a vala que rodeia a ocupação. A posição das casas e o caimento da rua em relação à localização da vala iriam proporcionar essa estratégia. Ainda segundo os moradores, adotar o lançamento direto iria “resolver mais” pelo fato de não ser algo que precise de manutenção e que possa entupir, como o sistema. Essa expectativa de encaminhar as águas de uma maneira mais rápida pode ser vista também na prática de apenas jogar as águas para baixo, sem mobilizar muitos recursos para a condução das águas na parte de cima do terreno.

A falta de recursos econômicos e não econômicos também é enxergada pelos moradores como uma condicionante da execução de obras rápidas, sem requerer grandes esforços para elaboração de um projeto detalhado, de modo que se possa agilizar e “pular a parte do projeto bonitinho”.

13: Manutenção do sistema

Figura 17 - Critério manutenção do sistema



Fonte: PEU, 2019

Para o manejo do sistema após sua implantação, os moradores são motivados pelos impactos no seu cotidiano (figura 17). O desejo de retirar o mato, ou o que eles chamam de lixo, na frente da porta de casa, faz com que eles limpem o excesso de plantas que o sistema abriga. A presença de “mosquito que pica” ou de “mosca” que pousa na comida é um fato que ocorre devido a falta de limpeza das bombonas. Para evitar que isso se torne corriqueiro no seu dia-a-dia, em épocas de muito calor, por exemplo, os moradores que se incomodam com tal situação limpam o sistema. Há relatos também de preocupação dos moradores com a água limpa parada nas tampas das bombonas, que exige o trabalho de retirá-las para evitar a propagação do mosquito da dengue.

14: Eficiência de qualquer outro sistema de urbanização

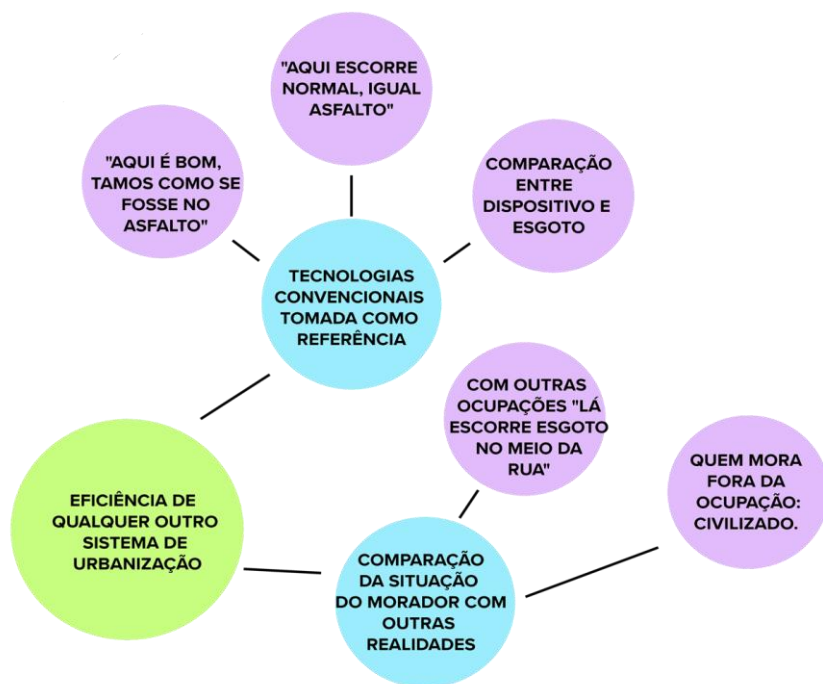
Como critério para interação com um dispositivo sustentável, é levado em consideração a eficiência de qualquer outro sistema de urbanização como base de comparação ou referência do que pode ser aplicável ou não no território (figura 18).

A referência em tecnologias convencionais da cidade do asfalto ainda é muito comum na fala dos moradores, que consideram ser essa estrutura de urbanização como a normal ou a boa, e fazem comparação dos dispositivos descentralizados com o sistema de esgotamento tradicional da malha formal.

