

CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES QUE INFLUENCIARON EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE 3 VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN ADOBE. CASOS ASENTAMIENTO RURAL SEPÉ TIARAJÚ Y PIRITUBA II, SÃO PAULO – BRASIL.

Mauricio Guillermo Corba Barreto (1); Akemi Ino (2)
HABIS – Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade – USP/UFSCAr.
São Carlos – SP – Brasil
Tel: (+55) 16-3373 9304, Fax (+55) 16-3373 9304
(3) e-mail: macorito710@yahoo.com.br
(4) e-mail: inoakemi@sc.usp.br

Tema 4: Arquitectura de tierra en el contexto del desarrollo sostenible

Palabras-clave: Asentamientos Rurales, Vivienda Interés Social, Adobe

Resumen

El siguiente trabajo aporta a los procesos de desarrollo de proyectos que traten sobre la habitación de interés social en un contexto de asentamientos rurales, como insumo a la mejora de procesos constructivos definidos en proyectos habitacionales que ayuden a promover las soluciones y necesidad de vivienda a personas de bajos recursos. El objetivo general del trabajo es clasificar las variables que influenciaron en el proceso constructivo de 3 viviendas de interés social en adobe para establecer categorías que ayuden posteriormente, a entender las dinámicas de producción de vivienda en medio rural sin tradición de adobe. Para desarrollar el trabajo fue necesario: a) rescatar y levantar diversas fuentes de evidencias como relatos, fotografías, entrevistas y documentos de planeamiento de las acciones así como la creación de bases de datos para sistematización de las informaciones; b) revisión de literatura para definir parámetros de referencia c) identificación de criterios de clasificación; d) Definición categórica de variables; y e) Delimitación de las variables por medio de conceptos en relación a cada caso. A estas etapas se le suma la incorporación de la estrategia de investigación: *investigación-acción* y el estudio de caso múltiple. Los resultados se refieren a una tabla indicativa de variables en relación a las unidades de análisis identificadas y consecuentemente la determinación de conceptos para delimitación de variables a partir de análisis correlacionados. Por otro lado la identificación de variables más detalladas sobre las etapas constructivas.

8. INTRODUCCIÓN

El trabajo desarrollado se enmarca dentro de los debates científicos sobre la vivienda y el rescate de las prácticas más sustentables, como el uso de materiales provenientes de recursos renovables en la producción habitacional rural. En Brasil existe una relación directa con los asentamientos rurales de reforma agraria, donde se busca transferir el conocimiento técnico de otros procesos constructivos para las familias asentadas, como otra alternativa a los ladrillos y bloques cerámicos los cuales han sido los materiales más empleados en los conjuntos habitacionales brasileiros.

Las construcciones con adobe o bloques de suelo se extendió por todos los climas cálidos-secos, subtropicales y templados del planeta (Minke, 2001, p.72) además se destaca como uno de los materiales cuyo insumo es local, emplea poca energía en su producción, posee capacidad estructural y además ayuda a generar ambientes con aislamiento térmico y acústico.

A pesar de la antigüedad de esta técnica, se tienen pocas referencias latinoamericanas tanto positivas y negativas que debatan su inclusión en las soluciones del déficit y la calidad de la vivienda rural desde enfoques que detallen los complejos procesos que esta tecnología manifiesta ya sea en lugares con tradición o en lugares que nunca tuvieron las posibilidad de ese conocimiento y aplicación de la tierra como material de construcción.

La construcción de casas de adobe, como resultado del estudio científico de sus materiales y de procesos de fabricación y organización, se puede encuadrar para contrastarlo directamente con lo que actualmente se llama de tecnología social. *La tecnología social otorga criterios que ayudan a los análisis de propuestas como el prestar atención a las demandas sociales concretas vividas e*

identificadas por la población; proceso democrático y desarrollado a partir de estrategias especialmente dirigidas para movilizar y generar participación de esa población y de otros actores involucrados; planeamiento, aplicación o sistematización de conocimiento de forma organizada; producción de nuevos conocimientos a partir de la práctica; acogimiento de la sustentabilidad económica, social y ambiental y generación de aprendizaje que sirve de referencia para nuevas experiencias.(Rodrigues y Barbieri, 2008, p.1082)

Neves (2004) destaca que no existe, en el campo de la construcción civil, instituciones con un fin específico de difusión y de transferencia de tecnología social. Generalmente la generación de este tipo de tecnología acontece en instituciones de investigación y universidades, la cual se presenta de formas diferentes según la región donde se implementan estas transferencias. Este proceso de clasificación se introduce como una etapa de reconocimiento detallado que ayuda al entendimiento de la tecnología social, pues lo promueve, lo complementa y lo aclara. Con este trabajo se pretende contribuir para la reflexión sobre el uso del adobe en viviendas rurales en un proceso participativo de construcción y lo que esto implica en la transferencia de conocimiento por medio de la investigación, la asesoría técnica y la extensión de la Universidad en diferentes realidades sociales.