A comparação com outras realidades pode ser empregada também como um critério de motivação para que os moradores planejem as estratégias. Quando compara a sua comunidade com outras ocupações por exemplo, eles consideram que o fato de não ter esgoto correndo no meio da rua é uma motivação para o engajamento com uma TUS; já em outros momentos, alguns moradores afirmam que quem mora na comunidade não é civilizado, sendo um empecilho para esse engajamento e funcionamento pleno da tecnologia.

Há de se considerar também a experiência do morador que trabalha com manutenção de estradas de terra em área rural. Infelizmente, este conhecimento não é incorporado pela vizinhança, a despeito das estratégias que ele usa para retirar a força das águas e para fazê-la infiltrar no solo, como as canaletas escavadas terminando em bigodes nas ruas de terra.

Figura 18 - Critério de qualquer outro sistema de urbanização



Fonte: PEU, 2019

APERFEIÇOAMENTO SEGUNDO CRITÉRIOS DOS TÉCNICOS

O aperfeiçoamento da tecnologia baseado em pressupostos técnicos se dá pelo conjunto de estudos de questões disponibilizadas em ampla bibliográfica (NASCIMENTO, N; BAPTISTA, M. 2009; PHILLIPS, 2005; BAPTISTA, M., NASCIMENTO, N., & BARRAUD, S., 2005; TEIXEIRA, 1999; MELO, et al. 2016; SOUZA, 2002), das percepções/experiências anteriores dos pesquisadores e, também, das descobertas em campo.

Na organização destes pressupostos, além de considerar os critérios técnicos estudados, como **o processo de infiltração e escoamento superficial da água; localização e implantação do dispositivo; pressuposto da forma e dimensão**), consideramos também **as características da urbanização da ocupação urbana e da organização social dos moradores**.

15: Processo de infiltração e escoamento superficial das águas

O caminho natural das águas faz parte do ciclo hidrológico. As águas presentes na natureza circulam pelo ar, superfície terrestre (córregos, rios, etc) e no subsolo; essas águas sofrem o processo de transpiração e evaporação e são conduzidos para o processo de condensação ou formação das chuvas; com isso ocorre a precipitação e essas águas retornam para a superfície terrestre, sendo que parte da água retorna ao lençol freático pelo processo de infiltração e quando saturado o solo, outra parte fica armazenada na superfície.

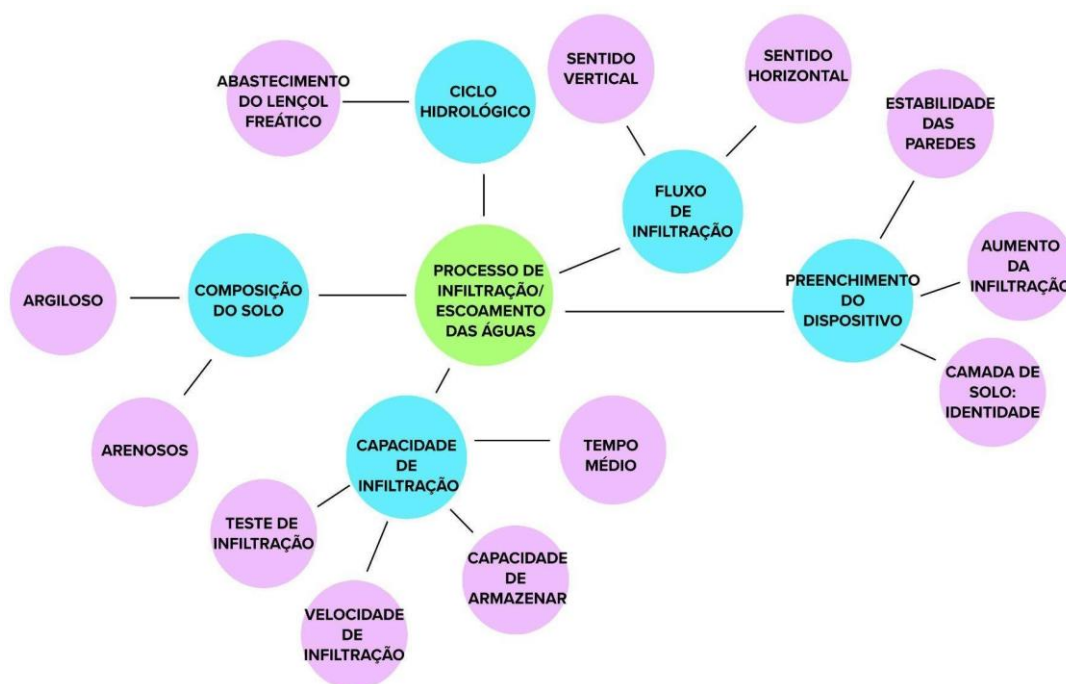
A infiltração é o processo pelo qual a água penetra no solo através da superfície, sendo que a velocidade de infiltração está diretamente ligada ao comportamento do solo (caracterização geológica). Solos que possuem em sua composição grande quantidade de argila, solos argilosos, apresentam taxa de permeabilidade menor e a capacidade de retenção e armazenamento de água maior. Já os solos arenosos, por apresentarem os poros mais espaçados, possuem menor capacidade de armazenamento das águas e velocidade de infiltração maior. Além da estrutura do solo, outros fatores influenciam na infiltração, como o clima, a presença de cobertura vegetal e a porosidade (MELO, *et al.* 2016).

A capacidade de infiltração do solo é um fator fundamental no momento de execução dos dispositivos de gestão das águas, pois demonstra com qual velocidade irá ocorrer o processo de infiltração, qual o tempo médio do dispositivo se esvaziar e qual a capacidade de receber as águas da chuva pontualmente. Este dado pode ser calculado a partir do teste de infiltração realizado localmente, pois a composição do solo pode alterar de área para área. Deve-se considerar também o fluxo da infiltração hídrica no solo em duas dimensões (NASCIMENTO, N; BAPTISTA, M. 2009), tanto no sentido vertical, mas também horizontal, nas paredes dos dispositivos, sendo que é relevante considerar as proporções de volumes infiltrados entre as áreas de infiltração. O preenchimento dos dispositivos de infiltração forçada com material granular, como brita ou entulhos, potencializam a infiltração das águas e geram estabilidade para paredes laterais. É indicado também a colocação de camadas

de solo existente no local e intercaladas com o material de preenchimento, para que o solo não perca sua identidade e assim mantenha a estabilidade. A adição de uma camada de areia ou manta geotêxtil na parte superior ajuda na retenção de resíduos sólidos e materiais poluentes, prolongando a vida útil do dispositivo, ao evitar o seu entupimento.

Após a saturação, as águas da chuva - que não participam do processo de infiltração no solo - escorrem superficialmente. Nas ocupações urbanas, a implantação de dispositivos de infiltração forçada, levando em consideração a microbacia, colabora com a redução do volume e consequentemente da velocidade do escoamento superficial das águas. O objetivo é desacelerar os processos da erosão em ruas não asfaltadas e também evitar alagamentos em áreas de fundo de vale, que acumulam sedimentos. A infiltração proporciona reabastecimento das águas subterrâneas, que ao passar do tempo, podem aproximar o lençol freático da superfície e trazer o acesso a água de qualidade para os moradores (figura 19).

Figura 19 - Pressuposto processo de infiltração/escoamento das águas



Fonte: PEU, 2019

16: Localização e implantação

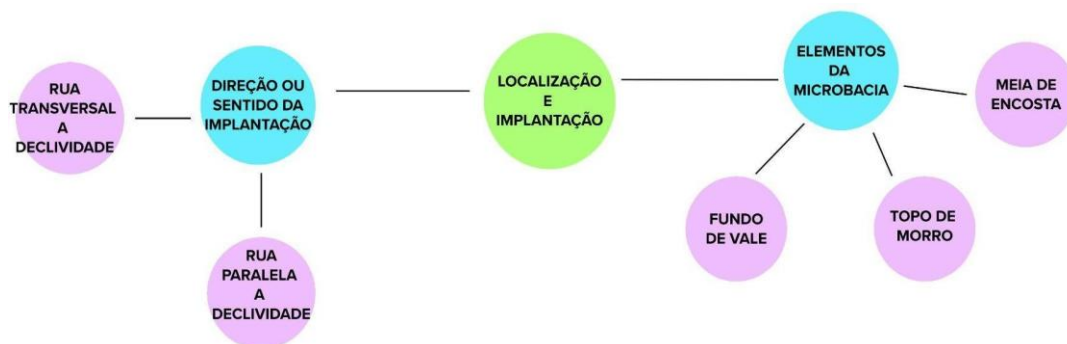
Os dispositivos de urbanização sustentáveis podem ser concebidos, planejados e executados segundo a organização dos moradores, considerando a experiência que eles têm do território (figura 20). A implantação deve considerar a localização estratégica, do ponto de vista dos moradores. Segundo os moradores, a localização deveria evitar lugares com acúmulo de água,

enxurradas, proximidade com um olho d'água e com construções.