El objetivo general del trabajo es clasificar las variables que influenciaron en el proceso constructivo de 3 viviendas de interés social en adobe para establecer categorías que ayuden posteriormente, a entender las dinámicas de producción de vivienda en medio rural sin tradición de adobe, usando materiales más sustentables.

9. ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN Y MÉTODO DE ESTUDIO

2.1. Contexto de la investigación

La estrategia de investigación utilizada por el Grupo Habis (Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade – EESC/USP e UFSCar), tanto en el proyecto desarrollado en el Asentamiento Rural Pirituba II como en el Asentamiento Rural Sepé Tiarajú, fue el de Pesquisa-ação (Investigación-Acción).

La Investigación-Acción agrega varios métodos y técnicas de investigación social conforme a cada fase u operación del proceso de investigación, existiendo técnicas para coleccionar e interpretar datos, resolver problemas, organizar acciones, y otras. *En la Investigación-acción, los investigadores recurren a métodos y técnicas de grupos para lidiar con la dimensión colectiva e interactiva de la investigación y también técnicas de registro, de procesamiento y de exposición de resultados.* (Thiollent, 2000, p.26).

2.2. Estrategia de estudio de caso e caso múltiple:

En consecuencia del método anterior se propone un estudio de caso el cual: *se sitúa en un contexto real, complejo, que requiere de acciones por parte de las personas implicadas, donde ellas mismas demandan ciertas intervenciones esenciales y otras complementarias. Así, pasamos de una situación de crisis a una transformación del medio para atender un equilibrio más constante.* (Morin, et al., 2007, p. 74) y que implica el estudio de varios casos para poder reforzar las evidencias analizadas de tal manera que ayude a encontrar modelos de similitud en los diversos contextos posibles.

Los proyectos de investigación que incluyan la estrategia de estudio casos múltiples presentan varias ventajas y desventajas en comparación a los proyectos de estudio de caso único. Las evidencias resultantes de casos múltiples son consideradas mas convincentes, y el estudio global es visto, por consiguiente, como algo más robusto (Herriott and Firestone, 1983, in Yin, 2005, p. 68). Con base en lo anterior cada caso debe servir a un propósito específico y no se debe pensar erróneamente que los casos múltiples al ser semejantes responden solamente a un levantamiento o que son simplemente sujetos múltiples dentro de un experimento, como se fuesen muestras de laboratorio. “Cualquier aplicación de esa lógica de muestreo a los estudios de caso estaría mal direccionada. Primero, los estudios de caso, en general, no deben ser utilizados para evaluar la influencia de los fenómenos. Segundo, un estudio de caso tendría que tratar tanto del fenómeno de interés como de su contexto, produciendo un gran número de variables potencialmente

relevantes. Esto acabaría exigiendo, sucesivamente, un número inconcebiblemente de grandes casos, tan grande que no permitiría una evaluación estadística de las variables relevantes, y tercero, si una lógica de muestreo tuviera que ser aplicada a todos los tipos de investigación, muchos tópicos no podrían ser empíricamente investigados" (Yin, 2005, p. 68)

2.3. Etapas generales de la investigación:

Para desarrollar el trabajo fue necesario: a) rescatar y levantar diversas fuentes de evidencias como relatos, fotografías, entrevistas y documentos de planeamiento de las acciones así como la creación de bases de datos para sistematización de las informaciones; b) revisión de literatura para definir parámetros de referencia c) identificación de criterios de clasificación; d) Definición categórica de variables; y e) Delimitación de las variables por medio de conceptos en relación a cada caso. Los resultados se refieren a: a) tabla indicativa de variables y consecuentemente la determinación de conceptos para delimitación de variables, b) Análisis correlacionados, y c) indicaciones para futuros planeamientos con características similares.

10. CARACTERIZACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS RURALES

10.1 Asentamiento Rural Pirituba II

Este Asentamiento es uno de los 168 asentamientos contabilizados por el Instituto de Tierras del Estado de São Paulo (ITESP) ocupados por un 10.000 familias aproximadamente. Este asentamiento se encuentra en un área que ocupa una parte del municipio de Itapeva (áreas I y IV) y otra del municipio de Itaberá (áreas II, III y V), situados en el suroccidente del estado de São Paulo, región que presenta una gran concentración de florestas plantadas y, al mismo tiempo, bajos indicadores sociales.

El grupo Habis coordinó el Proyecto Inovarural (Vivienda rural con innovación en el proceso, gestión y producto), acompañando el proceso de construcción de 41 casas con pared de bloque cerámico y una casa de adobe en el periodo de 2003 a 2005.

El proceso de selección del material transcurrió a lo largo de casi un año, pasando por varias capacitaciones y definición de la tipología de vivienda. De las 54 familias que participaron de las reuniones, 28 se interesaron por el adobe, y las demás prefirieron bloques cerámicos y madera. El principal interés por el adobe fue su bajo costo. Posteriormente con la posibilidad de acceder a un recurso financiero adicional para la construcción de las casas, muchas familias desistieron del adobe permaneciendo apenas una familia (ver figura 1).