A localização de acordo com elementos da microbacia - topo de morro, meia encosta e fundo de vale (TEIXEIRA, 1999) parte da ideia do caminho das águas, que impactam as ruas, espaços públicos e os lotes dos moradores. Na parte de cima da encosta, é importante pensar estratégias de infiltração e direcionamento para reduzir o volume e velocidade de parte das águas superficiais que descem. Nas linhas de drenagem (onde as águas correm naturalmente), a infiltração das águas pluviais ao longo do caminho objetiva reduzir os processos erosivos ao longo de ruas e também conter os resíduos sólidos antes de eles chegarem no fundo do vale. Nas áreas mais baixas, devido à proximidade do lençol freático, dispositivos de infiltração forçada não tem funcionalidade. Ainda no fundo do vale, o retorno das águas superficiais para olhos d'água pode ser conduzido com cuidado, com a construção de valas de drenagem.

A decisão da direção ou sentido da implantação dos dispositivos em ruas de terra devem ser tomadas pensando nas possíveis consequências para a rua como aumento da erosão ou comprometimento da capacidade de infiltração de um local. Quando a rua é transversal à declividade da encosta, deve-se avaliar a construção de valas na lateral das ruas para impedir que outros processos de erosão se iniciem. Nas ruas paralelas à declividade, os dispositivos implantados no sentido longitudinal facilitam o fluxo superficial das águas da chuva, que pode ser conduzido para os poços de infiltração para iniciar o processo de infiltração.

Figura 20 - Pressuposto localização e implantação



Fonte: PEU, 2019

17: Forma e dimensão

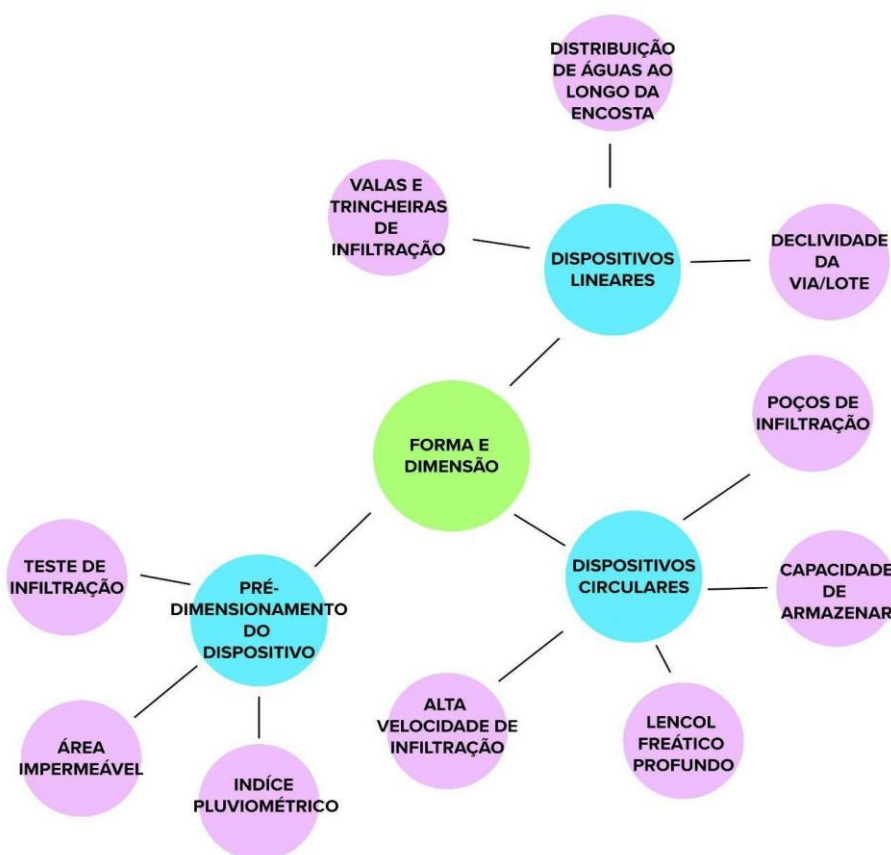
Arelado a outras questões territoriais como a caracterização do solo e a localização na microbacia, os dispositivos de infiltração forçada devem ter suas formas definidas de acordo com a disponibilidade de espaço e o uso e a ocupação local (figura 21). Os dispositivos lineares, como as valas e trincheiras de infiltração, são projetados para que o fluxo de água se distribua ao longo da encosta, e pressupõe principalmente o armazenamento das águas para posterior percolação no solo (MELO, *et al.* 2016). Quanto maior a declividade do