10.2 Asentamiento Rural Sepé-Tiaraju

Este asentamiento se ubica en el municipio de Serra Azul, nororiente del estado de São Paulo. Se organiza en 4 núcleos y es compuesto por aproximadamente 20 familias cada uno. En este Asentamiento están siendo construidas 77 casas en 3 tipologías diferentes: una de 2 cuartos, otra de 3 cuartos (ambas en bloque cerámico) y una tercera de 3 cuartos con materiales alternativos. Entre estos materiales esta la tierra cruda, presente en las técnicas de BTC (Bloque de Tierra Comprimido), adobe, y bahareque.

Además de estas técnicas se están realizando experimentaciones con otros materiales, tales como la estructura en eucalipto rollizo y fundación en piedra. Al igual que en el otro asentamiento, se presentaron dificultades relacionadas al financiamiento y a la organización colectiva de las familias, esto llevó a que posteriormente 2 familias aceptaran construir su casa de adobe. De estas dos familias una se anticipó e comenzó a producir los adobes y levantó rápidamente las paredes de su casa, justificando la ansiedad de tener una casa terminada para no pasar más un periodo de lluvias durmiendo en un barraco y en precarias condiciones. Esta prisa en la producción de los adobes y en la elevación de la pared no posibilitó el debido acompañamiento por el grupo asesor, reduciendo la capacidad de interferencia. Esta situación hizo con que la familia utilizara composiciones de tierra y estabilizantes diferentes tanto en la producción del adobe como en la masa para asentar las hileras de la pared, así como métodos inadecuados de secado, entre otras, provocando el colapso de las paredes (ver figura 2). La otra familia actualmente construye su casa en adobe, atravesando por varias dificultades económicas,

personales y técnicas que han atrasado considerablemente el rendimiento eficaz de la obra (ver figura 3).

11. DESCRIPCIÓN DE CADA CASO

4.1. Caso A-Pirituba II

En cuanto a la relación entre el investigador, familia y asesoría técnica: Durante algunas etapas de la producción de adobe y de la elevación de la pared la asesoría de los investigadores no fue continua, en algunos casos por falta de recurso y en otros por el trabajo acelerado del morador. Este morador siempre estuvo con buena disposición a las sugerencias de los investigadores, a pesar que varias etapas fueron definitivamente realizadas por el conocimiento popular del propio morador, como ejemplo, el revoco el cual fue hecho de cemento y arena. La familia representó un grande apoyo en los avances y en las decisiones con respecto a la construcción de la casa. Los investigadores realizaban oportunamente los proyectos y mantenían constante comunicación con el morador. El Asentamiento quedaba a una distancia de cuatro horas y media de la Universidad, factor que no imposibilitó, con grande esfuerzo, las visitas casi semanales al Asentamiento, obviamente gracias al recurso de la investigación. Actualmente el morador y su familia habitan la casa.

En cuanto a las características del adobe: la producción total de adobes fue 5.141, con posibilidad de ser producidos en 25 días con un equipo promedio de cuatro personas. El tipo de energía utilizada fue humana y solar, el tipo de mano de obra fue colectiva y familiar, el lugar y cantidad de extracción de la materia prima fueron 25m³ e suelo (cerca a la vivienda); 612 kg de cascara de arroz (residuo agrícola). La dimensión interna del molde para hacer los adobes fue de 15cm x 11cm x 30cm. El adobe obtuvo dimensiones de 14.2cm x 9,9cm x 29cm, estabilizado con cascara de arroz con proporción de 2:1 tierra:cascara, este adobe alcanzó una resistencia a compresión de 1,42 Mpa. En el comienzo los adobes estaban siendo producidos con un alto grado de humedad, pero fue corregido a tiempo. Varios adobes, por decisión del morador, fueron realizados sin previo descanso del barro, dado que el morador afirmaba demorar mucho tiempo en la producción de los adobes. Sin embargo la mayoría de los adobes tuvo un razonable proceso de producción.

En cuanto a la elevación de la pared: la productividad fue de 1,5horas del trabajador por m², la cantidad de adobes por m² fue de 30, con una dimensión de junta vertical y horizontal de 1,5cm a 2,5cm, el costo de la pared fue de R\$ 0,42 reales el m², el tiempo total de construcción de la pared fue de 1 mes, con un área total de 308.45m², las herramientas usadas fueron: andamio, palustre, azadón, balde, carretilla, plumo, nivel, escalera, 3 tablas, línea y cinta métrica. La argamasa de asentamiento se realizó en un poso a 1m de la casa y la cantidad vario por depender de cuantos adobes eran asentados por día. Fueron 4 posos de 1,30m de radio y 0,50m de profundidad. La dosificación de la argamasa para asentar las 3 primeras hileras fue de solo tierra y agua, y las demás fue de la misma proporción de fibra y tierra que el adobe pues la retracción era mucho menor.