local maior a velocidade do escoamento superficial da água, sendo indicado que a superfície do dispositivo, evidentemente, seja maior no comprimento linear para a captação.

Já os dispositivos circulares, como os poços de infiltração, induzem a concentração das águas pontualmente, pressupondo que após a saturação do solo, as águas pluviais poderão ficar armazenadas no recipiente por algum tempo. Segundo Souza (2002), os poços de infiltração possuem a vantagem de serem executados onde a camada superficial do solo é pouco permeável, mas as camadas mais profundas apresentam infiltração adequada. Sua implantação é recomendada em locais em que o lençol freático é mais profundo (no mínimo uma distância de 30cm da base do recipiente ao lençol freático) e em solos com velocidade de infiltração alta. A forma circular de um dispositivo vertical e pontual traz vantagens em relação a sua implantação no contexto das ocupações, pois podem ser executados na frente das casas dos moradores, nas ruas ou nos espaços de uso comum, ocupando menos área e se integrando ao desenho da via.

O pré-dimensionamento dos dispositivos de drenagem e infiltração forçada é feita levando em consideração a bacia de contribuição local (índice pluviométrico e área impermeabilizada) e o comportamento do solo medindo a capacidade de infiltração pontual, pelo teste de infiltração (ABNT,1993).

Figura 21 - Pressuposto forma e dimensão



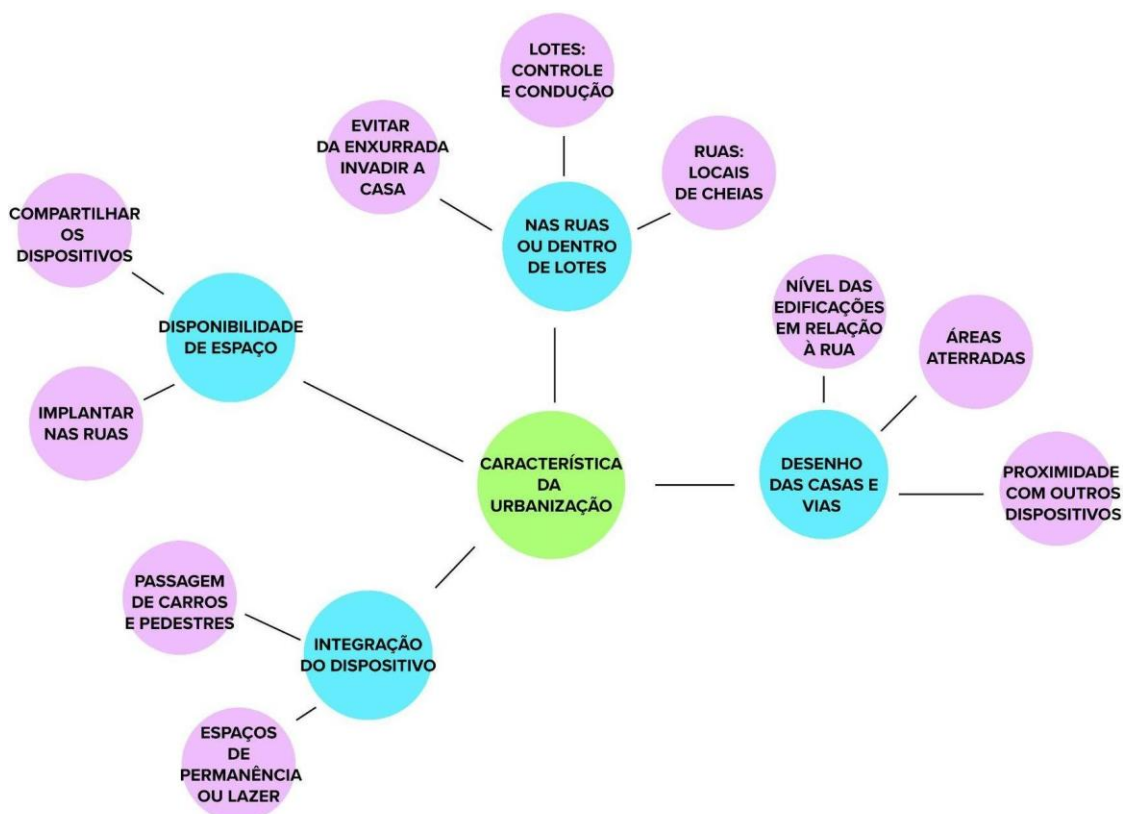
Fonte: PEU, 2019

18: Características da urbanização