Fue realizado el humedecimiento de los adobes en el momento de asentarlos, y la cantidad de hileras totales hasta la cumbrera fue de 32 hileras, en la fachada siguiente de 23 hileras, y en la fachada más baja 19 fiadas. Algunas esquinas quedaron en algunos lugares fuera de plomo y escuadra de 3cm, el cual fue corregido con el revoco posteriormente. Fue realizada la limpieza de la superficie de la cimentación. No fue realizado un proyecto de modulación de las hileras ocasionando que algunas hileras no tuvieran un trabamiento suficiente. Las esquinas fueron amarradas con hierro de 40cm en cada dirección, y la espesura del hierro fue de 5mm, colocándose tal hierro a cada 3 fiadas. Fueron realizadas primero las esquinas y después se iba levantando al mismo tiempo el resto de hileras por todo el perímetro de la casa. Las alturas totales de las paredes fueron: hasta la cumbrera 3,73, hasta la fachada mayor 2,64, y hasta la fachada menor 2,20m.

En cuanto a los detalles constructivos: fue realizada una cimentación que quedara a 15cm por encima del nivel del piso exterior, fue en zapata corrida, con bloques de concreto, armada y grauteada. El contacto entre la cimentación y la pared estructural de adobe fue apenas por apoyo

directo sobre la cimentación. Las 3 primeras hileras fueron revocadas con una argamasa rica en impermeabilizante para evitar el desgaste por causa de la lluvia. Fue colocado, como dinteles inferior y superior: hierro de 6.3mm, sin embargo, los marcos de las ventanas tuvieron deformación de hasta 3cm de flecha. En uno de los vanos de las ventanas fue necesario colocar una viga de madera, porque encima de esta se apoyaba una cercha. No fue realizada viga cinta. La ligación entre la cubierta y la pared de adobe fue realizada a través de una pieza de transición en madera, fijada al adobe con pinos metálicos.

4.2. Caso B-Sepé Tiaraju

En cuanto a la relación entre el investigador, familia y asesoría técnica: durante algunas etapas de producción del adobe y de la elevación de la pared, la asesoría de los investigadores no fue continua, en algunos casos por falta de recurso y otros por el trabajo acelerado del morador. Después que las paredes colapsaron el morador se dispuso a hacer las paredes nuevamente con adobe, sin embargo la familia no apoyo esa decisión, cambiando de técnica de adobe para el bloque cerámico. El deseo del morador en experimentar composiciones diferentes de adobe sin previo control y el hecho de no esperar a los investigadores para asesorar, acabó dificultando el monitoreo ejecutivo de la obra. A pesar de las buenas relaciones humanas entre el investigador y la familia, se percibió que la poca experiencia del investigador (asesor técnico) en obra, ayudó en la determinación de la baja eficacia constructiva de la casa. Las visitas no pudieron ser continuas por falta de recurso para investigación y para asesoría técnica.

En cuanto a las características del adobe: la producción total de adobes fue cerca de 3,600, producidos en 2 meses. El tipo de energía usada, además de humana y solar, también fue mecánica, con el uso de combustible dado que, fue necesario camiones para el transporte de la tierra de una distancia de 8km, lugar donde se estaban realizando cortes de tierra para la construcción de una avenida. Se utilizó 30m³ de tierra. Las composiciones y dosificaciones de los componentes del adobe no fueron definidas homogéneamente. En las mezclas del barro fueron utilizadas algunas fibras vegetales como: estiércol de ganado, y capín (grama de gran altura). Participaron en la producción cinco personas integrantes de la familia. La dimensión interna de la forma fue de 15cm x 14cm x 30 cm. Con la retracción, el adobe quedo con un promedio en medidas de 14cm x 13,5cm x 29cm. La resistencia compresión de algunas muestras llegó a ser de 1,7 Mpa, sin embargo el ensayo a flexión mostró un resultado bastante abajo del mínimo seguro. El principal motivo relacionado a la falta de cohesión entre las partículas del adobe era su característica principal era un suelo limoso. La producción tuvo varias dificultades como: falta de definición de las proporciones entre tierra y estabilizante vegetal, no se tamizó la tierra, poco y casi nulo el tiempo de descanso del barro (algunas veces descansó una sola noche en otra era usado al instante), la apariencia del barro al momento de ser moldado era muy húmedo (la justificación del morador era que no quería lanzar el barro en la forma, pues estando más húmedo era más fácil de llenar totalmente la forma de madera del adobe), falta de limpieza del lugar de amasamiento, el barro no fue protegido de en los días de lluvia, el adobe fue almacenado directamente en contacto con el piso de tierra, aumentando la humedad por capilaridad.

En cuanto a la elevación de la pared: no se tienen datos sobre productividad de ejecución. La cantidad de adobes por metro cuadrado fue de 25 unidades, la dimensión de la junta vertical y horizontal fue de 2cm a 3cm, el tiempo total de elevación de la pared fue de dos meses, las herramientas usadas fueron: palustre, plomo, línea, azadón, balde, carretilla, nivel, tablas, andamio y cinta métrica. La ejecución de la argamasa de asentamiento se realizó a 7m de distancia de la casa en un poso de aproximadamente 1,5m de diámetro. O barro usado como argamasa era solamente tierra y agua, con una apariencia muy húmeda. El amasamiento con los pies duraba cerca de 10min con una apariencia muy húmeda, pues el morador justificó que colocando más agua facilitaba el pisoteamiento.

La ejecución de las hileras, los adobes no eran humedecidos antes de asentarlos. La cantidad de hileras hasta la cumbrera fue de 23 mas la viga cinta, hasta la fachada más alta fue de 17 hileras mas la viga cinta, y hasta la fachada más baja fue de 14 hileras (hasta la viga cinta). Fue seguido un proyecto de modulación de los adobes según las hileras. El amarre de las esquinas fue hecha

con hierro de 30cm en cada dirección, y el número usado fue de $\frac{1}{4}$, no se tienen datos sobre las distancias a la que este refuerzo era colocado según el número de hileras. Tuvo algunas paredes internas que no fueron elevadas al mismo tiempo que todo el perímetro dificultando la el amarre de las esquinas. La altura hasta la cumbre fue de 3,78m, hasta la fachada más alta 2,78m, y hasta la fachada más baja 2,17m.

En cuanto a los detalles constructivos: la cimentación fue realizada en piedra por la abundancia de este material en la región. Fue impermeabilizado la superficie superior de la cimentación con un producto llamado “vedalit”. La superficie de la cimentación quedó a 60cm encima del nivel del piso de tierra. La primera hilera no fue impermeabilizada, absorbiendo a agua de lluvia fuerte de esos días, lo que debilitó su resistencia. Fue realizada una viga cinta con dos barras de hierro, cemento, arena y gravilla, en proporciones: 1bulto de cemento: 3 carretillas de arena : 3 carretillas de gravilla. Esta viga se colocó como segunda opción pues la primera era colocar alambre de púas amarrando las hileras de la pared lo cual no funcionó. Las paredes colapsaron antes de ser colocada la cobertura.

4.3. Caso C-Sepé Tiaraju

Las informaciones de este caso están en sistematización, sin embargo se hace un breve resumen:

Para febrero de 2009 el morador había producido cerca de 2500 adobes, resultado de algunos talleres con participación de la Universidad, y del trabajo propio del morador. Estos adobes fueron hechos usando un suelo arcillo-limo-arenoso, estabilizado con estiércol de vaca. Después de varios trabajos de sensibilización, monitoreo y gestión de la obra, las actividades fueron retomadas en el mes de septiembre con la culminación del contrapiso y la producción de más adobes. Como la tierra del propio lote era arenosa, se tuvo que transportar 6 camiones de tierra, y de esta manera fue retomada la producción de adobes que por varios motivos fue estabilizado con cemento. La primera hilera comenzó en el mes de octubre y paralelo a ese trabajo fueron realizados varios ensayos de resistencia a compresión según diferentes dosificaciones donde fueron usados: cemento, arena, cascara de arroz y tierra. El morador realizó varias modificaciones a los proyectos definidos previamente por el grupo asesor. Se demoró casi un año para elevar la pared y cubrir. El área de la casa quedó mucho mayor dado que, en la baranda (área exterior de la casa que es solamente cubierta) fueron construidas paredes para así crear un espacio el cual es usado como sala, además de esta modificación, el perímetro de la casa fue ampliado en casi 20cm de cada lado.

Durante el proceso de construcción de la casa, fueron realizados algunos estudios sobre tipologías de adobe, que ayudaran a solucionar la interfaz de a pared con las instalaciones de la casa, la viga cinta y los pilares de la baranda. Las paredes fueron amarradas con hierro de 3/16 y en algunos lugares fue utilizado un bambú de diámetro entre 1.5cm a 2.5cm llamado popularmente “vara de pescar”, el cual fue usado para amarrar las paredes. Encima de los vanos de las puertas fueron colocados hierros que posteriormente fueron substituidos por dinteles de madera. La cubierta fue realizada en madera. El morador comenzó a habitar la casa en el mes de septiembre de 2010. Y aún están siendo colectados datos más detallados.



Fig.1 – **Caso A:** Pirituba II; Fig.2 – **Caso B:** Sepé Tiaraju; Fig. 3 – **Caso C:** Sepé Tiaraju. (Créditos: Grupo Habis, 2006-2009-2010).

12. CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

Siguiendo la metodología mencionada en el capítulo 2, a continuación se presentan los avances de las clasificaciones y el levantamiento previo de variables que han sido resultado de la sistematización hasta el momento de los casos A y B, pues el caso C se encuentra en sistematización por ser el más reciente de los 3 casos.