Os impactos provenientes da urbanização do território envolvem o aceleração do processo de erosão e assoreamento e se faz necessário pensar em uma gestão das águas e dos resíduos sólidos condizente com a capacidade de suporte do sítio, que priorizem o comportamento natural das águas (BAPTISTA, et al. 2005). Do ponto de vista de Teixeira (1999), os aspectos da infraestrutura, como o comportamento geológico, condicionam a densidade de construções e edificações, sendo intermediado por meio das soluções de esgotamento e drenagem.

Nas ocupações urbanas, as áreas vazias ou permeáveis existentes são locais de amortecimento de cheias que os moradores identificam como áreas para recebimentos das águas, objetivando a recuperação de córregos poluídos, das áreas degradadas, etc. Dentro dos lotes, os moradores adotam estratégias de controle e condução integrada das águas pluviais para evitar a entrada das enxurradas em suas casas e trincas na estrutura de suas casas (figura 22).

Figura 22 - Pressuposto características da urbanização



Fonte: PEU, 2019

As características da urbanização são um fator importante para os moradores na execução de dispositivos sustentáveis. Em um processo de autoprodução do espaço, o longo período de construção e consolidação do

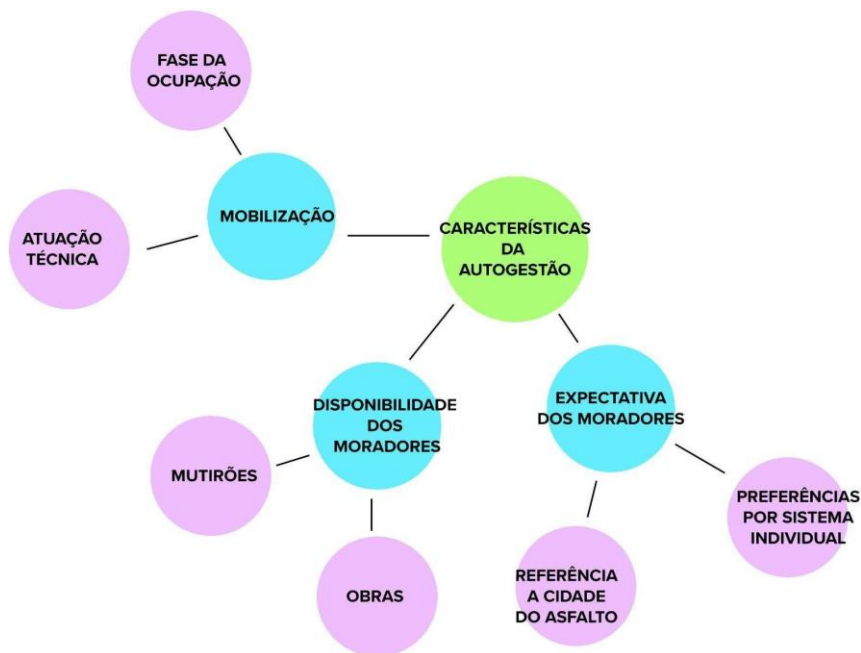
lugar, as demandas se requalificam de acordo com os diferentes contextos e pessoas envolvidas, ao longo do processo. Na execução das valas de drenagem ou poços de infiltração, os moradores solicitam uma implantação que se integre com o desenho da rua, permitindo a passagem de carros e de pedestres. Estes dispositivos são elementos que potencializam um cuidado com a frente dos lotes, integrando-os a espaços de permanência como bancos, jardins, etc.

A implantação de dispositivos é condicionada pelos moradores de acordo com o desenho da rua e da casa: as edificações que se encontram abaixo dos níveis da rua não podem ter muito perto de suas fundações aparatos permeáveis, pois a infiltração das águas pode desestabilizar as estruturas. No caso da existência prévia de áreas aterradas, fossas sépticas, círculos de bananeiras ou outras estruturas permeáveis que saturam o solo urbano, é importante que os dispositivos permeáveis mantenham certa distância destes para não comprometer a capacidade de infiltração do recipiente e desestabilizar o solo.

A expansão da urbanização com o aumento das construções e diminuição do espaço de quintal indica a tendência de implantação dos dispositivos nas ruas ou, até mesmo, de compartilhamento destes dispositivos por mais famílias.

19: Característica da organização social

Figura 23 - Pressuposto característica da organização social



Fonte: PEU, 2019

Em espaços autoproduzidos, a autogestão é uma possibilidade. Considerando as etapas de formação da ocupação urbana, os moradores se mobilizam de diferentes maneiras, a partir da necessidade e da urgência (figura 23). No início da ocupação, a mobilização de alguns moradores para adotar um

discurso agroecológico como forma de legitimidade da ocupação ocorreu a partir da construção de oficinas de formação, mutirões para construção de círculos de bananeiras ou sistemas de esgotamento descentralizados, encontros de moradores e técnicos para criação de grupos produtivos (TOFANELLI, 2018), etc. Esses movimentos contaram com a mobilização e a assessoria técnica do Agroecologia da Periferia e Brigadas Populares. Neste momento, houve uma presença muito forte de apoiadores técnicos como mobilizadores ou agentes de convencimento para “puxar” mutirões e organizar os moradores, a partir de temáticas específicas.

Já em 2019, quando o grupo PEU iniciou a assessoria no território, observamos que cada morador já possuía suas prioridades, como trabalhar, cuidar da família, etc. Assim, os dias de obra são organizados no meio da semana, com cada morador trabalhando e se organizando a partir de seu horário disponível.

Em nosso trabalho de campo, surgiu a hipótese de que a resistência dos moradores em relação a TUS está relacionada à experiência anterior que eles tiveram, com dificuldades de manejo e manutenção, enfrentadas em relação a outros dispositivos já implantados no território. Nos pareceu que os aspectos identificados ao longo deste trabalho não foram enfrentados pelos coletivos de moradores e técnicos que se formaram para realizar os trabalhos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo da experiência dos que vivem e se relacionam cotidianamente com o dispositivo, elaboramos diretrizes para urbanização em espaços autoproduzidos, no que se refere à gestão de águas e resíduos. É fundamental:

- evidenciar o conhecimento dos moradores sobre o caminho das águas e seus impactos, em conjunto com as questões de escoamento e infiltração das águas;
- negociar a mobilização a ser realizada por grupos de moradores, liderança, técnicos e grupos apoiadores, a partir da disponibilidade de tempo e recurso de cada um;
- evidenciar no campo, com os moradores, critérios de localização das TUS e seu desenho técnico a partir da capacidade de infiltração no solo e desenho das casas e espaços de uso comum, com vista a promover adaptações;
- explicitar a importância de se cuidar da instalação da ligação das residências às TUS, tanto quanto o próprio sistema;
- atentar para as questões que abrangem a expectativa dos moradores e de seu engajamento, este último está relacionado ao caráter de utilidade, credibilidade, praticidade, reuso e operação do sistema;
- se ater para as características de urbanização do local, para a escolha da forma e dimensão do dispositivo, considerando a sua integração com o lote e a rua;
- discutir as questões de credibilidade que são dadas pelo nome da instituição

que propõe o sistema, pelo acompanhamento de técnicos e pela comparação com outras realidades e referências;

- avaliar coletivamente a praticidade em função da disponibilidade de tempo e de recursos, além da possibilidade de compartilhamento de dispositivos entre familiares e pessoas próximas, o que pode facilitar a manutenção;
- negociar a manutenção segundo a responsabilidade de quem propõe o sistema, de quem é beneficiado e de quem está ligado diretamente a ele. No cotidiano, a manutenção vai além da limpeza dos filtros e abrange o cuidado com o acúmulo de vegetação e insetos, estes últimos podem transmitir doenças.