El primero paso para comenzar los diferentes niveles de clasificación, fue el identificar las unidades de análisis que están directamente relacionadas al universo de la investigación (Proyectos de Vivienda de Interés Social en Asentamientos Rurales), y al objeto de investigación (proceso constructivo de la vivienda de interés social rural en adobe). Cuando se habla de unidades de análisis del proceso constructivo nos vamos a referir a lo que necesitaríamos analizar como ejes de la investigación, pues a partir de las unidades de análisis es posible identificar otros niveles de categorización que auxilien la definición de las variables y consecuentemente de características. Retomando la identificación de las unidades de análisis, tendremos que hacer la delimitación de la propia pregunta: según el proceso constructivo ¿Cuál es la principal unidad de valor que compone o significa el proceso constructivo? Y posteriormente: se esa unidad de valor hace parte del universo de investigación, entonces ¿Cuáles otras unidades del mismo universo de investigación se relacionan o influyen directamente con esta unidad de valor do proceso constructivo? Esta última pregunta toma como referencia el universo de investigación por referirse a un estudio de caso múltiple donde cada caso es contextualizado y delimitado por su propio universo de investigación, o sea, el propio proyecto de VIS y sus características que lo determinan. No podríamos hacer la pregunta de otro universo de investigación porque estaríamos descontextualizando cada caso.

Después de analizar tanto el caso que corresponde al Asentamiento Rural Pirituba II, como el del Asentamiento Rural Sepé Tiaraju, fue posible identificar que la respuesta de la primera pregunta era las *Etapas Constructivas* y que la respuesta de la segunda pregunta eran 4 unidades más_ la Unidad de valor 1: *Condiciones del contexto del proyecto general*; 2: *Condiciones de los actores*; 3: *Condiciones Culturales*; 4: *Condiciones físico-naturales*. Como de cada unidad de análisis se puede pasar a otro nivel de clasificación donde podemos definir de cada nivel diferentes grupos de variables, fue decidido sumar las *Etapas Constructivas* como la unidad de análisis número 5.

Estando las 5 unidades de análisis en un mismo nivel horizontal, la segunda pregunta propuesta anteriormente, se invierte con el sentido de enfatizarnos solamente en la unidad de análisis de *Las Etapas Constructivas* (ver figura 4), pues es esta unidad la que representa claramente los objetos de estudio y es el resultado de la delimitación de la investigación; para justificar este cambio de dirección de la pregunta, fue necesario separarlas en dos grupos: el grupo que indicará las variables dependientes y el grupo que indica variables dependientes. Como es diferente preguntar: ¿Cuáles son las condiciones de la unidad de análisis 5 que influenciaron en las unidades de análisis 1,2,3 e 4?; que preguntar: ¿Cuáles son las condiciones de las unidades de análisis 1,2,3 e 4 que influenciaron en la unidad de análisis 5? Esta última pregunta evidencia que la coherencia del raciocinio está enfocada en *Las Etapas Constructivas*, y que junto con las otras unidades de análisis se obtiene un análisis más integral en cuanto al análisis y conceptualización del que significa el proceso constructivo en el contexto del universo de investigación. A continuación se presenta un cuadro mostrando el nombre de la variable en relación a cada una de las 5 unidades de análisis. (ver tabla 1)

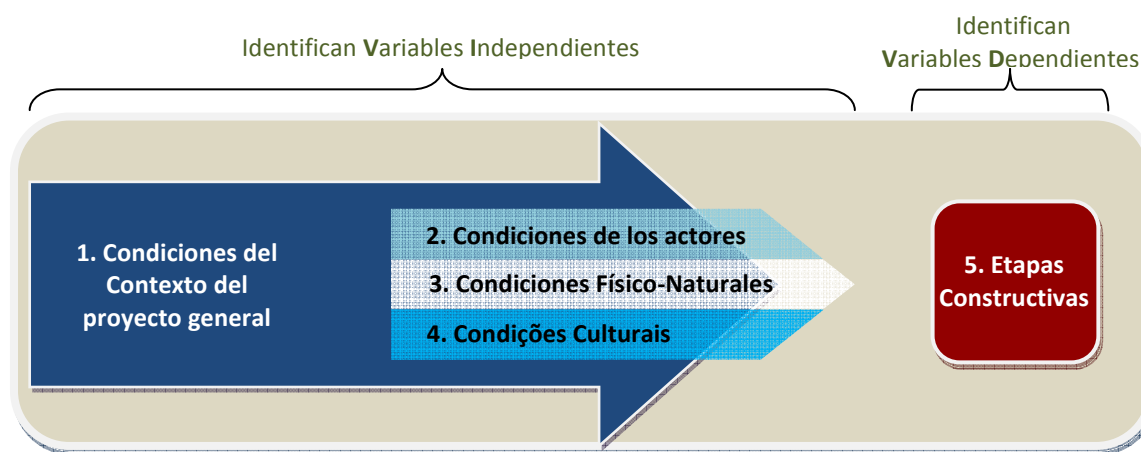


Fig.4 Esquema de las unidades de análisis e la clasificación de las variables. (Créditos: autor).