O intuito é que estas diretrizes sejam apropriadas pelos coletivos que se formam nas ocupações urbanas (técnicos especialistas, grupos apoiadores, moradores, etc.), no momento de implantar uma TUS. Enquanto tecnologias descentralizadas e enraizadas nos territórios, elas demandam muito trabalho desse coletivo. Em territórios autoproduzidos, a fim de as TUS saírem de um estágio experimental, baseado em projetos liberais para solicitação de recursos, vale desenhar novas formas de organização e gestão coletiva desses cuidados ambientais entre moradores, assessores técnicos e também o poder público. A disseminação das TUS exige a implantação de políticas de reconhecimento das atividades que envolvem a operação e a manutenção dos dispositivos, os cuidados ambientais, o aperfeiçoamento dos modelos, segundo uma gestão compartilhada e territorializada.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7229. Projeto, construção e operação de tanques sépticos. 1993, 15p.

BAPTISTA, M., NASCIMENTO, N., & BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. Porto Alegre, 2005.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei n. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

CARVALHO, E. T. **Geologia urbana para todos**: uma visão de Belo Horizonte. Belo Horizonte: 1999. 175p.

_____. **Plano Global para a área do Isidoro**. Estudos Geológicos. Belo Horizonte: GEOLURB - Geologia Urbana de Reabilitação LTDA., 2000.

COSTA, Heloisa Soares de Moura. Desenvolvimento urbano sustentável: uma contradição de termos? **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais** (ANPUR). Recife, 1999, p. 55-71.

MARICATO, E. Contribuição para um plano de ação brasileiro. In: BONDUKI, N.

(org.). **Habitat**. São Paulo: Nobel 1996.

MELO, T. DOS A. T. de; COUTINHO, A. P.; SANTOS, J. B. F. dos; CABRAL, J. J. da S. P.; ANTONINO, A. C. D.; LASSABATERE, L. **Trincheira de infiltração como técnica compensatória no manejo das águas pluviais urbanas**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 3, p. 53-72, jul./set. 2016. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

NASCIMENTO, N. O.; BAPTISTA, M. B. **Técnicas Compensatórias em Águas Pluviais**. In: RIGHETTO, A. M. (Coord.). Manejo de Águas Pluviais Urbanas. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

PENNA, et. al. **O político-pedagógico na prática: como faz-pensando o Escritório de Integração do Curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC Minas**. In: Na cidade: micropolíticas e modos de existência/ organizadores Adriana Maria Brandão Penzim; Robson Sávio Reis Souza; Claudemir Francisco Alves. Belo Horizonte: Editora PUC Minas, Nesp, 2019. (Cadernos Temáticos do Nesp; n. 9).

PHILLIPS, Ann Audrey (org.). City of Tucson - **Water Harvesting Guidance Manual**. Tucson, Arizona, 2005.

SILVA, M. M. A. **Água em meio urbano, favelas nas cabeceiras**. 2013. Tese (Doutorado). Núcleo de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFMG, Belo Horizonte: 2013.

SOUZA, Vladimir C. B. **Estudo experimental de trincheiras de infiltração no controle da geração do escoamento superficial**. 2002. 127 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hídricas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

TAROZZI, Massimiliano. **O que é a GROUNDED THEORY? Metodologia de pesquisa e de teoria fundamentada nos dados**. Petrópolis, RJ; Vozes, 2011.

TOFANELLI, Vivian. **DOS TRABALHOS COLETIVOS AOS COLETIVOS DE TRABALHO: uma experiência agroecológica em uma ocupação urbana**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Minas Gerais; 2018.