T. Va.	NOMBRE DE LA VARIABLE	CONCEPTOS QUE DEFINEN LAS VARIABLES
1	1. Condiciones del contexto del proyecto general	
1.2	Decisiones colectivas e individuales	Decisiones determinantes, decisiones formativas.
1.3	Limitación de recurso humano y económico	Fuerza de trabajo, ingresos familiares e individuales, distribución de recursos
1.4	Alteraciones del proyecto original	Proyecto terminado, claridad del proyecto, grado de aceptación a padrones.
2	2. Condiciones de los actores (investigador, familia y asesoría técnica)	
2.1	Niveles de relacionamiento	Profesional, humano, de investigación
2.2	Características y perfiles	Formación, capacidad y conocimientos
2.3	Variaciones de personas	Propósitos de investigación, disminución de equipo
2.4	Grados de autonomía y dependencia	Iniciativa, motivación, seguridad
3	3. Condiciones Culturales	
3.1	Adaptación tecnológica	Replicabilidad
3.2	Choques culturales	Individual y colectivo, tradición, modos de vida
4	4. Condiciones físico-naturales	
4.1	Disponibilidad de los recursos	Distancia, gestión, viabilidad técnica
4.2	Contexto sísmico	Referencial tecnológico
4.3	Condiciones climáticas	Épocas constructivas, imprevistos climáticos.
5	5. Etapas constructivas	
5.1	Producción del adobe.	
5.1.1	Rigor en cada etapa de producción del adobe	Calidad del adobe
5.1.2	Niveles de transferencia tecnológica	Aceptaciones culturales, entendimiento de procesos, formación de personas
5.1.3	Solución de problemas técnicos	Límites de tolerancia (riesgos), capacidad de respuesta
5.2	Elevación de la pared.	
5.2.1	Rigor en cada etapa de ejecución de la pared	Calidad de la pared

5.2.2	Niveles de transferencia tecnológica	Aceptaciones culturales, entendimiento de procesos, formación de personas
5.2.3	Solución de problemas técnicos	Límites de tolerancia (riesgos), capacidad de respuesta
5.3	Ejecución de los detalles constructivos	
5.3.1	Soluciones proyectadas	Calidad de los detalles, viabilidad práctica
5.3.2	Niveles de transferencia tecnológica	Aceptaciones culturales, entendimiento de procesos, formación de personas
5.3.3	Solución de problemas técnicos	Límites de tolerancia (riesgos), capacidad de respuesta

Tabla 1 – Definición de variables en relación a las unidades de análisis.

En otro nivel de categorización, fueron identificadas según los casos estudiados las siguientes variables a partir de las etapas de producción de adobe y de la elevación de la pared y ejecución de los detalles constructivos.

Producción de adobe: productividad en la producción, costo de cada adobe, tipo de energía gastada, tipo de mano de obra, lugar y cantidad de extracción de la materia prima.

- a) *Evaluación del suelo y ensayo del adobe:* realización de testes del suelo en el lugar de obra (métodos usados para análisis granulométrico); realización de ensayos del adobe (método usado, cantidad de muestras, dosificaciones de las muestras, valor de resistencia media a compresión Mpa, desvío padrón, coeficiente de variación)
- b) *Preparación de lugar de obra:* lugar de preparación del barro, distancia entre el lugar de preparación del barro y la casa, distribución de las actividades en relación al espacio. Viabilidad de los materiales y equipamientos (materiales usados, equipamientos propios del morador, equipamientos especiales, equipamientos fabricados en obra u otros lugares); producción de la forma (tamaño de la forma, capacidad para producir unidades de adobe, tipo de madera usada en la forma, cantidad de puntillas, diseño de la forma); definición de la logística (cantidad de personas que participaron, lugar de producción de los adobes, lugar de extracción de la tierra, área de producción, características del lugar de producción).
- c) *Obtención de la tierra:* impacto ambiental de la extracción de la tierra, vehículos para transportar la tierra, cantidad total de tierra comprada no compactada, precio de la tierra, cantidad de consumo diario de la tierra. Extracción (cantidad total de tierra no comprada no compactada, porcentaje de expansión de la tierra, distancia en centímetros para retirar la capa orgánica o vegetal); trituración y tamizado (herramientas para tamizar, número de la malla para tamizar, cantidad de tierra tamizada por día)
- d) *Obtención del estabilizante;* tipo de estabilizante, cantidad de estabilizante comprado y no comprado, costo del estabilizante, lugar y distancia donde fue comprado o adquirido)
- e) *Amasamiento del barro:* cantidad de barro amasado por día. Preparación de la mezcla (dosificación, unidad de medida, características del lugar de producción, apariencia de la mezcla); Pisoteamiento o mezcla del barro (cantidad de agua necesaria, manera como fue amaso el barro, apariencia del barro, herramientas usadas); descanso del barro (características del lugar, material para proteger de lluvias, tiempo de descanso del barro, aumento de la humedad del barro).
- f) *Moldeo:* cantidad de adobes moldados por día. Corrección de la cantidad de agua del barro (corrección de humedad, apariencia del barro, herramientas usadas, cantidad de agua necesaria); preparación del molde (lavado del molde cada vez que se usa, material para no adherir el barro en el molde, herramientas usadas); *Llenado del molde:* forma de llenado, material para no adherir el barro en el piso, características del piso, tipos de molde usados); retiro del excedente del barro (herramienta para retirar el exceso del barro, apariencia del barro); desmolde (cantidad de personas, lugar de desmolde, porcentaje de adobes mal moldados)
- g) *Secado:* retracción media por cada una de las 3 dimensiones, tiempo que el morador se demoró para usar los adobes. Secado en la sombra (tiempo de secado del adobe en la posición inicial, tiempo de secado por cada una de las caras); secado al sol (cantidad de días

que el adobe seco al sol); almacenaje (características del lugar para almacenaje, manera como fueron encarrados, distancia de contacto con el piso, material para protección de lluvia)

Elevación de la pared: productividad de ejecución (hora/persona x m²), cantidad de adobes por m², dimensión de la junta vertical y horizontal, costo de 1m² de pared de adobe, tiempo de elevación total de la pared, área final de la pared.

- a) *Producción de la argamasa de asentamiento:* lugar y distancia de producción, cantidad de la argamasa producida por día. Elaboración del pozo o lugar de amasamiento (características del lugar, tamaño del lugar); preparación de la mezcla (dosificación y grado de humedad); amasamiento (tipo de amasamiento, tiempo de amasamiento, apariencia del barro); descanso de la argamasa (tiempo de descanso, protección del barro por lluvias); corrección de la humedad del barro (apariencia del barro, cantidad de agua usada)
- b) *Ejecución de las hileras:* humedecimiento de los adobes en el momento de asentarlos, cantidad de hileras totales. Ejecución de las esquinas (plumo y escuadra, limpieza de la superficie de la cimentación, elaboración y seguimiento del proyecto de modulación de las hileras de adobe); ejecución de la primera hilera (ejecución según el proyecto, ejecución a nivel y escuadro); ejecución de las hileras siguientes (amarrado de las esquinas, distancia vertical del amarrado, número de hileras por cada fachada, alturas en metros de las paredes)

13. CONSIDERACIONES FINALES

Por la relación temporal de los dos proyectos, se observó que a pesar del conocimiento acumulado en la primera experiencia, las variables cambiaban considerablemente por ser un contexto diferente. El perfil del morador en los 3 casos determinó la manera como se ejecutan realmente, los procesos constructivos de la casa.

Para llegar a determinar las variables es necesario pasar por correlaciones que ayuden a categorizar las convergencias entre los 3 casos, para que de esta manera se puedan observar de manera clara los padrones que influyen regularmente en proyectos de este tipo.

A pesar de tener referencias técnicas, el trabajo en realidades sociales crea constantes dificultades al momento de entender y aplicar estrategias con variables definidas previamente.

Las variables presentadas han sido un punto de confluencia entre los 3 casos, de esta manera estas variables podrán posteriormente definir indicadores o valores que ayuden a crear herramientas de planeación para la producción de vivienda de interés social en asentamientos rurales, dando soporte a análisis en las múltiples dimensiones de la sustentabilidad, pues el objeto en este caso no sería solamente la casa como tal, sino lo que en ella interfiere, como las condiciones sociales, culturales, políticas, económicas y ambientales.

Este tipo de trabajos, donde además de pasar por procesos descriptivos y buscar situaciones en común, posibilita el entendimiento de un universo mayor dentro de problemas focalizados como lo es la vivienda de interés social, ayudando a crear herramientas de parámetros no solo técnicos sino tecnológicos, para mejorar la actuación en asentamientos rurales por medio de la construcción con tierra.

14. BIBLIOGRAFIA

Minke, G. (2001). *Manual de construcción en Tierra: La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual*. Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad.

Rodrigues, I. y Barbieri, J. (2008) *A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável*. Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, vol. 42, n. 6, p.1069-1094, nov.-dez. 2008.

Thiollent, M. (2000). *Metodologia da pesquisa-ação*. São Paulo, Brasil: Cortez Editora.

Morin, A. Gadoua, G. y Potvin G. (2007). Saber, Ciência, Ação. Tradução: Michel Thiollent. São Paulo: Cortez Editora.

YIN, Robert. (2005). Estudo de caso: Planejamento e Métodos. Porto Alegre: Bookman.

Currículum

Mauricio Guillermo Corba Barreto. Arquitecto y Urbanista (UNIBOYACA, 2006 - Colombia), Alumno de Maestría del Programa de Pós-graduação em Arquitetura y Urbanismo - Escuela de Ingeniería de São Carlos – Universidad de São Paulo (EESC-USP) – Becario CNPq/PEC-PG - Investigador del HABIS - Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade – EESC-USP/Universidad Federal de São Carlos (UFSCar) – Brasil

Akemi Ino. Profa. Dra. Del Departamento de Arquitectura y Urbanismo – EESC-USP – y Coordinadora del Grupo HABIS - EESC-USP/UFSCar – Brasil.